

Relação entre a composição nutricional e a origem floral de pólen apícola desidratado

Correlation between nutritional composition and floral origin of dried bee pollen

RIALA6/1229

Illana Louise Pereira de MELO¹, Alex Silva de FREITAS², Ortrud Monika BARTH^{2,3}, Ligia Bicudo de ALMEIDA-MURADIAN^{1*}

*Endereço para correspondência: Laboratório de Análise de Alimentos, Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo (USP). Av. Prof. Lineu Prestes, 580, bloco 14, Cidade Universitária, CEP 05508-900. São Paulo, SP, Brasil. Fone: (11) 3091-3656 ou 57, Fax: (11) 3815-4410. E-mail: alinutri@edu.usp.br, ligiabi@usp.br

¹Laboratório de Análise de Alimentos, Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo (USP).

²Laboratório de Palinologia, Departamento de Botânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), CCS, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

³Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Recebido: 24.07.2009 – Aceito para publicação: 19.10.2009

RESUMO

A composição química do pólen é variável e depende da origem botânica. No presente trabalho foi investigada a correlação da composição centesimal e das vitaminas antioxidantes com a origem floral em amostras de pólen apícola. Foram analisadas seis amostras desidratadas de pólen apícola coletadas na região do Vale do Ribeira, São Paulo, Brasil. A vitamina C foi quantificada por titulação, o β -caroteno por cromatografia em coluna aberta e a vitamina E por cromatografia líquida de alta eficiência. A composição centesimal foi determinada seguindo-se as metodologias recomendadas por AOAC (1995) e IAL (2005) e a caracterização floral foi feita por meio de observação em microscópio. As concentrações das vitaminas variaram de 114 a 340 $\mu\text{g/g}$ para vitamina C, 16,27 a 38,64 $\mu\text{g/g}$ para vitamina E e de 3,14 a 77,88 $\mu\text{g/g}$ para o β -caroteno. A composição centesimal das amostras apresentou conformidade com as especificações estabelecidas pela legislação brasileira. Foi encontrada grande variabilidade de tipos polínicos nas amostras analisadas e alguns deles apresentaram alta correlação com a vitamina C (Myrtaceae), com o β -caroteno (Arecaceae, Cecropia e Fabaceae) e com os lipídeos (Arecaceae e Fabaceae). Outras amostras mostraram correlação negativa com β -caroteno (*Mimosa caesalpiniaefolia* e Poaceae), com proteínas (Arecaceae) e com lipídeos (*Mimosa caesalpiniaefolia*).

Palavras-chave. pólen apícola; composição centesimal; vitaminas antioxidantes; análise polínica.

ABSTRACT

Pollen composition is variable depending on the floral origin. The purpose of present study was to correlate the centesimal composition and the antioxidants vitamins with the floral origin of dried bee pollen samples collected from the region of the Vale do Ribeira, São Paulo, Brazil. Six batches of dried bee pollen pellets were analyzed. Vitamin C was quantified by titration technique, β -carotene by open column chromatography, and vitamin E by HPLC. The proximate composition was determined following the methodology recommended by AOAC (1995), and the floral characterization was performed under microscopy observation. Vitamin contents varied from 114 to 340 $\mu\text{g/g}$ for vitamin C; from 16 to 39 $\mu\text{g/g}$ for vitamin E; from 3 to 78 $\mu\text{g/g}$ for β -carotene. The analyzed samples were in compliance with the Brazilian legislation limits regarding to the proximate composition. The pollen types highly varied within the samples and some of them were strongly correlated with the vitamin C (Myrtaceae), β -carotene (Arecaceae, Cecropia and Fabaceae) and lipids (Arecaceae and Fabaceae). On the other hand, other types were negatively correlated, such as *Mimosa caesalpiniaefolia* and Poaceae types with β -carotene, Arecaceae type with proteins and *Mimosa caesalpiniaefolia* type with lipids.

Key words. bee pollen; centesimal composition; antioxidants vitamins; pollen analysis.

