



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**JOSÉ ELTON DE MELO NASCIMENTO**

**VARIAÇÃO TEMPORAL NA PRODUÇÃO E VALOR NUTRICIONAL DO PÓLEN**  
**USADO NA DIETA DE *APIS MELLIFERA* L. EM FLORESTA ESTACIONAL**  
**SEMIDECIDUAL**

**FORTALEZA- CEARÁ**

**2016**

**JOSÉ ELTON DE MELO NASCIMENTO**

Zootecnista

**VARIAÇÃO TEMPORAL NA PRODUÇÃO E VALOR NUTRICIONAL DO PÓLEN  
USADO NA DIETA DE *APIS MELLIFERA* L. EM FLORESTA ESTACIONAL  
SEMIDECIDUAL**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção e Melhoramento Animal.

Orientador: Profa. Dra. Cláudia Inês da Silva.

**FORTALEZA - CE**

**2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- N193v Nascimento, José Elton de Melo.  
Variação temporal na produção e valor nutricional do pólen usado na dieta de *Apis Mellifera L.* em floresta estacional semidecidual. /José Elton de Melo Nascimento. – 2016.  
135 f.: il., color.;
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Mestrado em Zootecnia, Fortaleza, 2016.  
Área de Concentração: Concentração abelhas e polinização.  
Orientação: Profa. Dra. Cláudia Inês da Silva.
1. Abelha - Criação. 2. Nutrição animal. 3. Pólen. I. Título.

---

CDD 636.08

JOSÉ ELTON DE MELO NASCIMENTO

VARIAÇÃO TEMPORAL NA PRODUÇÃO E VALOR NUTRICIONAL DO PÓLEN  
USADO NA DIETA DE *APIS MELLIFERA* L. EM FLORESTA ESTACIONAL  
SEMIDECIDUAL


Dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção título de Mestre em Zootecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se a disposição dos interessados na Biblioteca de Ciências e Tecnologia da referida Universidade.

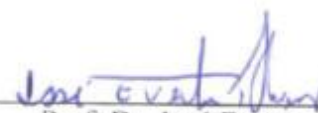
Área de concentração: Produção e Melhoramento Animal.

Aprovada em: 26/01/2016

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Prof.ª. Dra. Cláudia Inês da Silva (ORIENTADORA)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. PhD. Breno Magalhães Freitas  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Everton Alves  
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

À Deus, por estar sempre ao meu lado me dando forças.

Aos meus pais, irmãos, professores e amigos, por todo o apoio e motivação dado na busca dos meus objetivos.

**DEDICO**

*“As mãos que ajudam são mais sagradas que os  
lábios que rezam”*

*(Madre Tereza de Calcutá)*

## AGRADECIMENTOS

À **Deus**, razão da minha existência, esperança, fonte de sabedoria, amor e salvação. Presença constante e evidente em minha vida. Sem ele, não teria nenhuma palavra aqui escrita.

Aos meus pais José Avelino do Nascimento e Maria Aparecida de Melo Nascimento, que fruto desse amor nasceram 15 filhos (Elizabeth, Emerson, Edivaldo, Elizene, Ednaldo, Ednardo, Elionardo, Elanea, Lainha, Edilene e Tiago), e que mesmo diante das dificuldades enfrentadas, sempre nos ensinaram a trabalhar e estudar, e acima de tudo nos repassaram valores que levarei comigo por toda vida.

Aos meus cunhados (a) Janiele, Gleizer, Reginaldo, Lochaider, e Valter, Zeneide, Kescia.

A minha avó Raimunda Mota, que me acolheu em sua residência durante o curso de graduação, foi uma das apoiadoras desse projeto, me presenteando com as 10 colônias, as quais foram usadas nesse estudo.

Ao Grupo de Pesquisas com Abelhas e Polinização (GPAP) no qual foi dado início esse trabalho e esteve a disposição a me ajudar: Patrícia Matias, Talícia Marinho, Marcela Sheila, Getulho, Rithele, Fernando Aguiar, Yan Igor, Jéssica Clemente, Brena Kelly, Paulo Michael, João Paulo Pereira e Agrimaldo Santana, Linda Helen.

À Universidade Federal do Ceará e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade de cursar a Pós-Graduação.

À minha Orientadora professora Dra. Claudia Inês da Silva, pela orientação e por ser uma excelente pessoa e profissional, a quem sou imensamente grato por acreditar em mim, e por ter acolhido esse projeto sempre com muito boa vontade e disponibilidade.

Ao professor Dr. José Everton Alves, que despertou em mim o desejo de trabalhar com abelhas ainda durante a graduação. O qual instigou a elaboração deste projeto de pesquisar sobre o potencial da Serra da Meruoca para a apicultura. Durante todo o desenvolvimento do projeto esteve presente e colaborando, sempre pronto a ajudar, não importando o momento, e sendo acima de tudo muito amigo.

Ao professor Dr. Breno Magalhães Freitas pelas suas contribuições sempre prestativas nos momentos de necessidade.

Ao amigo Dr. José Alípio José de Sousa Pacheco-filho, pela colaboração com as análises estatísticas do trabalho e sua incansável ajuda em todas as horas durante todo o trabalho.

Ao Herbário Professor Francisco José de Abreu Matos – HUVA na Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), na pessoa da professora Dr<sup>a</sup>. Marlene Feliciano professor Dr. Elnatan Sousa e o biólogo Francisco Diego. Além de estagiários que também contribuíram na identificação das espécies botânicas coletados na serra da Meruoca.

Aos amigos que sempre pude contar, Jânio Ângelo Felix que ainda na graduação me ajudou instalar o apiário e como maneja as colônias e por sua amizade sincera acima de tudo, Iralde Lima, Anderson Vieira e Leonardo dos Santos, Camila lemos, pela parceria e compartilhamento dos desafios.

A todos os amigos do Grupo de Pesquisas com Abelhas da UFC que sempre estiveram à disposição para ajudar a minha gratidão: Antonio Diego de Melo, Epifânia Rocha, Gercy Pinto, Ariane Cavalcante, Ângela Gomes, Hiara Marques, Rafael Ramalho.

Aos estagiários Emanuel Sousa e Bruno pela colaboração na realização desse trabalho.

A empresa Bayer CropScience e a RCPol (*Rede de Catálogos Polínico online*) pelo apoio técnico e financeiro na construção do Catálogo Polínico da Serra da Meruoca.

Ao colegas, Jefferson Nunes, Elisa Queiroz, Bruno Nunes pela auxílio na elaboração do terceiro capítulo.

A professora Elzânia Pereira, coordenadora do Laboratório de Nutrição Animal (LANA-DZO-CFU), por me permitir realizar as análises bromatológicas e a professora Arlete coordenadora do Laboratório de Anatomia Vegetal, por permitir a utilização do microscópio para a captura de imagens dos grãos de pólen.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) que me concedeu uma bolsa de estudos (processo nº. 131596/2014-4) durante o mestrado, possibilitando a obtenção do título de mestre em Zootecnia.

A todos os amigos e pessoas que fizeram e fazem parte da minha vida, deixo minha eterna gratidão pela experiência compartilhada.



# VARIAÇÃO TEMPORAL NA PRODUÇÃO E VALOR NUTRICIONAL DO PÓLEN USADO NA DIETA DE *APIS MELLIFERA* L. EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL

## RESUMO GERAL

O pólen apícola é um produto das abelhas *Apis mellifera* que possui alto valor nutricional, indispensável para a manutenção de suas colônias. Além disso, representa uma importante fonte de renda para apicultores de diversos países. Mas, a falta de conhecimento sobre a flora polinífera e sua contribuição no valor nutricional ainda são entraves para a expansão da produção do pólen apícola. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo analisar o potencial da produção, a variação temporal, a origem botânica e o valor nutricional do pólen apícola produzido por *A. mellifera* em Floresta Estacional Semidecidual na Serra da Meruoca (FESSM). Para isso foram coletadas 15 amostras de pólen mensalmente em cada colônia (n=10), durante 12 meses. Cada amostra foi dividida em duas partes, sendo uma destinada à análise bromatológica e a outra à análise da origem botânica. A dieta de *A. mellifera* na FESSM foi composta por 74 tipos polínicos distribuídos em 58 gêneros e 27 famílias. As famílias botânicas mais representativas em número de espécies foram Leguminosae (n= 16), Asteraceae (11) e Rubiaceae (6). O gênero *Mimosa* (Leguminosae) apresentou o maior número de espécie (n=7) em floração durante o período de estudo. Ao longo do ano dois picos produtivos de pólen apícola foram encontrados, um no período seco e outro no período chuvoso, com valores mais elevados no período chuvoso. A análise do valor nutricional considerando, proteína bruta, carboidratos, extrato etéreo e matéria mineral variaram ao longo do período estudado. Sendo a matéria seca influenciada pela precipitação. Alguns grupos taxonômicos apresentaram relação positiva com os nutrientes. Embora a dieta do *A. mellifera* seja amplamente diversificada, essa espécie de abelha direciona a maior parte de seu esforço no forrageamento de pólen em espécies do gênero *Mimosa* e em *Attalea speciosa*. Este estudo mostra que a FESSM apresenta espécies de plantas altamente nutritivas e um elevado potencial para a produção de pólen apícola.

**Palavras-chave:** Apicultura; Flora apícola; Nutrição; Nutrição animal; Pólen apícola; Produção de pólen.

**TEMPORAL VARIATION IN PRODUCTION AND NUTRITIONAL VALUE OF  
POLLEN USED IN THE DIET OF *APIS MELLIFERA* L. IN A SEASONAL  
SEMIDECIDUOUS FOREST**

**GENERAL ABSTRACT**

Bee pollen is a product of *Apis mellifera* with high nutritional value, indispensable for the maintenance of its colonies. It is also an important source of income for beekeepers in different countries. However, the lack of knowledge about the polliniferous flora and its contribution to the nutritional value is an obstacle to increase the production of bee pollen. In this sense, this study analyzed the potential of production, the temporal variation, the botanical origin and the nutritional value of bee pollen produced by *A. mellifera* in a seasonal semideciduous forest at Serra da Meruoca (FESSM). Once in a month, we collected 15 pollen samples in each colony (n= 10) over a period of 12 months. Each sample was divided into two parts, one for chemical analysis and another for botanical origin analysis. The diet of *A. mellifera* consisted of 74 pollen types distributed in 58 genera and 27 families. The botanical families Leguminosae (n= 16), Asteraceae (11) and Rubiaceae (6) were the most representative in number of species. *Mimosa* (Leguminosae) had the highest number of species (n= 7) contributing pollen during the study period. As for the production of bee pollen, we found two production peaks, with higher values in the rainy season. Results of the nutritional value considering crude protein, carbohydrates, lipids and mineral matter indicated changes over the study period, with influence of rainfall on the dry matter content. Some taxonomic groups showed a positive relationship with nutrients. Although the diet of *A. mellifera* is broadly diversified, this species uses most of its pollen foraging effort in the genus *Mimosa* and the species *Attalea speciosa*. This study shows that FESSM presents species of highly nutritious plants and a high potential for the pollen production.

**Keywords:** Animal nutrition; Bee flora; Bee pollen; Beekeeping; Nutrition; Pollen production

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1-** Percentual médio nutricional do pólen apícola em diferentes países no mundo. (\*pólen fresco).....17
- Tabela 2-** Percentual médio nutricional do pólen apícola brasileiro representado por pesquisadores em todas as regiões do país. Tipo de Vegetação: Vegetação urbana (VB), Floresta Estacional Semidecidual (FES) Mata Atlântica (MA) Sem informação (SI).....18
- Tabela 3-** Variação temporal na dieta de *Apis mellifera* em Floresta Estacional Semidecidual no Estado do Ceará no período de novembro de 2012 a outubro de 2013.....38-41
- Tabela 4.-** Resultados dos modelos lineares generalizados (GLM) de fatores que influenciam as variáveis bromatológicas do pólen apícola produzido por *Apis mellifera* em Floresta Estacional Semidecidual no Estado do Ceará no período de novembro de 2012 a outubro de 2013. ....44
- Tabela 5.-** Correlação dos grupos taxonômicos com as variáveis bromatológicas do pólen apícola produzido por *Apis mellifera* em Floresta Estacional Semidecidual no Estado do Ceará no período de novembro de 2012 a outubro de 2013 .....44
- Tabela 6.-** Estados exportadores de mel natural de janeiro a novembro de 2015 com seu respectivo valor de venda (US\$ FOB) e peso líquido (kg).....57

## LISTA DE FIGURAS

- Figure 1-** Localização da área de estudo (A-C). A área de proteção ambiental da Serra da Meruoca está delimitada pela linha em vermelho. Em amarelo o local do estudo (3°35'40.63"S; 40°24'11.91"O; D: Precipitação no Município de Meruoca durante o período de estudo. **Fonte:** (Araujo, 2013), com adaptações.....33
- Figura 2-** Dendrograma de similaridade (índice de Bray-Curtis e algoritmo grupo pareado) na composição do pólen amostrados nas colônias de *Apis mellifera* em Floresta Estacional Semidecidual no Estado do Ceará no período de novembro de 2012 a outubro de 2013.....42.
- Figura 3-** Variação temporal na produção de pólen apícola usado na dieta de *Apis mellifera* e no seu valor nutricional. (a): Produção anual de pólen apícola (b): Proteínas totais (c): Carboidratos totais (d ): Extrato etéreo. (e): Matéria mineral. (f): Matéria seca. O símbolo + representa a média de cada mês. Meses em cor de cinza representa o período chuvoso, enquanto que os meses em branco representam o período seco.....43
- Figura 4-** Correlação de Spearman entre variáveis dependentes. (a): Produção anual de pólen apícola e precipitação. (b): Extrato etéreo e número de tipos polínicos. (c): Matéria mineral e tipos polínicos. D: Matéria seca e precipitação.....45
- Figure 5.** Localização da área de estudo, onde mostra uma imagem aérea do local onde foi instalado o apiário, ponto em amarelo e em branca demarcação da área (1000m) de coleta do material botânico, tendo como ponto central o apiário.....59

