



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ANIMAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

ANNA JACINTA DANTAS DE MEDEIROS

**PÓLEN APÍCOLA COLETADO POR ABELHAS *Apis mellifera* L. (africanizadas)
NO SEMIÁRIDO POTIGUAR**

MOSSORÓ
2017

ANNA JACINTA DANTAS DE MEDEIROS

**PÓLEN APÍCOLA COLETADO POR ABELHAS *Apis mellifera* L. (africanizadas)
NO SEMIÁRIDO POTIGUAR**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural
do Semi-Árido – UFERSA, Campus Mossoró,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutora em Ciência Animal.

Linha de pesquisa: Sanidade e produção
animal.

Orientador: Prof. Dr. Dejair Message

Co-orientadora: Profa. Dra. Katia Peres
Gramacho

MOSSORÓ

2017

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M488 MEDEIROS, ANNA JACINTA DANTAS DE .
PÓLEN APÍCOLA COLETADO POR ABELHAS *Apis mellifera* L. (africanizadas) NO SEMIÁRIDO POTIGUAR / ANNA JACINTA DANTAS DE MEDEIROS. - 2017.
155 f. : il.

Orientador: Dejair Message.
Coorientadora: Katia Peres Gramacho.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, 2017.

1. *Apis mellifera*. 2. flora polínica. 3. composição química. 4. *Anacardium occidentale* L.. 5. *Mimosa tenuiflora*. I. Message, Dejair , orient. II. Gramacho, Katia Peres , co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ANNA JACINTA DANTAS DE MEDEIROS

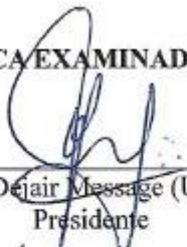
**PÓLEN APÍCOLA COLETADO POR ABELHAS *Apis mellifera* L. (africanizadas)
NO SEMIÁRIDO POTIGUAR**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural
do Semi-árido – UFERSA, Campus Mossoró,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutora em Ciência Animal.

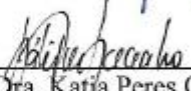
Linha de pesquisa: Sanidade e produção
animal.

Defendida em: 29 / 11 / 2017

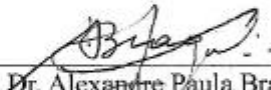
BANCA EXAMINADORA



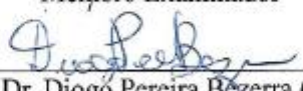
Prof. Dr. Dejair Messias (UFERSA)
Presidente