INTRODUÇÃO

Os grãos de pólen são estruturas microscópicas contidas nas anteras dos estames das angiospermas e gimnospermas e representam o gametófito masculino das plantas. Além de ser o próprio objeto da polinização, para muitos insetos, e especialmente para as abelhas, o pólen é a principal fonte de alimento não líquido. Portanto, o pólen tem grande importância na apicultura como fonte de proteínas, gorduras e minerais para as abelhas e como produto excedente do apiário.^{1,2,3,4} Os grãos de pólen variam quanto a forma, tamanho, cor, aparência, características morfológicas e por isso, na prática, podem ser utilizados para identificar o gênero das plantas e algumas vezes, as espécies vegetais.^{5,6}

Segundo a Instrução Normativa Nº 3, de 19 de Janeiro de 2001, do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, define-se pólen apícola como o resultado da aglutinação do pólen das flores, efetuada pelas abelhas operárias, mediante néctar e suas substâncias salivares, o qual é recolhido no ingresso da colmeia.⁷

O pólen apícola possui não só as vitaminas antioxidantes (vitaminas C, E e β -caroteno, como pró-vitamina A), mas também as do complexo B e vitamina D.^{8,9} As vitaminas antioxidantes são capazes de estabilizar os radicais livres, que são envolvidos em muitas doenças degenerativas características do envelhecimento e tanto podem ser provenientes do meio externo ou como resultantes naturais do metabolismo humano.¹⁰

O conteúdo de macro e micronutrientes do pólen apícola são influenciados pela origem botânica.^{4,6,11,12} Segundo Funari et al., a composição química do pólen apícola varia com a espécie vegetal, condições ambientais (diferentes localidades, estações do ano e diferentes anos), idade e estado nutricional da planta (quando o pólen está se desenvolvendo).¹³ De acordo com Campos et al., é necessário um método sistemático para caracterizar o pólen apícola com relação a seus constituintes tendo em vista o crescente interesse fitoterápico do pólen apícola e seus produtos.¹⁴

Deste modo, o conhecimento da origem botânica do pólen apícola, bem como de sua composição química, é importante para tipificar o produto obtido nas diferentes regiões e agregar valor a este produto. Este trabalho teve como objetivo obter dados analíticos nacionais sobre a composição nutricional (composição centesimal e vitaminas antioxidantes) do pólen apícola

desidratado proveniente da região do Vale do Ribeira, SP, Brasil e correlacioná-los com a origem botânica.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Foram adquiridos seis lotes diferentes de amostras desidratadas de pólen apícola, recém coletadas, diretamente do entreposto de comercialização de produtos apícolas “PRONATU Laboratório de Produtos Naturais LTDA” localizado no Estado de São Paulo (cidade de Pariquera-Açu). Os lotes foram designados por letras do alfabeto (A, B, C, D, E e F).

As amostras foram coletadas no apiário Trianoski, no período de 23/02/2007 a 09/04/2007 com intervalo de uma semana entre os lotes. O apiário fica instalado em zona de Mata Atlântica, no Vale do Ribeira, localizada cidade de Pariquera-Açu, SP. Foram utilizadas 15 colmeias de abelhas *Apis mellifera* e as amostras foram submetidas ao processo de secagem em estufa da marca Ballardin®, com circulação de ar em sistema aberto, ajustada à temperatura de 45°C durante aproximadamente seis horas.

Métodos

Determinação de umidade: Foi realizada pelo processo de liofilização utilizando o equipamento da marca Edwards® modelo EC Super Modulyo, a temperatura de -40 °C por 26 horas e vácuo final inferior a 4×10^{-1} Torr, segundo as normas do fabricante. Este processo tem como objetivo preservar a qualidade do produto além de minimizar algumas reações de degradação que ocorre durante a secagem, como exemplos, a reação de Maillard, desnaturação de proteínas e reações enzimáticas.^{15,16}

Determinação das proteínas: Foi determinado através do método Micro-Kjeldahl, utilizando-se o fator 6,25 para transformação do nitrogênio total em proteínas.^{17,18}

Determinação dos lipídeos: Foi determinada em extrator intermitente de Soxhlet, utilizando-se éter etílico como solvente.^{18,19}

Determinação de cinzas: Foi realizada por gravimetria após incineração do material em mufla a 550°C, até peso constante.^{18,19}

Determinação da vitamina C: Foi realizada utilizando o método titulométrico adaptado, que se baseia na redução do 2-6-diclorofenol-indofenol (DCFI) pelo ácido ascórbico, de acordo com a AOAC.¹⁷