## SUMÁRIO

CAPITULO I .....	14
REFERENCIAL TEÓRICO .....	14
1. A produção e a comercialização do pólen no mundo e no Brasil .....	15
1.1. Definição de pólen e pólen apícola .....	16
1.2. Propriedades nutricionais do pólen apícola para a colônia.....	17
1.3. Uso do pólen na medicina e na alimentação humana .....	19
1.4. Pasto apícola: importância, manejo e qualidade dos produtos.....	21
REFERÊNCIAS.....	21
CAPITULO II.....	31
VARIAÇÃO TEMPORAL NA PRODUÇÃO E VALOR NUTRICIONAL DO PÓLEN USADO NA DIETA DE <i>APIS MELLIFERA</i> L. EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL .....	31
1.INTRODUÇÃO.....	32
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	33
2.1 Área de estudo .....	33
2.2 Composição florística e pasto apícola .....	33
2.3 Preparação da coleção de pólen .....	34
2.4 Coleta do pólen nas colônias de <i>Apis mellifera</i> .....	34
2.5 Análise do pólen .....	34
2.5.1 Análise bromatológica .....	35
2.5.2 Análise da origem botânica do pólen .....	35
2.6 Análises dos dados.....	36
3. RESULTADOS .....	36
4. DISCUSSÃO .....	45
5. CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS.....	48

<b>CAPITULO III.....</b>	<b>52</b>
<b>CATÁLOGO POLÍNICO DAS PLANTAS USADAS POR APIS MELLIFERA EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NA SERRA DA MERUOCA-CE.....</b>	<b>52</b>
<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>53</b>
<b>1. CARACTERIZAÇÃO DO MACIÇO DA MERUOCA.....</b>	<b>54</b>
<b>2.SOBRE A APICULTURA.....</b>	<b>56</b>
<b>3.MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>58</b>
<b>3.1. Área de estudo.....</b>	<b>58</b>
<b>3.2 Composição florística e pasto apícola.....</b>	<b>59</b>
<b>3.3. Preparação da coleta de pólen.....</b>	<b>60</b>
<b>CATÁLOGO POLÍNICO.....</b>	<b>61</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>126</b>

**CAPITULO I**  
**REFERENCIAL TEÓRICO**

## 1. A produção e a comercialização do pólen no mundo e no Brasil

A produção comercial de pólen tem ganhado a atenção dos apicultores em vários países com potencial apícola. Isso ocorre principalmente em razão do aumento da procura de produtos naturais em países onde tradicionalmente a população consome o pólen apícola (YANG et al., 2013).

Atualmente, países como a China, EUA, Japão e a União Europeia (Alemanha, França e Reino Unido) são os principais países importadores e consumidores de pólen apícola. A Espanha destacava-se como o maior produtor mundial até o ano de 2013, seguida pela China, Austrália e Argentina. Juntos esses países apresentavam uma produção de aproximadamente 1500 toneladas por ano (ESTEVINHO et al., 2012). No entanto, segundo Valdéz (2014) esse cenário mudou entre 2012 e 2013, e a Espanha reduziu em 60% sua produção devido a instabilidade na precipitação pluvial no país. Segundo o autor, atualmente entre os países que mais produzem o pólen apícola estão, a Austrália, Argentina, Brasil, China, Espanha e Vietnam.

Diante de seu extenso território e diversidade vegetacional e climática, o Brasil apresenta-se como um potencial produtor de pólen apícola. Contudo, somente na década de 80, o país passou a despertar interesse pela produção desse pólen (BARRETO et al., 2006; NEVES et al. 2009). Atualmente todos os estados brasileiros produzem pólen apícola, com oscilações na produção dependendo da região do país (BARRETO et al., 2005). A produção de pólen no Brasil está concentrada em dois importantes polos, Santa Catarina e Bahia, que podem chegar a produzir entre 900 a 4.000g por colônia/mês (BARRETO et al., 2006; NEVES et al., 2009).

O Estado do Ceará é um dos promissores para a produção de pólen apícola orgânico e do tipo exportação. Contudo, esse produto ainda é pouco explorado. A maior produção de pólen apícola neste Estado ocorre durante o período chuvoso, variando entre 28,12 até 700 g/colmeia/mês (LIMA, 1995).

A variação temporal na produção de pólen, de maneira geral, pode ocorrer por vários fatores, dentre estes destacam-se o florescimento de uma ou mais espécies de plantas localmente abundantes, variações nas condições climáticas, o tamanho das colônias, a quantidade de área de cria e idade da rainha (PANKIW et al., 1998; KELLER; IMDORF, 2005; DIMOU; THRASYVOULOU, 2007; REBOLLEDO et al., 2011). Considerando a produção global de pólen apícola, outro fator importante que deve ser considerado é a ampla criação de várias subespécies de *Apis mellifera* que está sendo usada com essa finalidade.



Diferentemente da produção de mel, a produção de pólen apícola ainda é um produto pouco explorado e sua produção é ínfima diante do seu potencial de produção.

### 1.1. Definição de pólen e pólen apícola

O termo pólen se refere a estrutura reprodutiva da plantas, também conhecido por micrósporo, que produz e transporta o gameta masculino (RAVEN et al., 2007). O micrósporo é formado no interior das anteras, sendo este gerado por meio de meiose a partir de células mãe de micrósporo, originando tétrades de células haplóides (LABOURIAU, 1973; RAVEN et al., 2007). Geralmente os grãos de pólen são microscópicos e podem apresentar diferentes tamanhos, sendo classificados como muito pequenos ( $<10\mu\text{m}$ ), pequenos ( $10\text{-}25\mu\text{m}$ ), grandes ( $50\text{-}100\mu\text{m}$ ) e gigantes ( $>200\mu\text{m}$ ) (SILVA, et al., 2010). O tamanho diminuto do pólen facilita o seu transporte até o estigma das flores. O grão de pólen apresenta uma parede, formada por duas camadas protetoras, a exina e intina. A exina é constituída por uma substância altamente resistente denominada esporopolenina (ZETSCHE, 1932). O pólen pode apresentar formas, cores e estruturas morfológicas diferentes de acordo com a espécie vegetal de origem (ERDTMAN, 1960; MORRE: WEBB, 1978; MIRANDA; ANDRADE, 1990; MORETI, 2002; SILVA, 2010, SILVA et al., 2012).

Para que a dieta das abelhas seja atendida é preciso que haja plantas disponíveis que forneçam o néctar, denominadas de plantas nectaríferas e plantas que disponibilizam grandes quantidades de pólen, denominadas de plantas poliníferas. Porém, existe diferença entre o pólen produzido pelas plantas e o pólen apícola.

A relação entre flor e visitante é estabelecida na maioria das vezes, por meio de algum tipo de recurso floral disponível (AGOSTINI; LOPES; MACHADO, 2014). Apesar disso, a procura por alimentos e os mecanismos que regulam a sua quantidade e qualidade são peculiaridades ecológicas importantes na evolução de todos os organismos (PANKIW et al., 1998). As abelhas utilizam em sua dieta principalmente dois recursos florais, néctar e pólen para a manutenção de adultos e imaturos (MICHENER, 2007).

O termo pólen apícola é resultado da aglutinação do pólen das flores que recebe pequenas quantidades de néctar e outras substâncias salivares das abelhas *Apis mellifera* (BARTH, 2004). Esse processo é feito pelas abelhas forrageiras para facilitar sua aderência nas corbículas e o seu transporte até a colônia. Esse pólen é então recolhido durante o regresso das abelhas para a colméia depois do forrageamento. Geralmente para recolher o pólen apícola são usados coletores que ficam dispostos nas entradas das colmeias (WIESE, 2005; BRASIL, 2001; BARRETO, 2006; SILVA et al, 2010; PEREIRA et al, 2011; MILFONT et

al., 2011; ARRUDA et al., 2013). A natureza química do pólen apícola o torna um dos alimentos mais completos da natureza, com propriedades nutricionais e terapêuticas (bioativas) de interesse também na alimentação humana (KOMOSINSKA-VASSEV et al. 2015).

## 1.2. Propriedades nutricionais do pólen apícola para a colônia

Na composição do pólen apícola, são encontradas mais de 200 substâncias (KOMOSINSKA-VASSEV et al., 2015), tendo como principais constituintes proteínas (globulinas, prolaminas, glutaminas, e albuminas), aminoácidos (asparagina, serina, glutaminas, glicina, histidina, arginina, treonina, alanina, prolina, cisteína, tirosina, valina, metionina, lisina, isoleucina, fenilalanina, aspartato, leucina) e lipídios. Dentre as proteínas, as globulinas, prolaminas, glutaminas e albuminas são as mais representativas. Seu valor protéico tem ampla variação que vai de 2,5 a 61% (ROULSTON et al., 2000). Além disso, o pólen possui ainda fibras, enzimas, sais minerais, açúcares e vitaminas A, B, C, D, E (MARCHINI et al., 2006; FEÁS et al., 2012; ARRUDA et al., 2013; SILVA et al., 2014; AVNI et al., 2014; BOGDANOV, 2015; SATTLE et al., 2015).

A constituição físico-química do pólen pode variar de acordo a localidade (Tabela 1), espécie vegetal, condições ambientais, idade e estado nutricional da planta, estágio de desenvolvimento do pólen, estações do ano e diferentes anos (ROULSTON et al., 2000; SZCZESNA et al., 2002; NOGUEIRA et al., 2012). O valor nutricional do pólen apícola brasileiro foi estudado também em várias as regiões (Tabela 2)

Tabela 1. Percentual médio nutricional do pólen apícola em diferentes países no mundo. (\*pólen fresco)

Propriedades do pólen apícola	Países										
	BRA	PER	CHN	ARG	ESP	POR	CHI	SRB	VEN	ISR	SAU
Proteína	22,53	15,3	21,6	24,03	18,4	21,8	35,4	19,49	34,74	39,8	17,4
Umidade	*22,61	11,6	-	5,82	7,6	0,39	-	9,67	15,43	-	9,7
Lipídeos	3,72	0,16	3,5	4,55	3,0	5,2	3,46	2,69	3,12	-	3,7
Cinzas	2,66	2,7	3,1	3,04	1,8	2,9	-	2,38	2,00	-	2,9
Carboidratos	70,68	-	70		76,6	67,7	30,76	75,41	-	-	-
Fibra bruta	-	-	-	0,97	-	-	-	-	-	-	0,8
Açúcares	-	43,2			35,2	-	-	-	-	-	-
Energia (kcal)	-	-	404,4		407,5	404,3	-	376,05	-	-	-
pH	-	-	-	5,46	4,8	4,8	-	-	-	-	-

**Fonte:** BRA, ver Tabela 2. ARANEDA et al., 2015 (Chile-CHI), SAAVEDRA et al., 2013 (Lambayeque-Perú), YANG et al., 2013 (Pólen adquiridos de 12 regiões China-CHN), TAHA, 2015 (King Faisal University, Al-Ahsa, Arábia Saudita-SAU), AVNI et al., 2014 (Mediterrâneo oriental, Israel-ISR), FEÁS et al., 2012( Portugal-POR), NOGUEIRA et al., 2012 (pólen comercial, Espanha-ESP), CORONEL et al., 2004 ( pólen comercial, Argentina-ARG), SANTIAGO, 2008 (estado Mérida, Venezuela-VEN), KOSTIC et al., 2015( Região central e norte da Servia-SRB).

Tabela 2. Percentual médio nutricional do pólen apícola brasileiro representado por pesquisadores em todas as regiões do país. Tipo de Vegetação: Vegetação urbana (VB), floresta estacional semidecidual (FES) Mata Atlântica (MA) Sem informação (SI).

Regiões	Tipos de Vegetação	Fonte	Propriedades do pólen apícola				
			Proteína	Umidade	Lipídeos	Cinzas	Carboidratos
SE	AU	(1)	26,2	24,1	5,1	2,6	-
NE, CO, S, SE	SI	(2)	15,78	3,96	3,82	2,89	-
SE	AU	(3)	21,4	23,6	3,6	2,9	-
SE	FES	(4)	26,00	27,47	2,44	2,92	68,63
NE	AU	(5)	22,96	4,55	3,99	2,35	-
SE	FES	(6)	26,2	15,3	3,6	2,1	68,1
SE	MA	(7)	23,59	2,34	4,97	3,08	-
S, SE, CO, NE	SI	(8)	19,12	5,41	2,56	2,56	-
SE	AU	(9)	23,38	3,47	5,39	2,98	-
SE	AU	(10)	21,7	-	3,22	2,45	-
S	SI	(11)	19,8	3,4	3,4	2,0	-
NE	FES	(12)	22,61	27,27	2,62	2,16	72,73

**Fonte:** (1) FUNARI et al., 2003 (Botucatu – SP) ; (2) BARRETO et al., 2005 (várias regiões do Brasil); (3) MARCHINI et al., 2006 (Piracicaba – SP); (4) MODRO 2007 (Viçosa e Paula Cândido –MG); (5) RIBEIRO; SILVA, 2007 (Teresina- PI); (6) MODRO, 2009 (Viçosa - MG); (7) MELO et al., 2009 (Vale do Ribeira SP); (8) MARTINS et al., 2011 (12 estados brasileiros); (9) ARRUDA et al., 2013 (Pariquera-Açu- SP); (10) NEGRÃO et al., 2014 ( Botucatu – SP); (11) SATTLE et al., 2015 (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul); (12) Presente trabalho (floresta estacional semidecidual- Município de Meruoca-Ce ).