Profa. Dra. Katia Peres Gramacho (UFERSA)
Membro Examinador



Prof. Dr. Alexandre Paula Braga (UFERSA)
Membro Examinador



Prof. Dr. Diogo Pereira Bezerra (IFRN)
Membro Examinador



Prof. Dr. Jean Berg Alves da Silva (UFERSA)
Membro Examinador

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

ANNA JACINTA DANTAS DE MEDEIROS – Nascida em 24 de julho de 1983, no município de Carnaúba dos Dantas, Estado do Rio Grande do Norte. Ingressou no curso de Tecnologia em Meio Ambiente do Centro Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (CEFET/RN), Campus Natal, no ano de 2002. No ano de 2004 foi aprovada no vestibular de Farmácia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Durante a realização de ambos os cursos enveredou no caminho da pesquisa, participando de bases de pesquisas na área de fitoquímica, parasitologia humana, microbiologia e tratamento de águas e efluentes, participando dos projetos “Avaliação da estação de tratamento de esgoto de Ponta Negra: Pós-tratamento de efluentes”, “Diagnóstico e epidemiologia de doenças infecciosas e parasitárias” e “Avaliação do efeito sinérgico antibacteriano de plantas constituídas por compostos sulfurados”. De 2008 a 2009 realizou estágio na Farmácia Hospitalar da Maternidade Escola Januário Cinco (MEJC) e no laboratório do Hospital Infantil Varella Santiago. Concluiu o tecnólogo em Meio Ambiente no ano de 2004 e a graduação em Farmácia em 2010. No ano de 2009 foi aprovada no concurso de técnico de laboratório de química para o IFRN/Campus Santa Cruz, permanecendo no mesmo até o ano de 2010 quando ingressou como docente efetivo da disciplina de Processos Químicos no IFRN/Campus Ipangaçu. Nessa instituição, além de lecionar, orienta estágios curriculares e trabalhos de conclusão de curso, como também organiza eventos e participa do Núcleo Docente Estruturante (NDE) e do Colegiado do Curso de Química e Tecnologia em Gestão Ambiental. Ministrou disciplinas como Bioquímica, Química Analítica Qualitativa, Instrumentação do Ensino de Química, Projeto Integrador, Análise de Águas e Efluentes e Química Ambiental. Ainda no ano de 2010 começou a cursar a especialização em Saneamento Ambiental pela Universidade Gama Filho (UGF). Em 2011 iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-graduação em Ambiente Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Mossoró, e, em 2013 concluiu o curso defendendo a dissertação intitulada: “Potencial antimicrobiano das plantas *Spondias purpurea* L., *Azadirachta indica* A. e *Spondias mombin* L. utilizadas como antissépticos naturais e conhecimento sobre as condições higiênico sanitárias das propriedades de cabras leiteiras”. Em agosto de 2013 ingressou no doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, sob a orientação do Prof. Dr. Dejair Message e co-orientação da Profa. Katia Peres Gramacho. Durante a realização do doutorado, aprovou os projetos de pesquisas “Plantas do Semiárido: saber popular versus saber científico” (CNPQ), “Análise bromatológica do pólen do Semiárido Potiguar” (FAPERN) e “Avaliação da influência da composição polínica sobre as características bromatológicas, constituintes bioativos e desenvolvimento da colônia de *Apis mellifera*” (IFRN). O desenvolvimento desses projetos e os seus resultados foram primordiais para a elaboração dessa tese.

Dedico

A Deus!

*Aos meus pais, José Gordiano de Medeiros e Cecília Maria de Medeiros,
pela educação nos princípios da humildade, respeito e sobretudo Fé.*

*Ao meu esposo Wellington Ferreira Dantas,
pelo companheirismo e dedicação.*

*Ao meu filho André Lucas que tem deixado
minha vida mais colorida.*

A Nina e Mel pelos momentos de alegria e de fidelidade.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, fonte de toda sabedoria e esperança, por ser a luz do meu caminho e a rocha da minha edificação.

Ao professor Dejour Message, agradeço pelas orientações, apoio, incentivos e encorajamentos. Mas acima de tudo, agradeço a amizade, solidariedade e lições de humildade que irradia, emana e educa.

A professora Kátia pelas co-orientação, palavras de apoio, auxílios e amizade nesta caminhada.

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido, através do programa de Pós-graduação em Ciências Animais – PPGCA/UFERSA, pela oportunidade.

A todos os professores do curso de Pós-graduação que contribuíram muito para minha capacitação, amadurecimento e crescimento profissional.

Ao IFRN/Campus Ipanguaçu e IFRN/Campus Mossoró pela infraestrutura concedida para a realização dos experimentos.

A Floresta Nacional de Assú e a Fazenda Experimental Rafael Fernandes da UFERSA por disponibilizar um espaço para a instalação dos apiários experimentais e coletas de dados.

A FAPERN pela aprovação e custeio do projeto “Análise bromatológica do pólen apícola do Semiárido potiguar” e ao IFRN pelo financiamento do projeto “Avaliação da influência da composição polínica sobre as características bromatológicas, constituintes bioativos e desenvolvimento da colônia de *Apis mellifera*”.

A Itala Iara Medeiros de Araujo, João Batista, Nira Lopes de Lima, Joselena M. Ferreira pelo auxílio no manejo das colmeias e realização das coletas do pólen apícola.

A Jaqueline Rodrigues Macedo da Costa, Maria Rislândia Carla Cavalcante, Francidalva Oliveira da Silva, Francisca Janekeky Buriti, York Yury Mard Bento da Silva, Italo Marshall Alves de Moura por contribuírem nas coletas e triagem das amostras

A Camila Maia, Jaciara Pereira, Amanda Aparecida e Adriana Silva que contribuíram para a realização das análises polínicas

A Profa. Juliana Ibiapina pela elaboração dos mapas.

Ao Prof. Antonio Salatino e a Giuseppina Negri pela realização das análises cromatográficas e identificação dos compostos.