Determinação da Vitamina E: Foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), conforme descrito por Presoto et al. e Oliveira.^{20,21}

Determinação dos Carotenóides totais e do β -caroteno: Foi realizada por cromatografia em coluna aberta (CCA), conforme descrito por Rodriguez-Amaya e Oliveira.^{21,22}

Análise polínica: Foi realizada através do processo de preparo direto das lâminas de pólen, isto é, sem fazer uso do método da acetólise, baseado numa mistura de 25 bolotas recolhidas proporcionalmente às cores encontradas em dois gramas de cada amostra bem misturada; os tipos polínicos foram identificados por comparação com a literatura e contagem sucessiva de ao menos 300 grãos para o cálculo das porcentagens de cada um dos tipos polínicos encontrados na amostra.^{2,3}

Análise estatística: Foi realizada análise de Correlação de Pearson entre os dez tipos polínicos e os nutrientes estudados (vitaminas e composição centesimal). Nos conjuntos de dados em que não foram observadas distribuição normal e, principalmente, a homogeneidade das variâncias, o teste estatístico não-paramétrico de Correlação de Spearman foi adotado. Os resultados foram expressos como média dos resultados \pm desvio padrão. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa Statistica 8.0 e adotando-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$).²³

RESULTADOS

Na Tabela 1 está apresentada a frequência dos tipos polínicos nas amostras obtidas.

Verifica-se que o tipo *Mimosa caesalpiniaefolia* apareceu como pólen dominante nos dois primeiros lotes (A, B), enquanto o tipo *Mimosa scabrella* apareceu como pólen dominante em apenas um lote (E). Já os lotes C, D e F não apresentaram pólen dominante, apenas pólen acessório tipo *Mimosa caesalpiniaefolia* e *Myrcia* no lote C, *Cecropia* no lote D e *Myrcia* e *Asteraceae* no lote F. O tipo *Astrocaryum* aparece na proporção de pólen isolado importante, em todos os lotes, com exceção do lote E onde aparece como pólen acessório. O mesmo acontece com o tipo *Mimosa caesalpiniaefolia* nos lotes E e F.

Os resultados da análise de composição centesimal, bem como os dados da Regulamentação Brasileira⁷, Argentina^{24,25} e Suíça²⁶ são apresentadas na Tabela 2, onde pode-se observar que todos os itens estão de acordo com as três especificações (Brasileira, Argentina e Suíça).

Nas análises realizadas foram identificadas as três vitaminas propostas neste trabalho (vitamina C, E e -caroteno), como mostra a Tabelas 3.

Realizando-se análise estatística de correlação entre os tipos polínicos e os nutrientes estudados (Tabela 4), constatou-se:

Tabela 1. Porcentagens de tipos polínicos obtidos em amostras desidratadas de pólen apícola

Família Gênero / Espécie	Frequência (%)*					
	Lote A	Lote B	Lote C	Lote D	Lote E	Lote F
Acacia			< 3 (PI)			
Arecaceae tipo <i>Astrocaryum</i>	5 (PII)	3 (PII)	5 (PII)	10 (PII)	20 (PA)	10 (PII)
Asteraceae	< 3 (PI)	< 3 (PI)	< 3 (PI)	< 3 (PI)	< 3 (PI)	20 (PA)
<i>Cecropia</i>				30 (PA)		10 (PII)
<i>Eucalyptus</i>	< 3 (PI)					
Fabaceae (amarela)	< 3 (PI)			3 (PII)	< 3 (PI)	< 3 (PI)
Malvaceae		< 3 (PI)	< 3 (PI)		< 3 (PI)	
Mimosaceae tipo <i>Mimosa scabrella</i>					47 (PD)	
Mimosaceae tipo <i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>	90 (PD)	95 (PD)	45 (PA)	< 3 (PI)	5 (PII)	10 (PII)
Myrtaceae tipo <i>Myrcia</i>		< 3 (PI)	45 (PA)	3 (PII)	< 3 (PI)	20 (PA)
<i>Pachira</i> (Bombacaceae)				< 3 (PI)		< 3 (PI)
Passifloraceae		< 3 (PI)	< 3 (PI)	< 3 (PI)	< 3 (PI)	5 (PII)
Poaceae	< 3 (PI)	< 3 (PI)	< 3 (PI)		< 3 (PI)	< 3 (PI)
<i>Trema</i>	< 1 (PI)				3 (PII)	
NI				3 (PII)	< 3 (PI)	

* PD = pólen dominante (> 45% do total de grãos); PA = pólen acessório (de 16% a 45%); PII = pólen isolado importante (de 3% a 15%); PI = pólen isolado ocasional (< 3%); NI = não identificado.