Todos os nutrientes presentes no pólen têm um valor inquestionável, e deles dependem as abelhas para manutenção de suas colônias. Para o bom funcionamento da colônia, as abelhas necessitam que o pólen tenha em torno de 20% de proteínas. Da mesma

forma entre os aminoácidos existentes, 10 são essenciais: arginina, histidina, lisina, triptofano, fenilalanina, metionina, treonina, leucina, isoleucina e valina. Dentre os aminoácidos essenciais há uma necessidade maior de leucina, isoleucina e valina, sendo esses limitantes em sua dieta, e a sua falta comprometem o desenvolvimento da colônia (MACHINE et al., 2006; BRODSCHNEIDER; CRAILSHEIM, 2010; PASCOAL et al., 2014).

Outros nutrientes importantes são as vitaminas, minerais e os lipídios, que desempenham um papel biológico importante no organismo dos insetos, sendo responsáveis por garantir o crescimento regular e manutenção das funções biológicas de cada indivíduo. Os minerais agem no balanço iônico e permeabilidade das membranas nos insetos, atuando também como ativador enzimático e fazendo parte da estrutura de alguns pigmentos (PEREIRA et al., 2011; ARRUDA et al., 2013; AGOSTINI; LOPES; MACHADO, 2014).

O pólen armazenado no interior da colônia é denominado “pão de abelha” o qual é adicionado mel e secreções glandulares e posteriormente é compactado nos alvéolos dos favos. A partir desse momento, ocorre a fermentação láctica e o desenvolvimento de microorganismos que ajudam na conservação e digestibilidade, aumentando o valor nutricional deste alimento (WINSTON, 2003; WIESE, 2005; BARRETO et al., 2006; MILFONT et al., 2011).

No “pão de abelha”, as concentrações de aminoácidos essenciais, como leucina e treonina aumentam cerca de 60%. Os açúcares também apresentam níveis mais elevados, quando comparado ao pólen apícola (GRANDI-HOFFMAN; ECKHOLM; HUANG, 2013). Assim como o mel e a própolis, o pólen também é fonte de ácidos fenólicos, responsáveis por combater o estresse oxidativo nas células. Geralmente no pólen apícola são encontrados flavonóides e carotenóides que incluem vários compostos. Estes possuem importantes propriedades antioxidantes que agem na inibição e redução das lesões causadas pelos radicais livres, prejudiciais assim na saúde à saúde das abelhas (NEVES et al., 2009; NAKAJIMA et al., 2009; MATOS et al., 2014; PASCOAL et al., 2014; VULIĆ et al., 2015; SATTLE et al., 2015).

### **1.3. Uso do pólen na medicina e na alimentação humana**

São muitos os benefícios atribuídos ao pólen apícola, no que se refere à saúde humana, principalmente devido ao valor biológico e suas propriedades funcionais, tais como atividades antibacteriana, antifúngica, antianêmica, anticancerígena, anti-inflamatória anti-irradiação, imunoestimulante, hepatoprotetora, analgésico local, entre outras (HARO et al.,

2000; ESTEVINHO et al., 2012; PASCOAL et al., 2014; KOMOSINSKA-VASSEV et al., 2015).

Nas últimas décadas vários estudos foram desenvolvidos (SUZUKI et al., 1992; LINSKENS; JORDE, 1997; RUGENDORFF et al., 1993; BUCK; REES, 1989; ELIST, 2006; SHAPLYGIN; SIVAKOV, 2006; WAGENLEHNER et al., 2009; CAI et al., 2014) com intuito de descobrir outras aplicações terapêuticas ao pólen, em especial no tratamento de problemas prostáticos, doença que atinge muitos homens há partir dos 50 anos.

O uso de extrato de pólen no combate a prostatite crônica revelou melhoras significativas após seis meses de tratamento, em vários sintomas como, aumento da libido, diminuição de disfunções erétil e ejaculação precoce e/ou retardada, quando comparado ao placebo (ELIST, 2006). Em outro estudo utilizando extrato de pólen associado às vitaminas do complexo B, em homens com prostatite e síndrome de dor pélvica crônica, mostrou eficaz (75,6%) com tratamento aplicado, e sintomas totais das doenças (disfunção erétil, ejaculação precoce, disúria) diminuíram, melhorando a qualidade de vida desses pacientes e sem efeitos colaterais, em comparação ao outro tratamento utilizando a partir de ibuprofeno (CAI, et al., 2014).

Um problema mundial que atinge milhares de mulheres todo ano é o câncer de mama, doença grave e que traz consigo vários sintomas. Dentre os quais, os mais frequentes entre pacientes em tratamento anti-hormonal são suores noturnos, dor durante a relação sexual, perda de cabelo, esquecimento, depressão e distúrbios do sono. O estudo feito por MÜNSTEDT et al. (2015) com mulheres com câncer, mostrou que as pacientes que consumiram durante o tratamento, o mel e o pólen apícola, sentiram melhoras significativas nesses sintomas (68,3% e 70,9%, respectivamente).

O pólen apícola também apresenta substâncias bioativas que podem atuar como inibidor de tirosinase, que é enzima responsável pela síntese de melanina (ZHANG et al., 2015). Aumenta a captação de glicose, induzida por insulina, sugerindo potenciais utilizações do extrato de pólen, ou compostos derivados, contra diabetes tipo 2 e síndrome metabólica (FENG et al., 2012). Além disso, desempenha importante papel no organismo, equilibrando a flora intestinal e melhorando o desempenho físico de idosos e atletas. Sendo recomendado como um suplemento dietético natural e apiterapêutico, podendo ser adicionado às refeições diariamente (RZEPECKA-STOJKO, 2012; FEÁS et al., 2012).

A procura por formas alternativas como o uso de fitoterápicos nos tratamentos de doenças crônicas tem ganhado popularidade na América do Norte, sendo usado com frequência na Europa e Ásia. As vantagens são os reduzidos efeitos colaterais, baixo custo e

um elevado nível de aceitação pela população (SHOSKES, 2002). Devendo ser levado em conta que as propriedades fitoterápicas podem ser influenciadas no produto final dependendo da escolha da área para a sua produção, que envolve fatores edáficos e climáticos, manejo das colméias e a flora apícola local disponível.

#### **1.4. Pasto apícola: importância, manejo e qualidade dos produtos.**

Entende-se por pasto apícola, um campo floral ou vegetação, constituída por plantas fornecedora de recursos florais como o néctar, pólen e resina, necessários para o suprimento e desenvolvimento da colônia e para produção de mel e pólen apícola (WIESE, 2000; PEREIRA, 2006; VIDAL, 2008). O “pasto apícola” pode ser natural, formado a partir de plantas nativas ou resultante de paisagens agrícolas. Assim, o conhecimento das espécies-chave encontradas em áreas naturais ou cultivadas é fundamental para formar uma base sólida no desenvolvimento, bem sucedido, de planos de manejo e conservação das abelhas (MAIA-SILVA et al., 2014).

Dessa forma, torna-se importante conhecer a flora apícola de uma determinada região. Esse conhecimento permite a identificação de fontes de alimento usadas pelas abelhas na alimentação dos adultos e dos imaturos (SILVA et al., 2010; FARIA et al., 2012; ALEIXO et al., 2013; ALEIXO et al., 2014; SILVA et al., 2014). Além disso, favorece subsídios para a construção de calendários apícolas que auxiliam o apicultor no manejo das colônias para atingir a máxima produção (MARCHINI et al., 2001; ALVES; SANTOS et al., 2014).

A espécie *Apis mellifera* utiliza uma diversidade de plantas apícolas para a coleta dos recursos florais usados na dieta dos adultos e imaturos, o que a torna uma espécie polilética (FREITAS, 1991; NOVAIS et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2010; NOVAIS, et al., 2010; DÓREA et al., 2010; PACHECO FILHO et al., 2014). Com objetivo de conhecer a flora apícola de algumas regiões, vários estudos têm sido feito de forma a colaborar com os apicultores e com a comunidade científica. As espécies botânicas que são usadas como fontes de alimento por *A. mellifera*, identificadas por meio do pólen presente nos produtos das abelhas, podem mudar de acordo com produto apícola analisado. As abelhas fazem uma seleção de espécies de plantas ao escolher o recurso a ser extraído, podendo o produto apícola ser monofloral ou multifloral.

A China, um dos maiores produtores de pólen apícola do mundo, analisando os tipos polínicos de amostras coletadas em varias regiões, mostrou-se homogêneo 90,2 a 95,6% de um tipo floral, que caracteriza como pólen monofloral (ZHANG et al., 2015). Em Portugal, o pólen apícola coletado em cinco parques naturais mostrou-se ser de uma grande diversidade

de espécies de plantas, correspondendo às famílias botânicas, Rosaceae, Cistaceae, Boraginaceae, Asteraceae, Fagaceae, Ericaceae, Myrtaceae, Boraginaceae, Fabaceae (MORAIS et al., 2011). Esses autores destacaram as famílias Agavaceae e Myrtaceae como as mais dominantes.

O Brasil apresenta uma das maiores diversidades florísticas do mundo, cerca de 10% a 20% do número total de espécies do planeta (SILVA, et al., 2012), representada atualmente por 46.097 espécies (Lista de espécies da flora do Brasil 2015). Dentre os seis biomas continentais brasileiros, a Caatinga ocupa aproximadamente 11% de todo território nacional (IBGE, 2015). Esse bioma é composto por uma paisagem muito diversificada, que vai desde áreas desérticas e de vegetação escassa até aquelas onde a cobertura vegetal é formada por densa camada de vegetação arbórea, que a torna potencialmente importante para a apicultura (ARAUJO FILHO, 2013). Amostras oriundas de várias regiões do Brasil indicam o pólen apícola como heterofloral e predominantemente representado pelas famílias botânicas, Asteraceae, Brassicaceae, Myrtaceae, Arecaceae, Euphorbiaceae, Anacardiaceae, Rosaceae, Leguminosae, Sapindaceae, Loranthaceae (CARPES et al., 2008). No Brasil o principal polo de produção de pólen apícola é no Estado da Bahia, onde 11 tipos polínicos já foram identificados, sendo os mais representativos aqueles dos gêneros *Cecropia*, *Eucalyptus*, *Elaeis*, *Mimosa*, *Eupatorium*, e *Scoparia* (FREIRE et al., 2012).

As espécies ou táxons encontrados nos produtos apícolas podem ter alta correlação com alguns compostos ou nutrientes, como por exemplo, a vitamina C, encontrada na família Myrtaceae, o  $\beta$ -caroteno em Arecaceae e Urticaceae e os lipídeos em Fabaceae e Arecaceae. Enquanto que outras amostras apresentaram correlação negativa com  $\beta$ -caroteno, como, por exemplo, quando predomina o pólen de *Mimosa caesalpiniiifolia* e Poaceae. Da mesma forma, ocorre com as proteínas em amostras com predomínio de espécies da família Arecaceae e com lipídeos quando presente o pólen de *M. caesalpiniiifolia* (MELO et al., 2009).

No estado de São Paulo, os gêneros *Cecropia*, *Cestrum*, *Eucalyptus*, *Ilex*, *Myrcia*, *Piper*, *Vernonia* e *Trema* são bem mais frequentes e servem como indicação da qualidade nutricional e valor comercial do pólen apícola nessa região (ARRUDA et al., 2013).

Ainda pouco conhecidas, as florestas tropicais no nordeste do Brasil mostram ser importantes para manutenção da diversidade biológica, oferecendo diversificada flora com potencial para a produção de produtos apícolas, capaz de manter e preservar a apifauna nessas áreas. Nesse tipo de formação vegetal predominam espécies das famílias botânicas, Asteraceae, Myrtaceae, Poaceae, Rubiaceae, Urticaceae, e em especial, Leguminosae e

Areceaceae, representada por *Cocus nucifera*. Espécies dessas famílias encontram-se mais bem representadas na dieta de *A. mellifera* no nordeste brasileiro (ALVES; SANTOS, 2014).

Entretanto, é salutar lembrar que a diversidade de espécies botânicas pode influenciar a qualidade final do pólen apícola. Por isso, o conhecimento e a escolha da área para a implementação de apiários pode ser um ponto determinante no sucesso da sua produção. O pólen apícola vem crescendo nos últimos anos e ganhado mercado em vários países e dado a sua importância, nesse trabalho nós pretendemos contribuir para o conhecimento da flora apícola que o constitui, bem como compreender a dinâmica de sua produção por *A. mellifera*.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, K.; LOPES, A.V; MACHADO, I. C. Recursos florais. *In*: RECH, A. R.; Agostini, K.; Oliveira, P. E.; Machado, I. C. (Org.). **Biologia da polinização**. Rio de Janeiro: Projeto cultural, 2014. p.129-150.
- ALEIXO, K. P. et al. Spatiotemporal distribution of floral resources in a Brazilian city: Implications for the maintenance of pollinators, especially bees. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 13, n. 4, p. 689-696, 2014.
- ALVES, R. F.; SANTOS, F. A. R. Plant sources for bee pollen load production in Sergipe, northeast Brazil. **Palynology**, v. 38, n. 1, p. 90-100, 2014.
- ANDRADA, A. C.; TELLERÍA, M. C. Pollen collected by honey bees (*Apis mellifera* L.) from south of Caldén district (Argentina): botanical origin and protein content. **Grana**, v. 44, n. 2, p. 115-122, 2005.
- ARANEDA, X.; CANIULLAN, R.; CATALÁN, C.; MARTÍNEZ, M.; MORALES, D.; RODRÍGUEZ, M. Nutritional contribution of pollen from species pollinated by bees (*Apis mellifera* L.) in the Araucanía Region of Chile. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias**, Universidad Nacional de Cuyo, v.47, n.2, 139-144, 2015.
- ARAUJO FILHO, J.A.; **Manejo Pastoril Sustentável da caatinga**. Recife, PE: gráfica e editora Ltda, projeto Dom Helder Camara, 2013. 200p. :il.
- ARRUDA, V. A. S. et al. Dried bee pollen: B complex vitamins, physicochemical and botanical composition. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 29, n. 2, p. 100-105, 2013.
- ARRUDA, V. A. S. et al. Presence and stability of B complex vitamins in bee pollen using different storage conditions. **Food and Chemical Toxicology**, v. 51, p. 143-148, 2013.
- AVNI, D. et al. Nutritional aspects of honey bee-collected pollen and constraints on colony development in the eastern Mediterranean. **Journal of insect physiology**, v. 69, p. 65-73, 2014.