Ao Prof. Genevile Carife Bergano pela realização das análises estatísticas.

Aos meus familiares e amigos pelo convívio e apoio durante esse período. E a todos que direta ou indiretamente colaboraram para que esse trabalho se realizasse.

“Tente uma, duas, três vezes e se possível tente a quarta, a quinta
e quantas vezes for necessário.
Só não desista nas primeiras tentativas;
a persistência é amiga da **conquista**. ”

Bill Gates

PÓLEN APÍCOLA COLETADO POR ABELHAS *Apis mellifera* L. (AFRICANIZADAS) NO SEMIÁRIDO POTIGUAR

MEDEIROS, Anna Jacinta Dantas de. Pólen apícola coletado por abelhas *Apis mellifera* L. (africanizadas) no semiárido potiguar. 2017. 154 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal: Sanidade e Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró – RN, Brasil.

RESUMO

O pólen apícola é uma matéria-prima indispensável para o desenvolvimento das colônias e que apresenta diversas aplicações. Ele é derivado da junção dos grãos de pólen com o néctar e/ou mel e substâncias salivares das abelhas *Apis mellifera* e representa uma importante fonte de renda para os apicultores. Entretanto, a escassez de informações sobre a flora polínica e sua contribuição nas características nutricionais do pólen ainda são obstáculos na expansão da sua produção. Nesse sentido, o presente estudo objetivou analisar a origem botânica, as características físico-químicas, composição de aminoácidos e identificação dos compostos presentes do pólen apícola coletado nos apiários localizado na Floresta Nacional de Assú/RN (FLONA) e na Fazenda Experimental Rafael Fernandes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localidades do semiárido brasileiro. Para isso, foram obtidas 54 amostras de pólen durante setembro de 2014 a outubro de 2015. Realizou-se a análise palinológica e determinação dos teores de cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos, fenólicos totais, flavonóides e atividade antioxidante (DPPH). Por fim, determinou-se o perfil dos aminoácidos e os constituintes do extrato clorofórmico e hidrometanólico. Foi observado que a dieta das abelhas situadas em Assú foi composta por 66 tipos polínicos distribuídos em 32 famílias. Em Mossoró, identificou-se 44 tipos polínicos e 21 famílias. Em ambas as localidades, a família botânica mais representativa foi Fabaceae. Na estação chuvosa a quantidade de pólen apícola retida nos coletores e números de tipos polínicos coletados aumentaram. Quanto a composição centesimal, essa variou ao longo do experimento e os maiores teores encontrados foram os de carboidratos ($81,11 \pm 0,55$ a $66,97 \pm 1,30$ %) e proteínas ($13,33 \pm 0,10$ a $25,59 \pm 0,12$ %) e os menos cinzas ($2,08 \pm 0,18$ a $5,00 \pm 0,16$ %) e lipídeos ($2,60 \pm 0,20$ a $4,86 \pm 0,03$ %). Sobre a quantificação dos biocompostos, ocorreram oscilações nos teores de fenóis totais ($7,68 \pm 0,02$ a $70,31 \pm 0,29$ mg GAE/g), flavonóides ($1,68 \pm 0,14$ a $49,03 \pm 0,16$ mg QE/g) e atividade antioxidante ($78,96 \pm 0,82$ a $96,42 \pm 0,83$ %) durante a época das coletas. Verificou-se ainda que os maiores índices dos polifenóis e dos flavonoides foram encontrados em amostras com elevada frequência relativa do tipo polínico *Mimosa tenuiflora*. No que se refere à análise monofloral do pólen da *Anacardium occidentale* L. e *Mimosa tenuiflora*, dezoito aminoácidos estavam presentes em ambas as amostras, incluindo os dez aminoácidos essenciais às abelhas. Dentre esses, o ácido aspártico e o ácido glutâmico foram os predominantes. Todos os aminoácidos, com exceção do triptofano presente no pólen de jurema-preta, estavam em quantidades superiores aos percentuais recomendados à dieta das abelhas e humana. A fração lipídica do extrato do cajueiro e da jurema-preta apresentaram 11 e 9 constituintes, respectivamente. Na fração polar detectou-se 21 compostos no extrato do pólen do *Anacardium occidentale* L. e 31 substâncias no extrato da *Mimosa tenuiflora*. Este estudo demonstra que no semiárido brasileiro existe uma diversidade de plantas, tanto no período seco quanto chuvoso, com potencial para a produção de pólen apícola.