Tabela 2. Análise química das amostras desidratadas de pólen apícola e as Regulamentações Brasileira (Brasil 2001), da Argentina (Krell 1996, Código Alimentario Argentino 1990) e da Suíça (Bogdanov et al. 2004)

Lotes	Análise Química* (%)			
	Umidade	Proteínas	Lípídeos	Cinzas
A	2,56 ± 0,05	24,91 ± 0,88	4,81 ± 0,16	3,17 ± 0,00
B	2,03 ± 0,14	26,45 ± 0,52	4,46 ± 0,20	3,21 ± 0,01
C	2,99 ± 0,04	28,28 ± 0,44	4,53 ± 0,08	3,30 ± 0,03
D	2,18 ± 0,03	21,22 ± 0,18	5,69 ± 0,22	2,90 ± 0,00
E	2,82 ± 0,10	19,98 ± 0,12	5,27 ± 0,32	3,00 ± 0,00
F	1,50 ± 0,05	20,68 ± 0,33	5,18 ± 0,13	2,89 ± 0,01
Valor Médio	2,34 %	23,59 %	4,97 %	3,08 %
Regulamentação				
Brasileira (%) Regulamentação	Máximo de 4	Mínimo de 8	Mínimo de 1,8	Máximo de 4
Argentina (%) Regulamentação	Máximo de 8	15 a 28	-	Máximo de 4
Suíça (%)	Máximo de 6	10 a 40	1 a 10	2 a 6

* Resultados expressos em base seca através da média ± desvio padrão de análises em triplicata.

Tabela 3. Concentração das vitaminas C, E e dos carotenóides totais e β-caroteno nas amostras de pólen apícola

Lotes	Vitaminas (µg/g)*			
	Vitamina C	Vitamina E	Carotenóides totais	β-caroteno
A	114 ± 1,62	38,64 ± 2,72	40,62 ± 4,89	6,65 ± 0,29
B	124 ± 3,94	16,27 ± 0,38	25,34 ± 1,20	3,14 ± 0,09
C	340 ± 11,4	20,54 ± 1,30	33,95 ± 2,95	5,05 ± 0,03
D	126 ± 4,88	18,42 ± 0,47	268,5 ± 14,9	77,88 ± 5,01
E	127 ± 2,08	21,06 ± 1,76	103,3 ± 9,2	25,19 ± 1,80
F	144 ± 4,49	32,27 ± 1,53	117,2 ± 16,8	17,83 ± 1,91

* As análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos em Média ± Desvio Padrão.

Com relação à vitamina C, houve uma forte associação positiva ($r=0,95$) entre a sua concentração e a porcentagem do tipo polínico Myrtaceae tipo *Myrcia* ($p<0,05$). Enquanto o tipo Passifloraceae mostrou uma correlação positiva importante ($r=0,67$), porém apenas marginalmente significativa ($p<0,10$);

Com relação à vitamina E, houve ausência de correlações significativas;

Com relação aos carotenóides totais e ao β -caroteno, observou-se perfis semelhantes nas associações com alguns tipos polínicos específicos, conforme mostra a Tabela 4;

Com relação às proteínas, houve uma forte associação negativa ($r= -0,81$) entre o seu conteúdo e a porcentagem do tipo polínico Arecaceae tipo *Astrocaryum* ($p<0,05$);

Com relação aos lipídeos, houve forte associação positiva e significativa ($p<0,05$) entre a sua porcentagem e as dos tipos polínicos Arecaceae tipo *Astrocaryum* ($r=0,88$) e Fabaceae ($r=0,93$). Já o tipo polínico Mimosaceae tipo *Mimosa caesalpiniaefolia* mostrou uma forte correlação negativa ($r= -0,94$) e significativa ($p<0,05$) com a concentração de lipídeos;

Com relação às cinzas, houve ausência de correlações significativas.