BARRETO, L. M. R. C., FUNARI, S. R. C.; OLIVEIRA O, R. Composição e qualidade do pólen apícola proveniente de sete estados brasileiros e do Distrito Federal. **Boletim de Indústria Animal**, v. 62, n. 2, p. 167-175, 2005.

BARRETO, L. M. R. C. et al. **Produção de pólen no Brasil**. Taubaté-SP: Cabral, 2006. 99 p.

BAUERMAN, S. G. et al. **Pólen nas angiospermas: diversidade e evolução**. Canoas: ULBRA, 2013. 214 p.

BARTH, O. M. Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bees. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 3, p. 342-350, 2004.

BOGDANOV, S. **Pollen: Production, Nutrition and Health: A Review**, Bee Product Science, 2015. Disponível em < <http://www.bee-hexagon.net/files/fileE/Health/PollenBook2Review.pdf>>. Acesso em: 21/12/2015

BRASIL. Instrução Normativa N. 3, de 19 de Janeiro de 2001. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Pólen Apícola. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 23 de jan. 2001, Seção 16-I, p. 18-23.

BRODSCHNEIDER, R.; CRAILSHEIM, K. Nutrition and health in honey bees. **Apidologie**, v. 41, n. 3, p. 278-294, 2010.

BUCK, A. C.; REES, R. W. M.; EBELING, L. Treatment of chronic prostatitis and prostatodynia with pollen extract. **British Journal of Urology**, v. 64, n. 5, p. 496-499, 1989.

CAI, T. et al. Pollen extract in association with vitamins provides early pain relief in patients affected by chronic prostatitis/chronic pelvic pain syndrome. **Experimental and therapeutic medicine**, v. 8, n. 4, p. 1032-1038, 2014.

CARPES, S. T. et al. Avaliação do potencial antioxidante do pólen apícola produzido na região Sul do Brasil. **Química Nova**, v.31, n.7, p. 1660-1664, 2008

CORONEL, B. B. et al. Caracterización bromatológica Del polen apícola argentino. **Ciencia, Docencia y Tecnología** v. 15, p. 141-181, 2004.

DE GRANDI-HOFFMAN, G.; ECKHOLM, B.J.; HUANG, M.H. A comparison of bee bread made by Africanized and European honey bees (*Apis mellifera*) and its effects on hemolymph protein titers. **Apidologie**, v. 44, n.1, p. 52-63, 2013.

NOVAIS, J. S; LIMA E LIMA, L. C.; SANTOS, F. A. R. Bee pollen loads and their use in indicating flowering in the Caatinga region of Brazil. **Journal of arid environments**, v. 74, n. 10, p. 1355-1358, 2010.

NOVAIS, J. S; LIMA E LIMA, L. C.; SANTOS, F. A. R. Botanical affinity of pollen harvested by *Apis mellifera* L. in a semi-arid area from Bahia, Brazil. **Grana**, v. 48, n. 3, p. 224-234, 2009.

- DI PASQUALE, G. et al. Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter. **PloS one**, v. 8, n. 8, p. 1-13, 2013
- DIMOU, M.; THRASYVOULOU, A. Seasonal variation in vegetation and pollen collected by honeybees in Thessaloniki, Greece. **Grana**, v. 46, n. 4, p. 292-299, 2007.
- DÓREA, M. D. C.; NOVAIS, J. S.; SANTOS, F. A. R. Botanical profile of bee pollen from the southern coastal region of Bahia, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 3, p. 862-867, 2010.
- ELIST, J. Effects of pollen extract preparation Prostat/Poltit on lower urinary tract symptoms in patients with chronic nonbacterial prostatitis/chronic pelvic pain syndrome: A randomized, double-blind, placebo-controlled study. **Urology**, v. 67, n. 1, p. 60-63, 2006.
- ERDTMAN, Gunnar. The acetolysis method. A revised description. **Svensk Botanic. Tidsk**, v. 54, p. 561-4, 1960.
- ESTEVINHO, L. M. et al. Portuguese bee pollen: palynological study, nutritional and microbiological evaluation. **International Journal of Food Science and Tecnology**, v. 47, p. 429-435, 2012.
- FARIA, L. B. et al. Foraging of *Scaptotrigona aff. depilis* (Hymenoptera, Apidae) in an urbanized area: Seasonality in resource availability and visited plants. *Psyche: A Journal of Entomology*, v. 2012, 2012.
- FEÁS, X. et al. Organic bee pollen: botanical origin, nutritional value, bioactive compounds, antioxidant activity and microbiological quality. **Molecules**, v. 17, n. 7, p. 8359-8377, 2012
- FENG, X. T. et al. Pollen *Typhae* total flavone improves insulin-induced glucose uptake through the  $\beta$ -arrestin-2-mediated signaling in C2C12 myotubes. **International journal of molecular medicine**, v. 30, n. 4, p. 914-922, 2012.
- FREIRE, K. R. et al. Palynological origin, phenolic content, and antioxidant properties of honeybee-collected pollen from Bahia, Brazil. **Molecules**, v. 17, n. 2, p. 1652-1664, 2012.
- FUNARI, S. R. C. et al. aComposição bromatológica e mineral de pólen coletado por abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) em Botucatu, Estado de São Paulo. **Archivos ALPA**, v. 11, p. 88-93, 2003.
- HARO, A.; L.-ALIAGA, I.; LISBONA, F.; BARRIONUEVO, M.; ALFÉREZ, M. J.; CAMPOS, M. S. Beneficial effect of pollen and/or propolis on the metabolism of iron, calcium, phosphorus, and magnesium in rats with nutritional ferropenic anemia. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 48, n. 11, p. 5715-5722, 2000.
- HÜGEL, Marie-France. Étude de quelques constituants du pollen. **Les Annales de l'Abeille**, v. 5, n. 2, p. 97-133, 1962.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) **Disponível em:** <<http://mapas.ibge.gov.br/tematicos.html>>. **Acesso em: 21 dez. 2015**

KAČÁNIOVÁ, M. et al. The effects of bee pollen extracts on the broiler chicken's gastrointestinal microflora. **Research in veterinary science**, v. 95, n. 1, p. 34-37, 2013

KELLER, I.; FLURI, P.; IMDORF, A. Pollen nutrition and colony development in honey bees-Part II. **Bee World**, v. 86, n. 2, p. 27, 2005.

KOMOSINSKA-VASSEV, K. et al. Bee Pollen: Chemical Composition and Therapeutic Application. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2015, p. 1-6, 2015.

KOSTIĆ, A. Ž. et al. Physicochemical composition and techno-functional properties of bee pollen collected in Serbia. **LWT-Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, p. 301-309, 2015.

Lista de Espécies da Flora do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 21 Ago. 2015**

LIMA, Afonso Oderio Nogueira. Pólen coletado por abelhas africanizadas em apiário comercial na caatinga cearense. 1995. 118f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal do Ceara, Fortaleza, 1995.

LINSKENS, H. F.; JORDE, W. Pollen as food and medicine a review. **Economic Botany**, v. 51, n. 1, p. 78-86, 1997.

MAIA-SILVA, C. et al. Environmental windows for foraging activity in stingless bees, *Melipona subnitida* Ducke and *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Sociobiology**, v. 61, n. 4, p. 378-385, 2014.

MARCHINI, L. C. et al. Plantas visitadas por abelhas africanizadas em duas localidades do estado de São Paulo. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 2, p. 413-20, 2001.

MARTINS, M. C. et al. Physicochemical composition of bee pollen from eleven Brazilian states. **Journal of Apicultural Science**, v. 2, n. 55, p. 107-116, 2011.

MATOS, V. R.; ALENCAR, S. M.; SANTOS, F. A. Pollen types and levels of total phenolic compounds in propolis produced by *Apis mellifera* L. (Apidae) in an area of the Semiarid Region of Bahia, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 1, p. 407-418, 2014.

MELO, I. L. P. et al. Relação entre a composição nutricional e a origem floral de pólen apícola desidratado. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n. 3, p. 346-353, 2009.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**. second edition. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2007. 913 p.

MILFONT, M. O.; FREITAS, B. M.; ALVES, J. E. **Pólen apícola: manejo para a produção de pólen no Brasil**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2011. 102p.

MIRANDA, M. M. B; ANDRADE, T. A. P. **Fundamentos de palinologia**. Fortaleza: Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará, 1990.

MODRO, A. F.; SILVA, I. C.; LUZ, C. F. Analysis of pollen load based on color, physicochemical composition and botanical source. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 81, n. 2, p. 281-285, 2009

MODRO, A. F. H. et al. Composição e qualidade de pólen apícola coletado em Minas Gerais. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n.8, p. 1057-1065, 2007.

MORAIS, M. et al. Honeybee-collected pollen from five Portuguese Natural Parks: Palynological origin, phenolic content, antioxidant properties and antimicrobial activity. **Food and Chemical Toxicology**, v.49, n. 5, p. 1096-1101, 2011.

MORETI, A. C. C. C. et al. **Atlas do pólen de plantas apícolas**. Rio de Janeiro: Papel Virtual, 2002. 93 p.

MORRE, P.D.;WEBB, J.A. **An Illustrated Guide to Pollen Analysis**. London, Hodder and Stoughton, 1978.

MÜNSTEDT, K. et al. Bee pollen and honey for the alleviation of hot flushes and other menopausal symptoms in breast cancer patients. **Molecular and Clinical Oncology**, v. 3, n. 4, p. 869-874, 2015.

NAKAJIMA, Y. et al. Comparison of bee products based on assays of antioxidant capacities. **BMC complementary and alternative Medicine**, v. 9, n. 1, p. 4, 2009.

NEGRÃO, A. F.; BARRETO, L. M. R. C.; ORSI, R. O. Influence of the Collection Season on Production, Size, and Chemical Composition of Bee Pollen Produced by *Apis mellifera* L. **Journal of Apicultural Science**, v. 58, n. 2, p. 5-10, 2014.

NEVES, L. C.; ALENCAR, S. M.; CARPES, S. T. Determinação da atividade antioxidante e do teor de compostos fenólicos e flavonoides totais em amostras de pólen apícola de *Apis mellifera*. **Brazilian Journal of Food Technology**, VII BMCFB, Lorena, p. 107-110, 2009.

NOGUEIRA, C. et al. Commercial bee pollen with different geographical origins: a comprehensive a PDroach. **International journal of molecular sciences**, v. 13, n. 9, p. 11173-11187, 2012.

NOVAIS, J. S; E LIMA, L. C. L; SANTOS, F. A. R. Bee pollen loads and their use in indicating flowering in the Caatinga region of Brazil. **Journal of arid environments**, v. 74, n. 10, p. 1355-1358, 2010.

OLIVEIRA, P. P.; VAN DEN BERG, C.; SANTOS, F. D. A. R. D. Pollen analysis of honeys from Caatinga vegetation of the state of Bahia, Brazil. **Grana**, v. 49, n. 1, 66-75, 2010.

PACHECO FILHO, A. J. D. et al. Bee-flower association in the Neotropics: implications to bee conservation and plant pollination. **Apidologie**, 1-12, 2014.

- PACKER, J. F.; LUZ, M. M. S. Método para avaliação e pesquisa da atividade antimicrobiana de produtos de origem natural. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 1, p. 102-7, 2007.
- PANKIW, T.; PAGE JR, R.E.; FONDRK, M. K. Brood pheromone stimulates pollen foraging in honey bees (*Apis mellifera* *Apismellifera*). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 44, n. 3, p. 193-198, 1998.
- PASCOAL, A. et al. Biological activities of commercial bee pollens: Antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. **Food and Chemical Toxicology**, v. 63, p. 233-239, 2014.
- PEREIRA, F. D. M. et al. **Flora Apícola no Nordeste**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 40p
- PEREIRA, F. M. F.; FREITAS, B. M.; LOPES, M. T. R. **Nutrição e alimentação das abelhas**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 113 p.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan., 7.ed, 2007. 728 p.
- REBOLLEDO, R. et al. Estudio comparativo de laproducción de polen y mielenun sistema de doble reina versus una por colmenaen La Araucanía, Chile. **Idesia**, v. 29, n. 2, p. 139-144, 2011.
- RIBEIRO, J. G.; SILVA, R. A. Estudo comparativo da qualidade de pólen apícola fresco, recém processado, não processado e armazenado em freezer e pólen de marca comercial através de análises físico-químicas. **Tecnologia & Desenvolvimento Sustentável**, v. 1, n. 1, p. 33-47, 2007.
- ROULSTON, T. H.; CANE, J. H.; BUCHMANN, S. L. What governs protein content of pollen: pollinator preferences, pollen-pistil interactions, or phylogeny? **Ecological monographs**, v. 70, n. 4, p. 617-643, 2000.
- ROULSTON, T'AI, H.;CANE, J. H. The effect of pollen protein concentration on body size in the sweat bee *Lasioglossumzephyrum* (Hymenoptera:Apiformes). **Evolutionary Ecology**, v. 16, n. 1, p. 49-65, 2002.
- RUGENDORFF, E. W. et al. Results of treatment with pollen extract (CerniltonR N) in chronic prostatitis and prostatodynia. **British Journal of Urology**, v. 71, n. 4, p. 433-438, 1993.
- RZEPECKA-STOJKO, A. et al. Antioxidative properties of bee pollen extracts examined by EPR spectroscopy. **Journal of Apicultural Science**, v. 56, n. 1, p. 23-31, 2012.
- SAAVEDRA, K. I.; ROJAS, C.; DELGADO, G. E. Características polínicas y composición química Del polen apícola colectadoen Cayaltí (Lambayeque-Perú). **Revista chilena de nutrición**, v. 40, n. 1, p. 71-78, 2013.