Palavras-chave: *Apis mellifera*, flora polínica, composição química, *Anacardium occidentale* L., *Mimosa tenuiflora*.

BEE POLLEN COLLECTED BY BEES *Apis mellifera* L. (AFRICANIZED) IN THE SEMI-ARID POTIGUAR

MEDEIROS, Anna Jacinta Dantas de. Bee pollen collected by bees *Apis mellifera* L. (africanized) in the semi-arid potiguar. 2017. 154 f. Thesis (Doctorate in Animal Science: Sanity and Animal Production) – Post-graduation in Animal Science, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró – RN, Brasil.

ABSTRACT

Bee pollen is an indispensable raw material for the development of colonies and has several applications. It is derived from the joining of pollen grains with nectar and / or honey and honey salivary substances of *Apis mellifera* and represents an important source of income for beekeepers. However, the scarcity of information about the pollen flora and its contribution to the nutritional characteristics of pollen are still obstacles in the expansion of its production. In this sense, the present study aimed to analyze the botanical origin, physicochemical characteristics, amino acid composition and identification of the present bee pollen compounds collected in the apiaries located in the National Forest of Assú/RN (FLONA) and at the Rafael Fernandes Experimental Farm Federal Rural University of the Semi-Arid (UFERSA), localities of the Brazilian semiarid. For this, 54 pollen samples were obtained during September 2014 to October 2015. Palynological analysis and determination of the levels of ashes, proteins, lipids, carbohydrates, total phenolics, flavonoids and antioxidant activity (DPPH) were carried out. Finally, the profile of the amino acids and the constituents of the chloroform and hydrometanolic extract were determined. It was observed that the bees' diet in Assú was composed of 66 pollen types distributed in 32 families. In Mossoró, 44 pollen types and 21 families were identified. In both locations, the most representative botanical family was Fabaceae. In the rainy season the amount of bee pollen retained in the collectors and numbers of collected pollen types increased. As for the centesimal composition, it varied during the experiment and the highest levels were carbohydrates (81.11 ± 0.55 to $66.97 \pm 1.30\%$) and proteins (13.33 ± 0.10 to $25.59 \pm 0.12\%$) and the lowest ash (2.08 ± 0.18 to $5.00 \pm 0.16\%$) and lipids (2.60 ± 0.20 to $4.86 \pm 0.03\%$). On the quantification of the biocomposites, there were oscillations in total phenol contents (7.68 ± 0.02 at 70.31 ± 0.29 mg GAE / g), flavonoids (1.68 ± 0.14 at 49.03 ± 0.16 mg QE / g) and antioxidant activity (78.96 ± 0.82 at $96.42 \pm 0.83\%$) during the collection period. It was also verified that the highest indexes of polyphenols and flavonoids were found in samples with high relative frequency of the pollen type *Mimosa tenuiflora*. As regards the monofloral pollen analysis of *Anacardium occidentale* L. and *Mimosa tenuiflora*, eighteen amino acids were present in both matrices, including the ten essential amino acids. Among them, aspartic acid and glutamic acid were the predominant ones. All amino acids, except tryptophan present in jurema-black pollen, were in amounts greater than the recommended percentages of the bees and human diet. The lipid fraction of the cashew extract and the black jurema presented 11 and 9 constituents, respectively. In the polar fraction 21 compounds were detected in the pollen extract of the *Anacardium occidentale* L. and 31 substances in the *Mimosa tenuiflora* extract. This study shows that in the Brazilian semi-arid there is a diversity of plants, both in the dry and rainy season, with potential for the production of bee pollen.