DISCUSSÃO

A análise polínica permite identificar as principais fontes poliníferas utilizadas pelas abelhas, bem como, os períodos de produção de pólen no campo e possíveis épocas de carência.³

Nas amostras estudadas algumas apresentaram pólen dominante, ou seja, um dos tipos polínicos foi encontrado na proporção de mais de 45% do total de grãos. Enquanto outros lotes apresentaram uma maior variedade de tipos polínicos, não sendo encontrado pólen dominante. Alguns tipos apareceram na proporção de pólen isolado importante (de 3% a 15% do total de grãos), indicando que pode se tornar fonte de coleta de pólen se ocorrer em grande quantidade nas áreas de produção. Nenhum dos lotes apresentou um único táxon botânico, sendo todas as amostras constituídas de pólen heterofloral, o que lhes garante propriedades variadas. Tal ocorrência também foi observada por Almeida-Muradian et al., que analisaram a taxonomia botânica de 10 amostras de pólen apícola provenientes do sul do Brasil e, apesar de serem designadas amostras de pólen monofloral pelo produtor, todas elas apresentaram mais de um táxon.⁶ Os autores concluíram que o fato das bolotas de pólen apresentar apenas uma cor não

Tabela 4. Correlação entre os nutrientes estudados com alguns tipos polínicos encontrados nas amostras de pólen apícola

Tipo Polínico	Coeficiente de correlação (r)				
	Vitamina C	Carotenóides Totais	β - Caroteno	Proteínas	Lipídeos
Arecaceae tipo <i>Astrocaryum</i>		0,79*	0,88**	- 0,81**	0,88**
<i>Cecropia</i>		0,84**	0,94**		
Fabaceae		0,92**	0,92**		0,93**
Mimosaceae tipo <i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>		- 0,73**	- 0,94**		- 0,94**
Myrtaceae tipo <i>Myrcia</i>	0,95**				
Passifloraceae	0,67*				
Poaceae		- 0,65**	- 0,65**		

As correlações entre os tipos polínicos e os nutrientes foram realizadas pela Correlação de Pearson ou Spearman, quando apropriado.

** Correlações estatisticamente significativas ($p<0,05$).

* correlações marginalmente significativas ($p<0,10$).

indica que sejam necessariamente monoflorais, ainda que elas possuam mais chances de serem procedentes de uma única fonte quando comparadas com amostras que apresentam várias cores.⁶

Os resultados da análise de composição centesimal mostram que todos os itens estão dentro do padrão de identidade e qualidade para o pólen apícola, de acordo com as regulamentações de três países (Brasileira, Argentina e Suíça).

Almeida-Muradian et al., ao avaliarem amostras desidratadas (n=10) de pólen apícola e coletadas na região sul do Brasil, obtiveram valores de 7,4% de umidade.⁶ Este valor é maior que a porcentagem média de umidade encontrada no presente trabalho (2,34%), provavelmente devido ao uso de outro método de análise para a determinação de umidade (estufa a vácuo). Bastos et al. também encontraram valores elevados de umidade (média de 8,78%) nas amostras desidratadas de pólen apícola provenientes dos estados de São Paulo e Minas Gerais (Karl Fischer).²⁷

Nas amostras estudadas, foi encontrada uma variação de 20,68 a 28,28% de proteína bruta. Resultados similares foram apresentados por: Bastos et al., que encontraram 21,2% de proteínas em amostras de pólen apícola dos estados de São Paulo e Minas Gerais; Funari et al., 26,2% em amostras provenientes de Botucatu/SP; Almeida-Muradian et al., 21,0% em amostras do sul do Brasil; Marchini et al., 21,4% nas amostras de Piracicaba/SP.^{27,13,6,28}

O valor médio de lipídeos totais apresentado neste trabalho foi de 4,97%, semelhante ao encontrado por Funari et al. nas amostras de Botucatu/SP, de 5,1%.¹³ Enquanto que Bastos et al. e Almeida-Muradian et al. relataram valores mais altos do que o apresentado neste trabalho, 8,8% e 7,0% respectivamente.^{27,6} Já Barreto et al., ao analisarem amostras de pólen provenientes de várias regiões do Brasil, e Marchini et al., que analisaram amostras de Piracicaba/SP, apresentaram valores mais baixos: 3,82% e 3,60%, respectivamente.^{4,28}