SALGADO-LABOURIAU, M.L. **Contribuição à Palinologia dos Cerrados**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1973. 291 p.

SANTIAGO, B.; VIT, P. Composición química de polen apícola fresco recolectado em el páramo de Misintá de Los Andes venezolanos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 58, p. 411-415, 2008.

SATTLER, J. A. G. et al. Impact of origin on bioactive compounds and nutritional composition of bee pollen from southern Brazil: a screening study. **Food Research International**, Montevideo, Uruguay, v. 77, p. 82-91, 2015

SCHNEIDER, S. S.; DEGRANDI-HOFFMAN, G.; SMITH, D. R. The african honey bee: factors contributing to a successful biological invasion. **Annual Reviews in Entomology**, v. 49, n. 1, p. 351-376, 2004.

SHAPLYGIN, L. V.; SIVAKOV, A. A. Use of cernilton in the therapy of prostatic adenoma and chronic prostatitis. **Urologian**, v. 3, p. 35-39, 2006.

SHOSKES, D. A. Phytotherapy in chronic prostatitis. **Urology**, v. 60, n. 6, p. 35-37, 2002.

SILVA, C. I. et al. **Catálogo polínico: Palinologia aplicada em estudos de conservação de abelhas do gênero *Xylocopa* no Triângulo Mineiro**. Uberlândia: EDUFU, 2010. 154p.

SILVA, C. I. et al. Diversidade de Abelhas em *Tecomastans*(L.) Kunth (Bignoniaceae): Importância na Polinização e Produção de Frutos. **Neotropical Entomology**, v.36, n.3, p.1-11 maio/jun., 2007.

SILVA, C. I. et al. O uso da palinologia como ferramenta em estudos sobre ecologia e conservação de polinizadores no Brasil. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A.; SARAIVA, A. M. (Org.). **Polinizadores no Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: EDUSP, 2012, p. 369-384.

SILVA, C. I. et al. **Guia ilustrado de abelhas polinizadoras do Brasil**. Fortaleza: Brasil Cidadão, 2014. 51 p.

SILVA, G. R. D. et al. Identification of Sugar, Amino Acids and Minerals from the Pollen of Jandaíra Stingless Bees (*Meliponassubnitida*). **Food and Nutrition Sciences**, v. 5, p. 1015-1021, 2014.

SILVA, M. E. A.; FIGUEIREDO, M. F. Flora fanerogâmica de um enclave úmido no Ceará: serra da Meruoca. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.9, n.17, p. 2013

SUZUKI, T. et al. Clinical effect of Cernilton in chronic prostatitis. **Actaurologica Japonica**, v. 38, n. 4, p. 489-494, 1992

SZCZĘSNA, T; RYBAK-CHMIELEWSKA, H; CHMIELEWSKI, W. Sugar composition of pollen loads harvested at different periods of the beekeeping season. **Journal de apicultural science**, v. 46, n. 2, p. 107-116, 2002.

TAUTZ, J. **O fenômeno das abelhas**. Porto Alegre: Atmed, 2010. 288 p.

VALDÉZ, P. Polen apícola: una alternative de negocio. **Agrimundo**, v.1, p.1-9, 2014.

VIDAL, M. D. G; SANTANA, N. D. S; VIDAL, D. Flora apícola e manejo de apiários na região do recôncavo sul da Bahia. **Revista Acadêmica Ciência Agrária Ambiente.**, v. 6, n. 4, p. 503-509, 2008.

VULIĆ, J.; et al. Antioxidant and Sensorial Properties of Polyfloral Honey with Dried Apricots after One Year of Storage. **Journal of Chemistry**, v. 2015, p. 1-7, 2015.

WAGENLEHNER, F. M. et al. A pollen extract (Cernilton) in patients with inflammatory chronic prostatitis–chronic pelvic pain syndrome: a multicentre, randomised, prospective, double-blind, placebo-controlled phase 3 study. **European urology**, v. 56, n. 3, p. 544-551, 2009

WIESE, H. **Apicultura: novos tempos**: Agrolivros, 2005.

YANG, K. et al. Characterization of chemical composition of bee pollen in China. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 61, n. 3, p. 708-718. 2013.

ZHANG, H. et al. Antioxidant and tyrosinase inhibitory properties of aqueous ethanol extracts from monofloral bee pollen. **Journal of Apicultural Science**, v. 59, n. 1, p. 119-128, 2015.

ZETSCHKE, F. “Sporopollenine”. In Kelein, G. (Ed.). **Handbuch de Pflanzenanalyse**. Wien, Verlag von Julius Springer, 1932, pp.205-239

CAPITULO II  
VARIAÇÃO TEMPORAL NA PRODUÇÃO E VALOR NUTRICIONAL DO PÓLEN  
USADO NA DIETA DE *APIS MELLIFERA* L. EM FLORESTA ESTACIONAL  
SEMIDECIDUAL



## 1.INTRODUÇÃO

O pólen apícola é resultado da aglutinação do pólen das flores que recebe pequenas quantidades de néctar e outras substâncias salivares das abelhas *Apis mellifera* (VILLANUEVA et al., 2002). Esse processo de aglutinação é feito pelas abelhas forrageiras para facilitar a aderência do pólen nas suas corbículas e o seu transporte até a colônia. No pólen apícola geralmente são encontradas mais de 200 substâncias (KOMOSINSKA-VASSEV et al., 2015), sendo constituído principalmente por proteínas, aminoácidos, lipídios, fibras, enzimas, sais minerais, açúcares e vitaminas (MARCHINI et al., 2006; FEÁS et al., 2012; ARRUDA et al., 2013; AVNI et al., 2014; BOGDANOV, 2015; SATTLE et al., 2015). Esta constituição do pólen o torna essencial para a alimentação das crias e manutenção das colônias de *A. mellifera* (MACHINE et al., 2006).

O pólen apícola representa uma importante fonte de renda para apicultores de diversos países. Globalmente, a produção de pólen é de aproximadamente 1500 t/ano, sendo a Espanha e China os dois principais produtores (ESTEVINHO et al., 2012; YANG et al., 2013). No entanto, a produção global de pólen apícola tem se concentrado em países e regiões de clima temperado e pouco se sabe do potencial de produção em áreas tropicais e subtropicais do planeta (ESTEVINHO et al., 2012). Nessas regiões, a apicultura tem apresentado grande crescimento nos últimos anos, mas com o foco na produção de mel (FAO).

No Brasil, por exemplo, grande parte da produção de pólen apícola ocorre em regiões sob clima semiárido (BARRETO, et al., 2006), onde existem desde áreas desérticas, com vegetação escassa, até aquelas onde a cobertura vegetal é formada por densa camada de árvores (ARAUJO-FILHO, 2013). Apesar disso, a produção de pólen apícola na região é limitada, especialmente pela falta de conhecimento sobre a identidade de plantas poliníferas com potencial para sustentar a atividade ao longo do ano (MILFONT, et al., 2011).

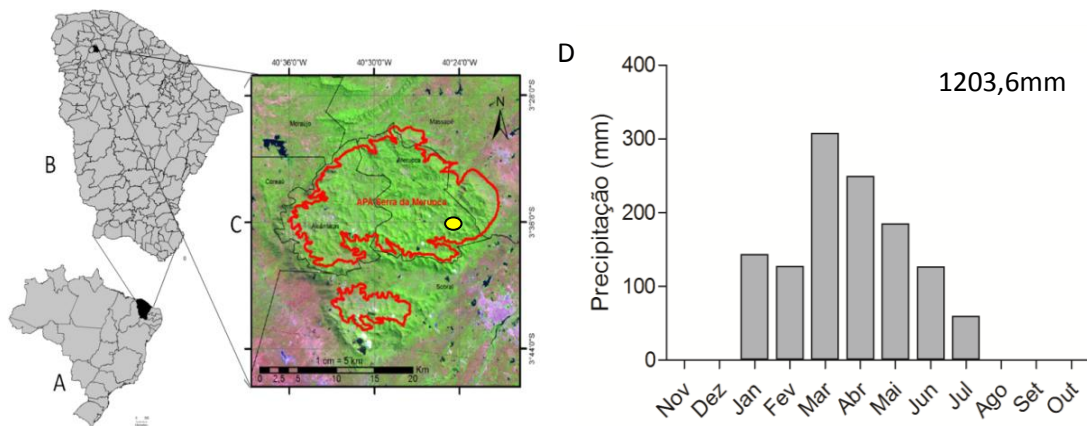
Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo analisar o potencial da produção de pólen apícola em Floresta Estacional Semidecidual do semiárido brasileiro e avaliar a variação temporal na produção e no valor nutricional do pólen apícola usado na dieta de *A. mellifera*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no período de novembro de 2012 a outubro de 2013 em Floresta Estacional Semidecidual, localizada em Área de Proteção Ambiental no município de Meruoca ( $3^{\circ}35'40.63''\text{O S}$  e  $40^{\circ}24'11.91''\text{O}$ ), Ceará, Brasil (Figura 1). O tipo climático corresponde ao Aw', caracterizado como quente, úmido e com chuvas no verão (KÖPPEN, 1948). A média pluviométrica anual do município é de 1530,3 mm. A estação chuvosa é concentrada nos meses de janeiro a abril, estendendo-se até junho e com média anual de 1194,3 mm (CARVALHO, 2013). Nesse tipo de formação geomorfológica, ocorre o acúmulo de água no solo que favorece o estabelecimento de espécies arbóreas. Na área estudada predominava originalmente a vegetação do domínio Mata Atlântica, mas atualmente, além das áreas naturais, também ocorrem na paisagem cultivos agrícolas de subsistência e uma apicultura pouco desenvolvida.

Figure 1. Localização da área de estudo (A-C). A área de proteção ambiental da Serra da Meruoca está delimitada pela linha em vermelho. Em amarelo o local do estudo ( $3^{\circ}35'40.63''\text{S}$ ;  $40^{\circ}24'11.91''\text{O}$ ); D: Precipitação no Município de Meruoca durante o período de estudo. **Fonte:** (ARAUJO, 2013), com adaptações.



### 2.2 Composição florística e pasto apícola

Foi usado o método de raio de aproximadamente 1000 metros para avaliar a composição florística na área estudada (KREBS, 1999), tomando o apiário como ponto central. Mensalmente, a área de estudo foi percorrida e nesta identificadas as espécies de plantas em floração. Neste estudo foi considerada toda a estratificação vertical, como sugerido por SILVA et al. (2012), sem incluir espécies de Poaceae. Foram retiradas três amostras de cada espécie de planta em floração para a preparação das exsicatas e posterior identificação

das espécies por especialistas. Os *vouchers* encontram-se depositados no Herbário Professor Francisco José de Abreu Matos – HUVA na Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA).

### **2.3 Preparação da coleção de pólen**

Para todas as espécies de plantas em floração, foram amostradas as anteras e essas mantidas em álcool 70% por 24 horas (SILVA et al., 2014). Após esse período, as anteras foram maceradas e submetidas ao processo de acetólise proposto por ERDTMAN (1960). Após esse procedimento, o material polínico foi mantido em glicerina 50%. Para cada espécie de planta foram preparadas três lâminas usando gelatina de Kisser e lutadas com parafina (ver SILVA et al., 2014). As lâminas foram devidamente etiquetadas de acordo com SILVA et al., (2010) e encontram-se incorporadas na Palinoteca do Laboratório de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará-UFC. Os grãos de pólen das plantas foram fotografados com o auxílio de uma câmera digital acoplada à um microscópio trilocular. A partir das imagens foram feitas as medidas dos grãos de pólen para as descrições morfológicas. Posteriormente, foi organizado o Catálogo Polínico que foi usado para identificar, por meio de comparação, o pólen coletado pelas operárias forrageiras de *A. mellifera* (ver Capítulo III).

### **2.4 Coleta do pólen nas colônias de *Apis mellifera***

Foram instalados coletores de pólen do tipo frontal para amostrar o pólen apícola em dez colmeias Langstroth, padronizadas quanto ao número de abelhas, número de favos e idade da rainha. Esses coletores exigem que as abelhas adentrem a colméia por pequenos orifícios que raspam parte do pólen da corbícula das abelhas. Foram feitas coletas de pólen em dias alternados, sempre ao final da tarde, totalizando 15 coletas mensais para cada colônia. O pólen fresco foi limpo, retirando-se as sujidades inerentes ao pólen (abelhas mortas, larvas de abelhas, própolis) e pesado em uma balança de precisão de 0,1 g e em seguida refrigerado em freezer a - 4°C.

### **2.5 Análise do pólen**

Para as análises, o pólen contido nas 15 amostras retiradas mensais em cada colmeia foi homogeneizado, compondo uma única amostra mensal por cada colmeia. Cada amostra foi dividida em duas partes, sendo uma destinada à análise bromatológica e a outra à análise da origem botânica. Assim, para a mesma amostra mensal pôde-se obter informações

sobre a composição das plantas na vegetação e sobre os valores nutricionais da dieta de *A. mellifera*.