Keywords: *Apis mellifera*, pollen flora, chemical composition, *Anacardium occidentale* L., *Mimosa tenuiflora*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Visualização da camada externa do grão de pólen (exina), camada interna (intina) e citoplasma.....	27
Figura 2– Fórmula estrutural dos principais flavonóides.	37
Figura 3 – (A) Exemplar do <i>Anacardium occidentale</i> L. (B) Inflorescência do <i>Anacardium occidentale</i> L. (C) Pólen apícola do cajueiro coletado pelas abelhas; (D) Imagem do grão de pólen do <i>Anacardium occidentale</i> L.; (E) Exemplar da <i>Mimosa tenuiflora</i> ; (F) Inflorescência da <i>Mimosa tenuiflora</i> ; (G) Pólen apícola da jurema-preta coletado pelas abelhas; (H) Imagem do grão de pólen da <i>Mimosa tenuiflora</i>	38
Figura 4 – Mapa da localização das áreas onde foram instaladas as colmeias para obtenção de pólen apícola.....	41
Figura 5 – (a) Placa de identificação do experimento (b) Colmeia contendo o coletor de pólen apícola (c) Pólen apícola “in natura” estocado na gaveta do coletor (d) Amostra de pólen apícola identificada e acondicionada em saco plástico.	43
Figura 6 - Técnica da acetólise desenvolvida por Erdtman (1960) e utilizada para a análise palinológica dos pólenes apícolas.	45
Figura 7 – (a) Pesagem do pólen apícola (b) Pólen apícola em cadinhos de porcelana (c) Mufla utilizada no processo de incineração (d) Dessecador utilizado na manutenção da umidade da amostra.	47
Figura 8 – Destilador de nitrogênio, com Erlenmeyer e tubo digestor acoplado, utilizado no experimento de determinação de proteínas totais.....	48
Figura 9 – Extratores de Soxhlet utilizados para a determinação do teor de lipídeos.....	49
Figura 10 – Extratos hidroalcoólicos de pólen apícola acondicionados em tubos Falcon identificados.	50
Figura 11– Determinação do teor de fenóis totais. EPA = Extrato de pólen apícola; RFC = Reagente Folin-Ciocalteu.	51
Figura 12 – Determinação do teor de flavonoides totais. EPA = Extrato de pólen apícola; ETA = etanol a 80 %; NA = Nitrato de alumínio a 10%; AP = Acetato de potássio 1 mol/L.....	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Médias mensais das variáveis ambientais durante o período de estudo de setembro de 2014 a outubro de 2015 no município de Assú/RN. (a) Distribuição das temperaturas máximas, médias e mínimas. (b) Distribuição da precipitação e da umidade relativa do ar. ...	57
Gráfico 2 – Médias mensais das variáveis ambientais durante o período de estudo de setembro de 2014 a outubro de 2015 no município de Mossoró/RN. (a) Distribuição das temperaturas máximas, médias e mínimas. (b) Distribuição da precipitação e da umidade relativa do ar. ...	58
Gráfico 3– Porcentagens de ocorrência das famílias de plantas encontradas no pólen apícola coletado em Assú/RN.	59
Gráfico 4 – Porcentagens de ocorrência das famílias de plantas encontradas no pólen apícola coletado em Mossoró/RN.	60
Gráfico 5– Número de tipos polínicos retidos nos coletores das colmeias do apiário da Floresta Nacional de Assu e da Fazenda Experimental Rafael Fernandes, no período de setembro de 2014 a outubro de 2015.	62
Gráfico 6– Frequência relativa dos tipos polínicos retidos nos coletores de colmeias de <i>Apis mellifera</i> localizadas em Assú no período de 29 de setembro de 2014 a 02 de fevereiro de 2015.	66
Gráfico 7– Frequência relativa dos tipos polínicos retidos nos coletores de colmeias de <i>Apis mellifera</i> localizadas em Mossoró no período de 29 de setembro de 2014 a 02 de fevereiro de 2015.	68
Gráfico 8– Frequência relativa dos tipos polínicos retidos nos coletores de colmeias de <i>Apis mellifera</i> localizadas em Assú no período de 02 de fevereiro a 08 de junho de 2015.	70
Gráfico 9 – Frequência relativa dos tipos polínicos retidos nos coletores de colmeias de <i>Apis mellifera</i> localizadas em Mossoró no período de 02 de fevereiro a 08 de junho de 2015.	71
Gráfico 10– Frequência relativa dos tipos polínicos retidos nos coletores de colmeias de <i>Apis mellifera</i> localizadas em Assú no período de 08 de junho a 12 de outubro de 2015.	73
Gráfico 11– Frequência relativa dos tipos polínicos retidos nos coletores de colmeias de <i>Apis mellifera</i> localizadas em Mossoró no período de 08 de junho a 12 de outubro de 2015.	74
Gráfico 12 – Quantidade de grãos de pólen retida no coletor durante o período do experimento.	75
Gráfico 13 – Distribuição relativa do pólen coletado no apiário experimental de Assú/RN no período da amostragem.	77