Com relação ao teor de cinzas, resultados semelhantes foram observados por Bastos et al., Barreto et al. e Marchini et al. que encontraram valores de 2,79%, 2,89%, 2,90%, respectivamente.^{27,4,28}

Nas análises realizadas foram identificadas as três vitaminas propostas neste trabalho (vitamina C, E e β -caroteno). As concentrações de vitamina C variaram entre 114 e 340 $\mu\text{g/g}$ nas amostras desidratadas. Este resultado se assemelha aos descritos por Szczesna et al.,

que observaram valores médios de vitamina C de 140 $\mu\text{g/g}$ (n=2) em amostras polonesas de pólen apícola.²⁹ Já Oliveira encontrou resultados superiores ao analisar o conteúdo de vitamina C nas amostras de pólen (n=10) provenientes da cidade de Pindamonhangaba, São Paulo, apresentando valores que variaram de 152,8 e 542,2 $\mu\text{g/g}$ nas amostras processadas.²¹

A concentração de vitamina E do pólen apícola variou entre 16,27 e 38,64 $\mu\text{g/g}$ nas amostras estudadas. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira variando de 8,2 e 32,4 $\mu\text{g/g}$ nas amostras processadas.²¹

A concentração de carotenóides totais do pólen apícola variou de 25,34 a 268,5 $\mu\text{g/g}$. Quanto ao β -caroteno, os resultados variaram entre 3,14 e 77,88 $\mu\text{g/g}$ nas amostras processadas. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira com concentrações de carotenóides totais variando de 4,6 a 178,7 $\mu\text{g/g}$ e de β -caroteno variando entre 32,3 e 90,48 $\mu\text{g/g}$ nas amostras processadas, chamando a atenção ainda para a ausência de β -caroteno nas amostras coletadas no mês de Abril de 2005.²¹ Já Muniategui et al., mostraram valores de 0,49 a 242,6 $\mu\text{g/g}$ de amostra para carotenóides totais e obtiveram em média 10 $\mu\text{g/g}$ de β -caroteno em amostras comerciais de pólen apícola da Espanha.⁸

O valor pró-vitaminico A das amostras processadas variou entre 0,26 e 6,48 μg de retinol (12 μg de β -caroteno correspondendo a 1 μg de retinol). A ingestão diária recomendada para vitamina A é de 900 $\mu\text{g/dia}$ para homens e de 700 $\mu\text{g/dia}$ para mulheres, logo, em termos de rotulagem, apenas o lote D pode ser considerado fonte desta vitamina, através de quantidade de β -caroteno que apresenta.³⁰ A porção diária recomendada de pólen apícola seco de 25 gramas forneceria 162 μg de retinol, ou seja, 18% da ingestão diária recomendada para homens e 23% para mulheres.

A análise de correlação entre os tipos polínicos e os nutrientes estudados mostra uma forte associação positiva entre a concentração de vitamina C e as porcentagens dos tipos polínicos Myrtaceae tipo *Myrcia* e Passifloraceae, indicando que maiores porcentagens destes tipos polínicos podem estar associadas a maiores concentrações de vitamina C nas amostras de pólen apícola. Os carotenóides totais e o β -caroteno apresentaram perfis semelhantes nas associações com alguns tipos polínicos específicos, conforme mostra a Tabela 4. De acordo com a tabela apresentada, sugere-se que maiores porcentagens dos tipos polínicos Arecaceae tipo *Astrocaryum*, Cecropia

e Fabaceae estão fortemente associados a maiores concentrações tanto de carotenóides totais quanto de -caroteno nas amostras de pólen apícola. Enquanto que maiores teores dos tipos Mimosaceae tipo *Mimosa caesalpiniaefolia* e Poaceae estão fortemente associados a menores quantidades destes nutrientes.

Houve uma forte associação negativa entre o conteúdo de proteínas e a porcentagem do tipo polínico Arecaceae tipo *Astrocaryum*, indicando que maiores porcentagens deste tipo polínico pode estar associada a maiores concentrações de proteínas nas amostras de pólen apícola. Com relação aos lipídeos, houve forte associação positiva e significativa entre a sua porcentagem e as dos tipos polínicos Arecaceae tipo *Astrocaryum* e Fabaceae. Isto indica que quanto maior a presença destes tipos polínicos maior será o conteúdo de lipídeos no pólen apícola. Já o tipo polínico Mimosaceae tipo *Mimosa caesalpiniaefolia* mostrou uma forte correlação negativa e significativa com a concentração de lipídeos, sugerindo que maiores porcentagens deste tipo polínico está associado a menores quantidades de lipídeos no pólen apícola.