### **2.5.1 Análise bromatológica**

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA-DZO-CFU) no Departamento de Ciências Animais da Universidade Federal do Ceará. O pólen apícola coletado foi mantido em tubos falcon de 15 ml e congelado até o momento da análise nutricional. As amostras de pólen foram descongeladas e levadas a uma mufla com circulação de ar forçado a 55 °C, durante 72 horas. Transcorrido esse tempo, a amostra foi moída para passar através de uma peneira de 1 mm (Wiley Mill, Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA, EUA). Todas as amostras citadas foram analisadas para matéria seca (MS; AOAC, 1990; método número 930,15), cinzas (AOAC, 1990; método número 924,05), proteína bruta (PB; AOAC, 1990; método número 984,13) e extrato etéreo (EE; AOAC, 1990; método número 920,39). O teor total de hidratos de carbono (TC) foi calculada de acordo com SNIFFEN et al. (1992):  $TC (\%) = 100 - (\% PB + \% EE + \% \text{ de cinzas})$ .

### **2.5.2 Análise da origem botânica do pólen**

Para a identificação da origem botânica do pólen, as amostras foram mantidas em álcool 70% por 24 horas. Em seguida o material polínico foi centrifugado e o álcool descartado. Ao material polínico foi então adicionado 4 mL de ácido acético glacial e mantido por 24 horas (SILVA et al., 2014). Posteriormente o material foi acetolisado seguindo o método proposto por ERDTMAN (1960). Após a acetólise o material foi mantido em glicerina 50%. Para cada amostra foram preparadas três lâminas usando gelatina Kissler e lutadas com verniz transparente.

Nas análises qualitativas, os tipos polínicos encontrados nas lâminas foram identificados por comparação com os tipos polínicos das lâminas de referências das plantas que floresceram na área durante o período de estudo. Também foi usada literatura especializada para a identificação do pólen coletado pelas abelhas (MIRANDA; ANDRADE, 1990; SILVA et al., 2010; BAUERMANN et al., 2013; SILVA et al., 2014). Nas análises quantitativas foram contados os primeiros 400 grãos de pólen encontrados em cada amostra (MONTERO; TORMO, 1990). Em seguida, foram determinadas as porcentagens e classes de ocorrência de acordo com a classificação proposta por BARTH (1970) e LOUVEAUX et al.

(1970, 1978): pólen dominante (>45% do total de grãos de pólen presentes na lâmina), pólen acessório (de 15 a 45%), pólen isolado importante (3 a 15%) e pólen isolado ocasional (<3%).

## 2.6 Análises dos dados

A partir das análises qualitativas e quantitativas dos grãos de pólen das amostras, foram analisadas a composição, a diversidade, a equitatividade e a dominância das espécies de plantas que compuseram a dieta de *A. mellifera*. Para avaliar a composição foi analisada a riqueza de espécies ( $S$ ), calculando o número de tipos encontrados nas amostras. Para avaliar a diversidade de plantas que compuseram a dieta foi usado índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ). Para avaliar a distribuição e contribuição de cada espécie de planta na dieta foi calculado o índice de equitatividade de Pielou ( $J'$ ) e para verificar a dominância de alguma espécie na dieta, foi usado o índice de dominância de Berger-Parker ( $D$ ) (MAGURRAN, 2003)

Foram utilizados modelos lineares generalizados para estudar a relação do número de tipos polínicos e da precipitação (mm) sobre a produção de pólen (g/mês) e sobre as variáveis bromatológicas (proteína bruta, carboidratos totais, extrato etéreo, matéria mineral e matéria seca). Assumiu-se uma distribuição normal das variáveis de resposta e uma função de ligação de identidade. Testes de diagnóstico foram feitos para verificar aptidão dos modelos (tais como a normalidade residual e a influência de *outliers*). Foi feita uma correlação de Spearman ( $r_s$ ) para verificar se o domínio de alguns grupos botânicos (famílias ou gêneros) está relacionado com as variáveis químicas. Este é um teste não-paramétrico utilizado em casos de falta de distribuição normal dos dados. Para verificar se as plantas usadas por *A. mellifera* são as mesmas entre as colônias, foi utilizado o índice de similaridade de Bray-Curtis e apresentaram-se os dados em um dendrograma, utilizando o algoritmo grupo emparelhado. Testou-se ainda se havia consistência do padrão de agrupamento por meio de correlação cofenética, em que valores próximos à unidade indicam boa representatividade. As análises foram realizadas utilizando 2.13.1 R (R Development Core Team, 2011).

## 3. RESULTADOS

A dieta de *A. mellifera* ao longo do período estudado foi composta por 74 tipos polínicos distribuídos em 58 gêneros e 27 famílias. As famílias mais bem representadas em número de espécies foram Leguminosae ( $n= 16$ ), Asteraceae (11) e Rubiaceae (6) (Tabela 5).

O gênero *Mimosa* (Leguminosae) apresentou o maior número de espécie (n= 7) em floração durante o período de estudo.

Em relação à abundância dos tipos polínicos nas amostras no período chuvoso (Tabela 5), as espécies mais bem representadas em janeiro foram *Mimosa tenuiflora* (34,88% = PA) e *Psidium cattleianum* (22,23% = PA). Nos meses de fevereiro, março e abril, a espécie *Mimosa caesalpiniiifolia* foi dominante (47,38%, 74,75% e 72,88% = PD). Somente em março teve uma pequena representação de *Wedelia calycina* (16,25% = PA). Em maio, o pólen de *Leucaena leucocephala* (37,78%=PA) e *Mimosa niomarlei* (28,00% = PA) foram classificados como acessório. Da mesma forma, em junho o pólen de *Baccharis trinervis* (44,93 = PA) foi acessório, mas, muito próximo de dominante.

No período seco, o número de tipos polínicos foi menor quando comparada ao chuvoso (Tabela 3). No mês de julho, que corresponde ao período de transição entre a estação chuvosa e seca, as abelhas forrageiras concentraram a coleta de pólen em *Mimosa tenuiflora* (78,90 = PD). Em agosto, *Attalea speciosa* (46,38% = PD), *Borreira spinosa* (23,88% = PA) e *Mimosa tenuiflora* (17,60 = PA) tiveram a maior representatividade nas amostras. Em setembro a dieta foi caracterizada como monofloral, sendo representada quase que exclusivamente por *Myracrodrum urundeuva* (95% = PD). Em outubro e novembro *Cecropia pachystachya* (57,53% = PD; 32,68 = PA, respectivamente) e *A. speciosa* (20,03% = PA; 53,80 = PD) se destacaram em relação as demais espécies usadas por *A. mellifera*. Por fim, em dezembro *A. speciosa* foi a espécie dominante na dieta das abelhas (64,85%).

A análise de agrupamento mostrou confiadamente (correlação cofenética = 0,8545) que as colônias possuem elevada semelhança quanto ao pólen apícola, apresentando uma similaridade mínima de aproximadamente 60% entre elas (Figura 2).

**Tabela 3.** Variação temporal na dieta de *Apis mellifera* em Floresta Estacional Semidecidual da Serra da Meruoca, Ceará, no período de novembro de 2012 a outubro de 2013. As colunas em cinza representam o período chuvoso.

Família	Espécies/Tipos polínicos	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out
Acanthaceae	<i>Ruellia asperula</i> Lindau.									0,05	0,10		
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) O. Kuntze							0,08					
	<i>Alternanthera tenella</i> Colla						0,15	0,20	1,45	0,05	0,73		
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	9,13	2,70							0,08	0,05	0,18	0,95
	<i>Myracrodrum urundeuwa</i> Allemão									0,20	1,35	<b>95,33</b>	13,00
Arecaceae	<i>Attalea speciosa</i> (Mart.) Barb. Rodr.	<b>53,80</b>	<b>64,85</b>	7,78	4,18	0,85	0,45	0,08	6,23	2,83	<b>46,38</b>	2,88	20,03
Asteraceae	<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.								0,03				
	<i>Baccharis trinervis</i> Pers.				2,88	5,05	0,38	6,90	44,93	0,70	0,18	0,40	
	<i>Bidens subalternans</i> DC.							0,08					
	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. ex Wight						0,23	0,20		0,03			
	<i>Melanthera latifolia</i> (Gardner) Cabrera						0,65		4,65	0,15			
	<i>Pithecoseris pacourinoides</i> Mart.								5,30	0,55	0,10		
	<i>Stilpnopappus tomentosus</i> Mart. ex DC.							0,03	0,03				
	<i>Trichogonia salviifolia</i> Gardner					0,10			0,05				
	<i>Tridax procumbens</i> L.					0,10		2,00	4,60	0,13	2,60		
	<i>Vernonanthura brasiliana</i> (L.) H. Rob.	0,08							0,08		1,03	0,28	0,05
	<i>Wedelia calycina</i> Rich.		4,15	9,35	8,60	16,25	11,40	3,60	4,68		0,05		
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab		0,70	0,93	0,15				0,68	1,28	1,15		
Commelinaceae	<i>Aneilema brasiliense</i> C.B. Clarke							0,05	0,53	0,05			
	<i>Commelina benghalensis</i> L.					0,15	3,50	0,80	3,55	0,65			
	<i>Commelina diffusa</i> Burmf.				0,15	0,05	0,33	0,03					
Convolvulaceae	<i>Ipomoea piurensis</i> O'Donell								0,03				
	<i>Merremia macrocalyx</i> (Ruiz & Pav)									0,03	0,45		

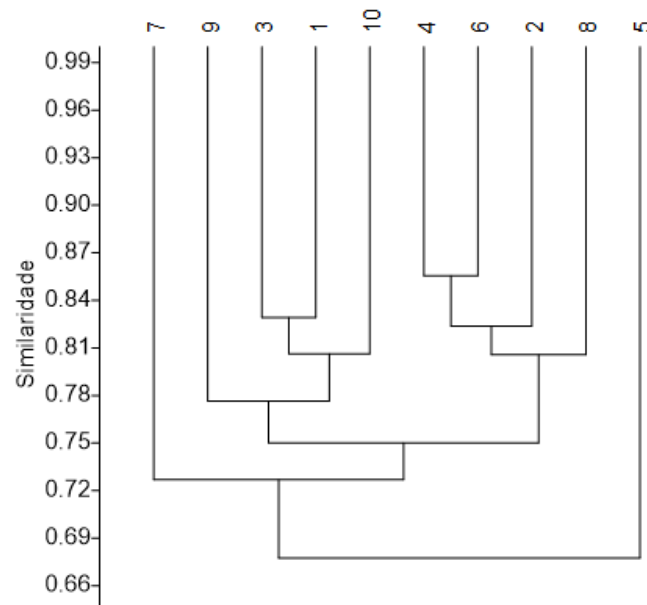




Família	Espécies/Tipos polínicos	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam			6,80	0,50	0,05	0,03						
	<i>Sida spinosa</i> L.								0,03	0,08	0,03		
	<i>Triumfetta rhomboidea</i> Jacq									0,03	0,45		
Melastomataceae	sp1							0,10					
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.			5,30	0,05								
	<i>Cedrela odorata</i> L.			4,13									
Myrtaceae	<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook		0,08			0,18	1,08	0,33					0,18
	<i>Eugenia uniflora</i> L.												0,13
	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine			22,23	28,08	0,78							0,10
	<i>Psidium guajava</i> var. <i>pomifera</i> L.			7,00	6,35		0,03		0,33		0,25		1,28
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia difusa</i> L.								0,08	0,25	0,25		
Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.M		0,08										
Passifloraceae	<i>Passiflora cincinnata</i> Mast.		0,15		0,03	0,10	0,10	0,03	0,03		0,28		
Poaceae	<i>Zea mays</i> L.		0,03			0,65	1,33	0,03					
Rubiaceae	<i>Borreria latifolia</i> (Aubl.) K. Schum						2,10						
	<i>Borreria spinosa</i> (L.) Cham							3,93	3,08	13,08	23,88		
	<i>Diodella apiculata</i> Delpret.						0,03	0,05	0,05				
	<i>Manettia cordifolia</i> Mart.									0,05	0,20	0,05	0,03
	<i>Spermacoce</i> sp.										0,05		
	<i>Spermacoce verticillata</i> L								1,10				
Rutaceae	<i>Citrus limonia</i> Osbeck		1,28	0,68	0,13								
Sapindaceae	<i>Cardiospermum corindum</i> L.						0,08	0,03	0,10	0,10	0,18		
Solanaceae	<i>Brugmansia suaveolens</i> (Humb)										0,03		
Turneraceae	<i>Turnera</i> sp.							0,05	0,28	0,03	0,03	0,03	
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	32,68	11,00	0,13								0,83	<b>57,53</b>

<b>Família</b>	<b>Espécies/Tipos polínicos</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.				0,33								
Taxa (S)		6	14	14	18	20	27	30	38	26	31	9	12
Índice de Shannon (H')		1,065	1,343	1,909	1,480	0,885	1,169	1,866	2,280	0,838	1,591	0,246	1,230
Equitatividade (J')		0,595	0,509	0,724	0,512	0,295	0,355	0,549	0,627	0,257	0,463	0,112	0,495
Índice de Berger-Parker (D)		0,538	0,649	0,349	0,474	0,748	0,729	0,378	0,449	0,789	0,464	0,953	0,575

**Figura 2.** Dendrograma de similaridade (índice de Bray-Curtis e algoritmo grupo pareado) na composição do pólen amostrado nas colônias de *Apis mellifera* em Floresta Estacional Semidecidual da Serra da Meruoca, Ceará, no período de novembro de 2012 a outubro de 2013.