Gráfico 14 – Distribuição relativa do pólen coletado no apiário experimental de Assú/RN no período da amostragem.....	77
Gráfico 15 – Resultados obtidos para cinzas das amostras coletadas de pólen apícola em Assú/RN e Mossoró/RN no período de 29 de setembro de 2014 a 12 de outubro de 2015.	78
Gráfico 16 – Resultados obtidos para proteína das amostras coletadas de pólen apícola em Assú/RN e Mossoró/RN no período de 29 de setembro de 2014 a 12 de outubro de 2015.	79
Gráfico 17 – Resultados obtidos para lipídeos das amostras coletadas de pólen apícola em Assú/RN e Mossoró/RN no período de 29 de setembro de 2014 a 12 de outubro de 2015.	79
Gráfico 18 – Resultados obtidos para carboidratos das amostras coletadas de pólen apícola em Assú/RN e Mossoró/RN no período de 29 de setembro de 2014 a 12 de outubro de 2015.	80
Gráfico 19 – Análises de cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos das amostras de pólen apícola coletados nos municípios de Assú e Mossoró/RN.	84
Gráfico 20 – Resultados obtidos para os compostos fenólicos totais (mg GAE/g de pólen) das amostras coletadas de pólen apícola em Assú/RN e Mossoró/RN no período de 29 de setembro de 2014 a 12 de outubro de 2015.	85
Gráfico 21 – Resultados obtidos para os flavonóides (mg de quercetina/g de pólen) das amostras coletadas de pólen apícola em Assú/RN e Mossoró/RN no período de 29 de setembro de 2014 a 12 de outubro de 2015.	86
Gráfico 22–Resultados obtidos para a atividade antioxidante (%) para as amostras coletadas de pólen apícola em Assú/RN e Mossoró/RN no período de 29 de setembro de 2014 a 12 de outubro de 2015.	86
Gráfico 23 – Análises de compostos fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante das amostras de pólen apícola coletados nos municípios de Assú e Mossoró/RN.	90
Gráfico 24 – Comparação dos valores dos aminoácidos essenciais (g/100g de proteína) presentes no pólen da <i>Anacardium occidentale</i> L. (PAO) e no pólen da <i>Mimosa tenuiflora</i> (PMT) com os valores das necessidades nutricionais das abelhas (NNA).	98
Gráfico 25 – Comparação dos valores dos aminoácidos essenciais (g/100g de proteína) presentes no pólen da <i>Anacardium occidentale</i> L. (PAO) e no pólen da <i>Mimosa tenuiflora</i> (PMT) com os valores recomendados pela FAO/OMS.	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Aminoácidos essenciais e não essenciais requeridos pelas abelhas.....	31
Tabela 2 – Classificação dos polifenóis de acordo com a estrutura química	35
Tabela 3 – Principais compostos flavonoides presentes no pólen apícola	36
Tabela 4 – Ocorrência dos táxons vegetais nas 54 amostras de pólen apícolas coletadas em Assú e Mossoró.	63
Tabela 5– Teores de cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos (%) das 54 amostras coletadas e comparação com dados da literatura.	82
Tabela 6 – Valores da mediana, média, coeficiente de variação (CV) e significância (p) para as comparações dos parâmetros nutricionais cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos obtidos para as amostras de pólen apícola coletadas nos apiários localizados em Assú e Mossoró	83
Tabela 7– Índice de compostos fenólicos totais, flavonoides e atividade antioxidante das 54 amostras coletadas e a comparação dos dados com os da literatura.....	88
Tabela 8 – Valores da mediana, média, coeficiente de variação (CV) e significância (p) para as comparações dos teores dos compostos fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante encontrados nas amostras de pólen apícola coletadas nos apiários localizados em Assú e Mossoró/RN.	89
Tabela 9 - Valores de cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos em amostras com ocorrência do tipo polínico <i>Anacardium occidentale</i> L. e <i>Mimosa tenuiflora</i> nas amostras quinzenais ...	91
Tabela 10 - Valores da correlação de Spearman entre o teor de cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos com a frequência dos tipos polínicos <i>Anacardium occidentale</i> L. e <i>Mimosa tenuiflora</i> nas amostras quinzenais.....	93
Tabela 11 – Teor de compostos fenólicos totais, flavonoides totais, e atividade antioxidante (DPPH) em amostras com ocorrência do tipo polínico <i>Anacardium occidentale</i> L. e <i>Mimosa tenuiflora</i>	94
Tabela 12 - Correlação entre as porcentagens monoflorais do pólen apícola do <i>Anacardium occidentale</i> L. e da <i>Mimosa tenuiflora</i> com os valores de fenóis, flavonóides e atividade antioxidante.	95
Tabela 13 - Valores mínimos de aminoácidos essenciais requeridos pelas abelhas e teores de aminoácidos quantificados nos polens de da <i>Anacardium occidentale</i> L. e <i>Mimosa tenuiflora</i> (g/100g de proteína).....	96
Tabela 14 - Teores de proteína bruta (%) quantificadas nas amostras de pólen do <i>Anacardium occidentale</i> L. e no pólen da <i>Mimosa tenuiflora</i>	97