Houve ausência de correlações significativas entre os tipos polínicos com relação às concentrações de vitamina E e de cinzas, sugerindo que os tipos polínicos encontrados nas amostras estudadas não interferem nas concentrações destes nutrientes.

CONCLUSÃO

A composição centesimal das amostras estudadas está de acordo com as especificações estabelecidas pela legislação brasileira em vigor (Instrução Normativa Nº 3, 19/01/2001), bem como pelas legislações Argentina e Suíça. Foram encontradas as vitaminas antioxidantes (vitamina C, E e β -caroteno) em concentrações variáveis nas amostras estudadas.

Houve grande variabilidade dos tipos polínicos encontrados nas amostras e alguns deles estiveram fortemente correlacionados com os teores de vitamina C (Myrtaceae tipo *Myrcia*), de -caroteno (Arecaceae, *Cecropia* e Fabaceae) e de lipídeos (Arecaceae e Fabaceae). Outros estiveram correlacionados de forma negativa, como é o caso dos tipos *Mimosa caesalpiniaefolia* e Poaceae com os níveis de -caroteno, do tipo Arecaceae com as proteínas e do tipo *Mimosa caesalpiniaefolia* com os lipídeos.

AGRADECIMENTOS

À empresa PRONATU Laboratório de Produtos Naturais Ltda, pelo fornecimento das amostras; Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (Processo 06/59187-9) pela bolsa concedida e apoio financeiro, respectivamente.

REFERÊNCIAS

1. Witherell PC. Otros productos de la colmena. In: Dadant E, editor. La colmena y la abeja mellifera. Montevideo: Hemisferio Sur; 1975. p. 684.
2. Barth OM. O pólen no mel brasileiro. Rio de Janeiro: Gráfica Luxor; 1989. 150 pp.
3. Moreti ACCC, Marchini LC, Souza VC, Rodrigues RR. Atlas do pólen de plantas apícolas. Rio de Janeiro: Papel Virtual; 2002. 93 pp.
4. Barreto LMRC, Funari SRC, Orsi RO, Dib APS. Produção de Pólen no Brasil. Taubaté-SP: Cabral Editora e Livraria Universitária; 2006. 99 pp.
5. Schmidt JO, Buchmann SL. Other products of hive. In: Graham JM, Amgrose JT, Langstroth LL, editors. The hive and te honey bee: a new book on beekeeping which contains the tradition of "Langstroth on the hive and the honeybee". Hamilton: Dadant; 1992. p. 928-77.
6. Almeida-Muradian LB, Pamplona LC, Coimbra S, Barth OM. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. *J Food Compos Anal.*2005; 18: 105-11.
7. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa n.3, de 19 de janeiro de 2001. aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Apitoxina, Cera de Abelha, Geleia Real, Geleia Real Liofilizada, Pólen Apícola, Própolis e Extrato de Própolis. Acesso em: 14 Ago. 2008. Disponível em: <http://legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=12479&word>.
8. Muniategui S, Sancho MT, Lopez J, Huidobro JF, Simal J. Determination of carotenes from bee-collected pollen by high performance liquid chromatography. *J Apic Res.*1990; 29: 147-50.
9. Campos MG, Cunha A, Markham KR. Bee pollen: composition, properties and application. In: Mizrahi A, Lensky Y, editors. Bee products: properties, applications and apitherapy. New York: Plenum Press; 1997. p. 93-100.
10. Elliot JG. Application of antioxidant in foods and beverage. *Food Technol.*1999; 53: 46-8.
11. Villanueva MTO, Marquina AD, Serrano RB, Abellán GB. The importance of bee-collected pollen in the diet: a study of its composition. *Int J Food Sci Nutr.*2002; 53: 217-24.
12. Bastos DHM, Barth OM, Rocha CI, Cunha IBS, Carvalho PO, Torres EAS, et al. Fatty acid composition and palynological analysis of bee (Apis) pollen loads in the states of São Paulo and Minas Gerais, Brazil. *J Apic Res.*2004; 43: 35-9.
13. Funari SRC, Rocha HC, Sforcin JM, Filho HG, Curi PR, Gomes Dierckx SMA, et al. Composição bromatológica e mineral de pólen