A produção de pólen fresco se mostrou maior no período chuvoso ( $344,76 \pm 43,33$  g/col./mês), quando comparada ao período seco ( $149,20 \pm 20,45$  g/col./mês) (Figura 3A). Nos meses de março e abril foram observadas as maiores produções de pólen apícola ( $517,61$  g/col. e  $454,09$  g/col., respectivamente). Observou-se que a produção de pólen está relacionada positivamente com a precipitação pluviométrica ( $\beta= 1,23$ ;  $t = 8,95$ ;  $p < 0,001$ ), mas a riqueza de tipos polínicos não apresentou relação com a produção ( $\beta= -2,40$ ;  $t = -1,61$ ;  $p= 0,142$ ).

O valor nutricional do pólen amostrado também variou ao longo do período estudado (Figura 3b-f). O conteúdo protéico apresentou níveis maiores nas transições entre o período chuvoso-seco (Figura 3b). Os carboidratos totais mostraram-se inversamente proporcionais à proteína (Figuras 3b-c). Com relação ao extrato etéreo houve pouca variação, sendo janeiro um mês com valores discrepantes, quando comparado aos demais meses do ano (5,46%) (Figura 3d). A média anual da matéria mineral do pólen apícola foi de 2,15%, com nível mais alto em novembro (2,76%) e mais baixo em julho (1,33%) (Figura 3 e).

Ao se analisar a relação entre os nutrientes (PB, CT, EE, MM, MS) e números de tipos polínicos e precipitação pluviométrica, foi observado que o extrato etéreo esteve relacionado positivamente com o número de tipos polínicos (Figura 4b), enquanto que a matéria mineral esteve relacionada negativamente (Figura 4c). A matéria seca foi negativamente correlacionada com precipitação pluviométrica (Tabela 4; Figura 3 f e 4d).

Não foi encontrada relação entre proteína (ou carboidrato) com a precipitação e o número de tipos polínicos (Tabela 4). No entanto, foi observada relação positiva de alguns grupos taxonômicos com alguns nutrientes. Houve uma correlação positiva entre o nível de proteína e a presença de pólen de espécies do gênero *Mimosa* (Leguminosae) e da família Malvaceae (Tabela 5). Em relação aos carboidratos totais houve correlação negativa com quantidade de pólen de Malvaceae e positiva com a quantidade de pólen de Poaceae. O extrato etéreo esteve correlacionado positivamente com a presença de representantes da família Malvaceae, enquanto que a matéria mineral se correlacionou negativamente com Asteraceae, Commelinaceae, Lamiaceae e positivamente com Arecaceae e Urticaceae (Tabela 5).

Figura 3. Variação temporal na produção de pólen apícola usado na dieta de *Apis mellifera* e no seu valor nutricional. (a): Produção anual de pólen apícola (b): Proteínas totais (c): Carboidratos totais (d): Extrato etéreo. (e): Matéria mineral. (f): Matéria seca. O símbolo + representa a média de cada mês. Meses em cor de cinza representa o período chuvoso, enquanto que os meses em branco representam o período seco.

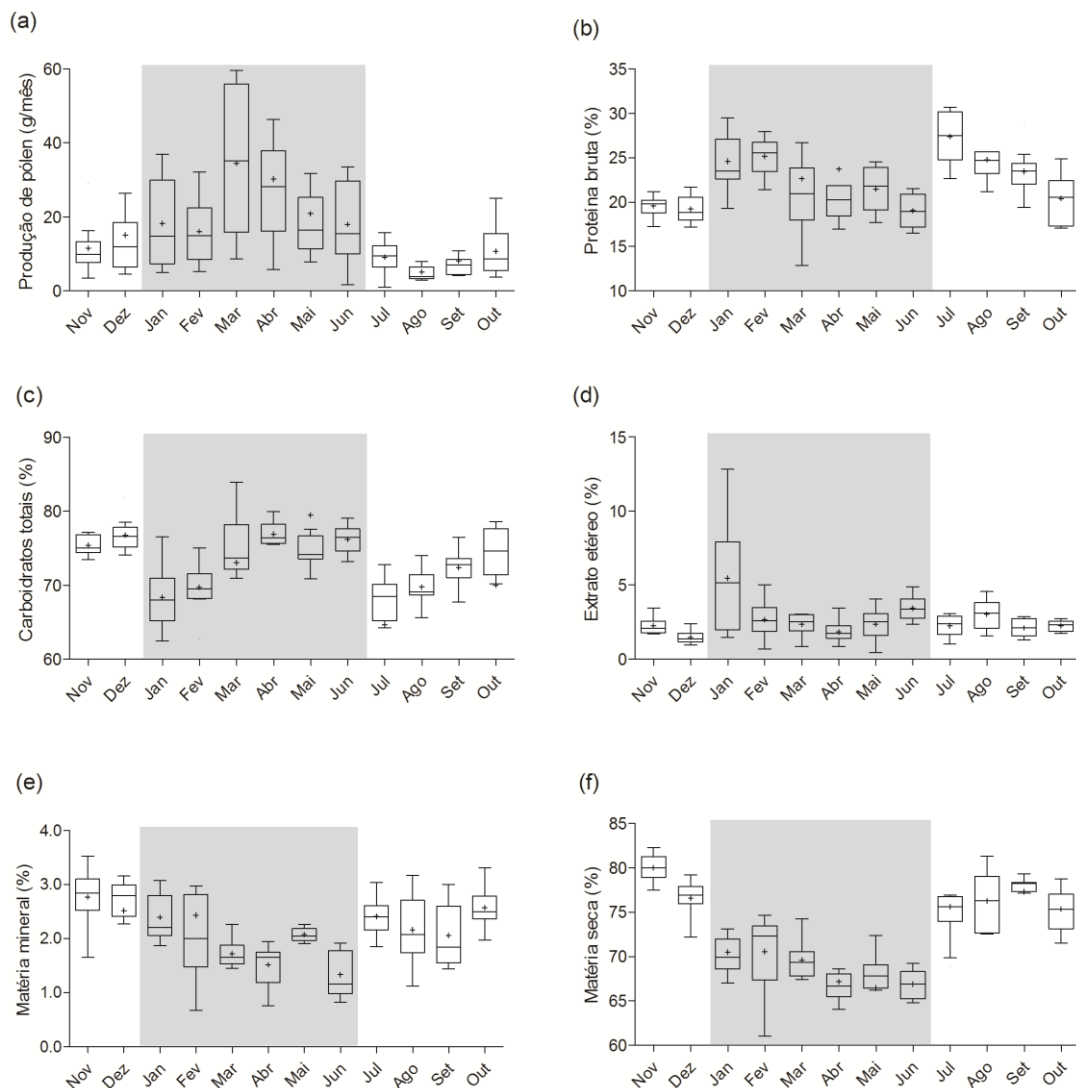


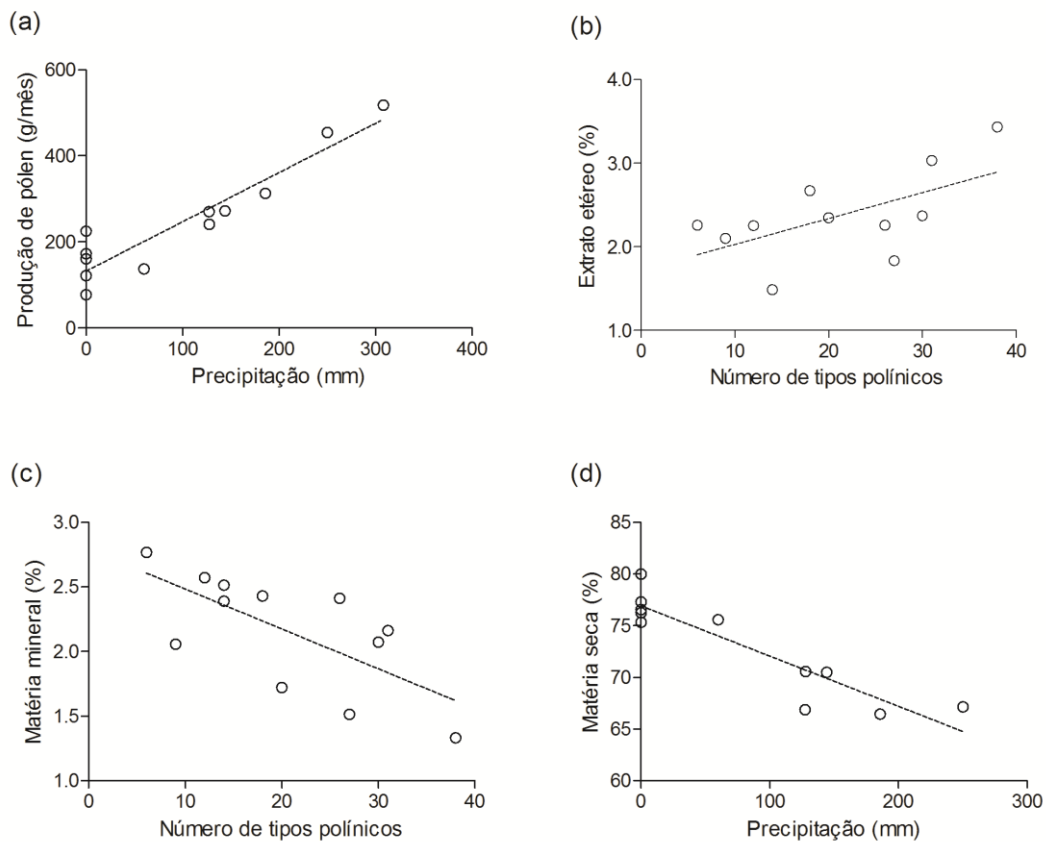
Tabela 4. Modelos lineares generalizados (GLM) de fatores que influenciam as variáveis bromatológicas do pólen apícola produzido por *Apis mellifera* em Floresta Estacional Semidecidual da Serra da Meruoca, Ceará, no período de novembro de 2012 a outubro de 2013.

Variáveis dependentes	Variáveis independentes	Estimativa ( $\beta$ )	Erro padrão	t	p
Proteína bruta	Número de tipos polínicos	0,023	0,097	0,236	0,819
	Precipitação	0,003	0,009	0,349	0,735
Carboidratos totais	Número de tipos polínicos	0,028	0,153	0,182	0,859
	Precipitação	0,009	0,014	0,671	0,519
Extrato etéreo	Número de tipos polínicos	<b>0,037</b>	<b>0,016</b>	<b>2,321</b>	<b>0,049</b>
	Precipitação	-0,001	0,001	-0,843	0,424
Matéria mineral	Número de tipos polínicos	<b>-0,023</b>	<b>0,010</b>	<b>-2,385</b>	<b>0,041</b>
	Precipitação	-0,002	0,001	-2,003	0,076
Matéria seca	Número de tipos polínicos	-0,124	0,063	-1,969	0,085
	Precipitação	<b>-0,041</b>	<b>0,007</b>	<b>-5,684</b>	<b>0,000</b>

Tabela 5. Correlação dos grupos taxonômicos com as variáveis bromatológicas do pólen apícola produzido por *Apis mellifera* em Floresta Estacional Semidecidual da Serra da Meruoca, Ceará, no período de novembro de 2012 a outubro de 2013.

Grupos taxonômicos	Proteína bruta		Carboidratos totais		Extrato etéreo		Matéria mineral	
	rs	p	rs	p	rs	p	rs	p
<i>Mimosa</i>	<b>0,594</b>	<b>0,042</b>	-0,147	0,649	0,210	0,513	-0,329	0,297
Asteraceae	-0,105	0,746	0,406	0,191	0,413	0,183	<b>-0,727</b>	<b>0,007</b>
Commelinaceae	-0,011	0,972	0,377	0,227	0,168	0,602	<b>-0,664</b>	<b>0,018</b>
Lamiaceae	0,015	0,964	0,370	0,237	0,348	0,268	<b>-0,653</b>	<b>0,021</b>
Malvaceae	<b>0,723</b>	<b>0,008</b>	<b>-0,668</b>	<b>0,018</b>	<b>0,679</b>	<b>0,015</b>	-0,163	0,612
Arecaceae	-0,329	0,297	-0,196	0,542	-0,035	0,914	<b>0,636</b>	<b>0,026</b>
Poaceae	-0,184	0,568	<b>0,684</b>	<b>0,014</b>	-0,421	0,173	-0,388	0,213
Urticaceae	-0,460	0,132	-0,008	0,981	-0,460	0,132	<b>0,663</b>	<b>0,019</b>

Figura 4. Correlação de Spearman entre variáveis dependentes. (a): Produção anual de pólen apícola e precipitação. (b): Extrato etéreo e número de tipos polínicos. (c): Matéria mineral e tipos polínicos. D: Matéria seca e precipitação.



#### 4. DISCUSSÃO

A flora apícola da Floresta Estacional Semidecidual estudada mostrou-se bem diversificada, e as operárias forrageiras de *A. mellifera*, assim como observado em outros biomas, interagiram com muitas espécies botânicas (PACHECO-FILHO et al., 2015). Porém, as operárias das colônias tenderam a apresentar uma constância na busca de recursos florais em alguns grupos taxonômicos, possivelmente por esses disponibilizarem mais recursos florais (néctar ou pólen) na hora da coleta ou ainda pela qualidade de tais recursos (HILL et al., 1997).

A família Leguminosae apresentou maior frequência no local de estudo (SANTOS et al., 2014) e espécies como *M. caesapiniifolia* e *M. tenuiflora* participaram de forma efetiva na dieta de *A. mellifera*. Essas duas espécies de plantas são responsáveis pela maior disponibilidade de néctar e pólen na caatinga (MAIA-SILVA et al., 2012). A importância do gênero *Mimosa* na manutenção da dieta de outras espécies de abelhas sem

ferrão já foi relacionado antes para *Trigona spinipes*, *Partamona rustica* (BLOCHTEIN et al., 2010), *Melipona subnitida* e *M. scutellaris* (MAIA-SILVA et al., 2015).