Tabela 15 - Percentual em g/100 g de proteína de aminoácidos essenciais presentes no pólen apícola monofloral, por fonte botânica, tendo como referência os padrões estipulados pela FAO/OMS para o consumo humano	98
Tabela 16 - Rendimentos do extrato clorofórmico (EC) e extrato hidrometanólico (EHM) do pólen da <i>Anacardium occidentale</i> L. e da <i>Mimosa tenuiflora</i>	100

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 OBJETIVOS	20
3 REVISAO DE LITERATURA	21
3.1 O pólen apícola	21
3.1.1 Usos, mercado e legislações.....	24
3.2 Origem botânica	26
3.3 O perfil químico do pólen apícola	28
3.4 Compostos com atividades biológicas.....	33
3.5 Características botânicas e econômicas do <i>Anacardium occidentale</i> L. (caju) e da <i>Mimosa tenuiflora</i> (jurema-preta)	38
4 MATERIAIS E MÉTODOS	41
4.1 Localização – áreas das coletas.....	41
4.2 Instalação de colmeias e coleta do pólen apícola	42
4.3 Análises laboratoriais	44
4.3.1 Análise polínica	44
4.3.2 Análises centesimais.....	46
4.3.2.1 Cinzas ou Matéria mineral (MM).....	46
4.3.2.2 Proteínas totais.....	47
4.3.2.3 Extrato Etéreo	48
4.3.3.4 Hidratos de Carbono	49
4.3.3 Quantificação dos biocompostos	49
4.3.3.1 Preparação dos extratos hidroalcoólico do pólen	49
4.3.3.2 Determinação de compostos fenólicos totais.....	50
4.3.3.3 Determinação de flavonóides totais.....	51
4.3.3.4 Determinação da atividade antioxidante.....	52
4.3.4 Determinação de Aminoácidos.....	53
4.3.5 Determinação de biocompostos por HPLC	54
4.4 Análises Estatísticas.....	56
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
5.1 Condições climáticas ao longo do experimento.....	57
5.2 Flora polinífera da região de Assú e Mossoró	58
5.3 Produção de pólen apícola em Assú e Mossoró.....	75

5.4 Composição físico-química das amostras de pólen apícola	78
5.5 Compostos fenólicos totais, flavonoides e potencial antioxidante do pólen apícola ...	85
5.6 Ocorrência dos tipos polínicos <i>Anacardium occidentale</i> L. e da <i>Mimosa tenuiflora</i> nas amostras e sua relação com os teores de cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos, compostos fenólicos totais, flavonóides e atividade antioxidante ao longo do experimento	91
5.7 Teores de aminoácidos e proteína bruta presentes no pólen apícola monofloral do <i>Anacardium occidentale</i> L. e da <i>Mimosa tenuiflora</i>	96
5.8 Avaliação dos compostos presentes em extratos clorofórmicos e hidrometanólicos do pólen apícola monofloral da <i>Anacardium occidentale</i> L. e da <i>Mimosa tenuiflora</i>	100
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	104
REFERÊNCIAS	106
ANEXOS	122
APÊNDICES	126