- coletado por abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) em Botucatu, Estado de São Paulo. *Archivos ALPA*.2003; 11: 88-93.
14. Campos MGR, Bogdanov S, Almeida-Muradian LB, Szczesna T, Mancebo Y, Frigerio C, et al. Pollen composition and standardisation of analytical methods. *J Apic Res Bee World*.2008; 47: 156-63.
 15. Liapis AI, Millman MJ, Marchello JM. An analysis of the lyophilization process using a sorption-sublimation model and various operational policies. *AIChE Journal*.1985; 31: 1594-604.
 16. Boss EA. Modelagem e otimização do processo de liofilização: aplicação para leite desnatado e café solúvel [Tese de Doutorado]. Campinas, Brasil: Universidade Estadual de Campinas, 2004. 129 pp.
 17. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official methods of analysis. 16th ed. Washington: The Institute; 1995.
 18. Almeida-Muradian LB, Bera A, Felsner ML, Cano CB. Produtos Apícolas. In: Almeida-Muradian LB, Pentead MDVC, editores. *Vigilância sanitária: tópicos sobre legislação e análise de alimentos*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007. p. 183-98.
 19. Instituto Adolfo Lutz (São Paulo - Brasil). Métodos físico-químicos para análise de alimentos: normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 4^a ed. Brasília (DF): ANVISA; 2005.1018pp.
 20. Presoto AEF, Rios MDG, Almeida-Muradian LB. HPLC determination of alpha-tocoferol, beta-carotene and proximate analysis of Brazilian parsley leaves. *Boll Chim Ig*.2000; 51: 111-14.
 21. Oliveira KCLS. Caracterização do pólen apícola e utilização de vitaminas antioxidantes como indicadoras do processo de desidratação [Dissertação de Mestrado]. São Paulo, Brasil: Universidade de São Paulo, 2006. 106 pp.
 22. Rodriguez-Amaya DB. *A Guide to Carotenoid Analysis in Foods*. Washington: ILSI Press; 2001. 64 pp.
 23. *Statistica Version 8.0 for Windows*. Tulsa: StatSoft; 2007. v. 1.
 24. Krell R. Value-added products from beekeeping. Rome: FAO; 1996. p. 87-113.
 25. Código Alimentario Argentino de pólen. Artículo 785 – Resolución 1550 de 12 de dezembro de 1990. Capítulo X, página 15. Acesso em 31 Jan. 2008. Disponível em: http://www.anmat.gov.ar/codigoa/CAPITULO_X_Azucarados_atualiz_06-03.pdf.
 26. Bogdanov S, Bieri K, Gremaud G, Iff D, Känzig A, Seiler K, et al. *Swiss Food Manual Chapter 23 B: Bienenprodukte - Pollen, BAG* (Swiss Federal Office for Public Health), Berne; 2004.
 27. Bastos DHM, Rocha CI, Cunha IBS, Carvalho PO, Torres EAS. Composição e qualidade de pólen apícola comercializado em algumas cidades nos estados de São Paulo e Minas Gerais – Brasil. *Rev Inst Adolfo Lutz*.2003; 62: 239-44.
 28. Marchini LC, Reis VDA, Moreti ACCC. Composição físico-química de amostras de pólen coletado por abelhas Africanizadas *Apis mellifera* (Hymenoptera:Apidae) em Piracicaba, Estado de São Paulo. *Cienc Rural*.2006; 36: 949-53.
 29. Szczesna T, Rybak-Chimielewska H, Bornus L. Effect of storage on variation of contents vitamin C and A in pollen collected bees. *Apiacta*.1991; 2. Acesso em: 30 Jan. 2008. Disponível em: <http://www.apimondiafoundation.org/foundation/files/1991/Teresa%20SZCZESNA,%20Helena%20RYBAK-CHIMIELEWSKA,%20L.%20BORNUS.pdf>.
 30. Dietary Reference Intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc, 2000. Acesso em: 09 Ago. 2008. Disponível em: <http://books.nap.edu/books/0309072794/html>.