Outra espécie de planta que apresentou boa representatividade no período seco foi *M. urundeuva*, caracterizando o pólen do mês de agosto como monofloral. Sua floração no período de escassez hídrica destaca a importância dessa espécie para manutenção de colônias de *A. mellifera*, assim como de abelhas nativas (MAIA-SILVA et al., 2012; ARAUJO-FILHO, 2013).

*Attalea speciosa* esteve presente na dieta das abelhas durante o ano todo. Trabalhos com produção de pólen em outras regiões do nordeste relatam que espécies de *Arecaceae*, como por exemplo, *Cocus nucifera*, são sempre frequentes durante todo ano na dieta de abelhas, destacando a importância dessa família para *A. mellifera* (ALMEIDA-MURADIAN et al., 2005; ARRUDA et al., 2013; ALVES; SANTOS et al., 2014).

Com relação à produção de pólen apícola os resultados obtidos mostraram oscilação ao longo do ano. No entanto, dois picos produtivos importantes foram observados, o do período seco com menor produção e o do chuvoso com valores mais elevados. A oscilação na produção de pólen é normal, pois, vários fatores podem influenciar a produtividade (NEGRÃO, et al., 2015). Dentre eles destacam-se o florescimento de uma ou mais espécies de plantas abundantes localmente, condições climáticas, tamanho da colônia, quantidade de área de cria e idade da rainha (KELLER; IMDORF, 2005; DIMOU; THRASYVOULOU, 2007; REBOLLEDO et al., 2011; AVINE, et al., 2014;).

As proteínas constituem o segundo grupo de nutriente mais abundante, sendo os carboidratos os primeiros. Contudo, foi verificado que os valores de proteína e carboidratos apresentaram variabilidade ao longo do ano e isso se deve, principalmente, pela variação na origem botânica, condições ambientais, além de fatores relacionados com a sua manipulação e armazenamento (VILLANUEVA et al., 2002; YANG, et al., 2013; SATTLE, et al., 2015 ).

O extrato etéreo se manteve regular ao longo do ano, sendo o conteúdo lipídico atribuído às fontes poliníferas. As abelhas selecionam pólen com alto nível de ácidos graxos insaturados, que são mais adequados ao metabolismo de abelha (ESTEVINHO et al., 2012; AVINE et al., 2014). Um composto gorduroso que acaba contribuindo nos níveis de ésteres de ácidos graxos é encontrado no *pollenkitt* que recobre toda superfície do grão, e isso é bem evidente em muitas espécies de plantas (PACINI; CASADORO, 1981; DOBSON, 1988).

Os minerais, assim como outros nutrientes, não podem ser sintetizados pelas abelhas, e é por meio do pólen que elas retiram as quantidades necessárias para a manutenção estrutural do corpo e da colônia (BRODSCHNEIDER; CRAILSHEIM, 2010). Os níveis de

matéria mineral nesse estudo revelaram-se bastante estáveis, sem discrepância nos valores. Quando o mesmo apresenta níveis elevados pode ser devido à manipulação do produto de forma incorreta pelos produtores, ou ainda pelo processo de limpeza ineficiente (CORONEL, et al., 2004; SATTLE, et al., 2015)

O nível de matéria seca é um dos principais itens a ser observado na produção de pólen apícola. Aqui o conteúdo de água foi um pouco afetado nos meses de maior pluviosidade ou maior umidade relativa do ar. Níveis altos de umidade podem comprometer a qualidade e potencialmente promover o crescimento microbiano por se tratar de um produto altamente higroscópico (BARRETO, et al., 2005; MELO, et al., 2015).

## 5. CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que embora a dieta de *A. mellifera* seja amplamente diversificada, essa espécie direciona a maior parte de seu esforço de forrageamento de pólen em espécies do gênero *Mimosa* (Leguminosae) e *A. speciosa*. Sendo, portanto, importante mantê-las no entorno dos apiários.

Embora a região de estudo esteja sob o regime climático semiárido e, portanto, sujeita a longos períodos de escassez hídrica, a formação vegetal de Floresta Semidecidual Estacional estudada permite obter uma produção de pólen apícola durante todo ano.

O pólen apícola produzido na Floresta Estacional Semidecidual apresenta um valor nutricional semelhante ao encontrando em outros países, isso mostra que esse produto estar dentro de padrões nacionais e internacionais.



## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA-MURADIAN, L. B. et al. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. **Journal of food composition and analysis**, v. 18, n. 1, p. 105-111, 2005.
- ALVES, R.F; SANTOS, F. A. R. Plant sources for bee pollen load production in Sergipe, northeast Brazil. **Palynology**, v. 38, n. 1, p. 90-100, 2014.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. **Official methods of analysis**. 15. ed. Vol. I. AOAC, Arlington. 684 p.
- ARAÚJO FILHO, J.A.; **Manejo Pastoril Sustentável da caatinga**. Recife, PE: gráfica e editora Ltda, projeto Dom Helder Camara, 2013. 200p. :il.
- ARRUDA, V. A. S. et al. Presence and stability of B complex vitamins in bee pollen using different storage conditions. **Food and Chemical Toxicology**, v. 51, p. 143-148, 2013.
- AVNI, D. et al. Nutritional aspects of honey bee-collected pollen and constraints on colony development in the eastern Mediterranean. **Journal of insect physiology**, v. 69, p. 65-73, 2014.
- CORONEL, B. B. et al. Caracterización bromatológica del polen apícola argentino. **Ciencia Docencia Tecnología**, v. 15, p. 141-181, 2004.
- BARRETO, L. M. R. C. et al. **Produção de pólen no Brasil**. Taubaté-SP: Cabral Editora e Livraria Universitária, p. 99, 2006.
- BARRETO, L. M. R. C., FUNARI, S. R. C.; OLIVEIRA O, R. Composição e qualidade do pólen apícola proveniente de sete estados brasileiros e do Distrito Federal. **Boletim de Indústria Animal**, v. 62, n. 2, p. 167-175, 2005.
- Barth, O.M. Análise microscópica de algumas amostras de mel. 1. Pólen dominante. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 42: 351-366, 1970.
- BARTH, O. M. Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bees. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 3, p. 342-350, 2004.
- BAUERMANN, S. G. et al. **Pólen nas angiospermas: diversidade e evolução**. ULBRA, Canoas 214p, 2013
- BERGER, W.H.; PARKER, F.L.. Diversity of Planktonic Foraminifera in Deep Seasediments. **Science**, 168: 1345-1347. 1970.
- BLOCHTEIN et al. **Aspectos da biologia floral, visitantes florais e sucesso reprodutivo de *Mimosa caesalpiniiifolia* (Benth) em Limoeiro do Norte, Ceará, Brasil** **Biologia e**

**ecologia da polinização.** Salvador: EDUFBA, Rede Baiana de Polinizadores, 2010. 230 p. :il. - (Série Cursos de campo; v.2).

BOGDANOV, S. **Pollen: Production, Nutrition and Health: A Review**, Bee Product Science, 2015. Disponível em < <http://www.beehexagon.net/files/fileE/Health/PollenBook2Review.pdf>>. Acesso em: 21/12/2015

BRODSCHNEIDER, R.; CRAILSHEIM, K. Nutrition and health in honey bees. **Apidologie**, v. 41, n. 3, p. 278-294, 2010.

CARVALHO, A.R. **Normais pluviométricas e probabilidade de safra agrícola de sequeiro no Ceará.** Fortaleza: Tipografia Íris, 2013, 224 p.

DIMOU, M.; THRASYVOULOU, A. Seasonal variation in vegetation and pollen collected by honeybees in Thessaloniki, Greece. **Grana**, v. 46, n. 4, p. 292-299, 2007.

DOBSON, H. E.M. Survey of Pollen and Pollenkitt Lipids--Chemical Cues to Flower Visitors?. **American journal of botany**, p. 170-182, 1988.

ERDTMAN, G. The acetolized method. A revised description. *Sven. Bot. Tidskr.*, 54: 561-564. 1960)

ESTEVINHO, L. M. et al. Portuguese bee pollen: palynological study, nutritional and microbiological evaluation. **International Journal of Food Science and Tecnology**, v. 47, p. 429-435, 2012.

FEÁS, X. et al. Organic bee pollen: botanical origin, nutritional value, bioactive compounds, antioxidant activity and microbiological quality. **Molecules**, v. 17, n. 7, p. 8359-8377, 2012

HILL, P.S.M; WELLS, P.H.; WELLS, H. Spontaneous flower constancy and learning in honey bees as a function of colour. **Animal Behaviour**, v. 54, n. 3, p. 615-627, 1997.

KELLER, I.; FLURI, P.; IMDORF, A. Pollen nutrition and colony development in honey bees-Part II. **Bee World**, v. 86, n. 2, p. 27, 2005.

KOMOSINSKA-VASSEV, K.. et al. Bee Pollen: Chemical Composition and Therapeutic Application. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2015, p. 1-6, 2015.

KÖPPEN, W.. **Climatologia: com um estúdio de los climas de latierra.** Publications In: **Climatology.** Laboratory of Climatology, New Gersey.1948

KREBS, C.J. **Ecological methodology.** 2 ed. Menlo Park: Addison Wesley Longman, 1999. 620p.

LOUVEAUX, J. MAURIZIO, A.; Vorwohl G Methods of melissopalynology. **Bee World.** 51:25-138, 1970

LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A. VORWOHL G. Methods of melissopalynology. **Bee World.** 59:139-157, 1978.

- MAIA-SILVA C, et al. **Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga**. Fundação Brasil Cidadão, Fortaleza. 2012.
- MAIA-SILVA, C. et al. Survival strategies of stingless bees (*Melipona subnitida*) in an unpredictable environment, the Brazilian tropical dry forest. **Apidologie**, p. 1-13, 2015.
- MARCHINI, L. C. ; REIS, V. D. A. ; MORETI, A. C. C. C. Composição físico-química de amostras de pólen coletado por abelhas africanizadas *Apis melífera* (Hymenoptera: Apidae) em Piracicaba, estado de São Paulo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 949-953, 2006.
- MAGURRAN, AE. **Measuring Biological Diversity**. Blackwell Publishing Limited, London, UK. 260 p., 2003.
- MELO, A. A. M. et al. Effect of processing conditions on characteristics of dehydrated bee-pollen and correlation between quality parameters. **LWT-Food Science and Technology**, v. 65, p. 808-815, 2016.
- MILFONT, M.O.; FREITAS, B.M.; ALVES, J.E. **Pólen apícola. Manejo para a produção de pólen no Brasil**. Editora Aprenda Fácil. Viçosa – MG. 102p. 2011.
- MIRANDA, M.M.B; ANDRADE, T.A.P. **Fundamentos de palinologia**. Fortaleza: Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará, 1990.
- MONTERO, I. ; TORMO, R. Análisis polínico de mieles de cuatro zonas montañosas de Extremadura. Ann. **Asociación de Palinólogos de Lengua Española**. Esp., 5: 71-78. 1990
- NEGRÃO, A. F.; BARRETO, L. M.R.C; ORSI, R O. Influence of the Collection Season on Production, Size, and Chemical Composition of Bee Pollen Produced by *Apis mellifera* L. **Journal of Apicultural Science**, v. 58, n. 2, p. 5-10, 2014.
- PACHECO FILHO, A.J.D.S et al. Bee-flower association in the Neotropics: implications to bee conservation and plant pollination. **Apidologie**, 1-12, 2014.
- PACINI, E.; CASADORO, G. Tapetum plastids of *Olea europaea* L. **Protoplasma**, v. 106, n. 3-4, p. 289-296, 1981.
- REBOLLEDO, R. Estudio comparativo de laproducción de polen y mielenun sistema de doble reina versus una por colmenaen La Araucanía, Chile. **Idesia (Arica)**, v. 29, n. 2, p. 139-144, 2011.
- SANTOS, F. D. S. et al. Flora fanerogâmica do Sítio Santo Inácio, Meruoca-CE. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.18, p. 3291-3304, 2014.
- SATTLER, J. A. G. et al. Impact of origin on bioactive compounds and nutritional composition of bee pollen from southern Brazil: a screening study. **Food Research International**, Montevideo, Uruguay, v. 77, p. 82-91, 2015
- SHANNON, C.E; WEAVER, W. The mathematical theory of communication. University Illinois Press, **Urbana**. 1949

SILVA, C. I. et al. Catálogo polínico: Palinologia aplicada em estudos de conservação de abelhas do gênero *Xylocopa* no Triângulo Mineiro. **Uberlândia: EDUFU**, 2010.

SILVA, C. I. et al. M. Distribuição vertical dos sistemas de polinização bióticos em áreas de cerrado sentido restrito no Triângulo Mineiro, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 56, 748-760. 2012..

SILVA, C. I. **Catálogo polínico das plantas usadas por abelhas no Campus da USP de Ribeirão Preto**. Holos, Ribeirão Preto. 2014.

SNIFFEN, C.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. *J Anim Sci*, 70: 3562-3577. 1992

VENABLES, W. N.; SMITH, D. M. the R Development Core Team. “**An Introduction to R**”, **Version**, v. 2, n. 0, p. 04-13, 2011.

VILLANUEVA, M.T. O. et al. The importance of bee-collected pollen in the diet: a study of its composition. **International journal of food sciences and nutrition**, v. 53, n. 3, p. 217-224, 2002.

YANG, K. et al. Characterization of chemical composition of bee pollen in China. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 61, n. 3, p. 708-718. 2013.

CAPITULO III  
PLANTAS USADAS POR *APIS MELLIFERA* EM  
FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NA SERRA DA MERUOCA-CE