1 INTRODUÇÃO

A apicultura tem um importante papel econômico, social e ambiental, pois gera renda, fixa o homem ao campo e ainda contribui para a conservação da flora nativa (OLIVEIRA, 2011). A sua produtividade está atrelada a um manejo adequado, às condições do pasto apícola, à busca de novos conhecimentos e à eficiência na comercialização (SILVA, 2010; ALVES, 2013).

Essa atividade é de fundamental importância para a agricultura familiar, pois aumenta a produção da lavoura, em decorrência da ação da polinização das abelhas, e possibilita a diversificação da renda por meio da produção do mel, da cera, da própolis, da geleia real e do pólen (WOLFF, 2007). Dentre esses produtos, o pólen apícola destaca-se por suas propriedades nutritivas e terapêuticas que o torna atraente para a saúde humana. Como também, é a principal fonte de proteínas, lipídios, minerais e vitaminas para a colônia de abelhas (MELO; ALMEIDA-MURADIAN, 2011).

Ainda é importante destacar que o pólen é uma valiosa fonte de informação aos apicultores, pois através do seu estudo é possível caracterizar a flora da região e identificar os principais recursos florais usados pelas abelhas. Como também, conhecendo o pasto apícola, pode-se criar programas de reflorestamento, uma vez que é possível identificar, preservar e multiplicar as espécies vegetais mais utilizadas em uma determinada área. Um outro aspecto, é que ele pode ser utilizado para indicar a origem botânica e geográfica dos produtos apícolas (ROCHA, 2013). Além de ser uma produção integral nos 12 meses do ano.

O Brasil possui um clima diversificado e uma ampla e variada flora, que propicia um ambiente ideal para o desenvolvimento da apicultura (ALCÁRCEL, 2011). Dentre os biomas existentes, a caatinga, localizada no semiárido nordestino, é uma vegetação com uma extensa área geográfica e diversidade florística, onde são encontradas ricas fontes de pólen que ainda são inexploradas (VELLOSO et al., 2002; SÁNCHEZ-AZOFEIFA et al., 2005; RODAL; NASCIMENTO, 2006). Entretanto, esse ecossistema vem sendo continuamente degradado em função das atividades antrópicas, como a agropecuária, desmatamentos, uso irracional do solo e queimadas (SABINO et al., 2016). Em decorrência disso são relatadas perdas em espécies da flora e fauna, além do aumento das áreas desertificadas (Brasil, 2002). Por outro lado, as práticas apícolas contribuem para a conservação da biodiversidade, através da polinização e propagação das espécies (SILVA, 2013).

Todavia, para que as colônias se desenvolvam é necessário que a flora seja abundante durante todo o ano, suprimindo as necessidades de néctar e pólen dos enxames. A maior parte

das plantas encontradas na caatinga florescem na época das chuvas, que compreende de 4 a 6 meses. No restante do ano, caracterizado pela estiagem, há menos flores no campo e consequentemente, menos alimentos para as abelhas. A carência nessa alimentação proporciona a diminuição do número desses indivíduos, podendo levar a morte ou abandono da colônia (SILVA, 2013). Desta maneira, a produção fica comprometida, o que aumenta a necessidade de reforçar o pasto apícola.

Diante dessa problemática, torna-se importante conhecer a flora apícola do semiárido potiguar, bem como a composição química do pólen apícola coletado pelas abelhas melífera da região, buscando contribuir com informações sobre a oferta desse alimento, principalmente, no período de escassez.

Este é um trabalho pioneiro sobre o pólen apícola produzido no Estado do Rio Grande do Norte. Cada vez mais esse gênero alimentício está sendo introduzido na lista dos produtos comercializados pelos apicultores potiguares, incremento da renda e a sustentabilidade.

2 OBJETIVOS

GERAL:

Caracterizar as amostras de pólen apícola coletadas ao longo de um ano por abelhas *Apis mellifera* L. (africanizadas) na Floresta Nacional de Assú/RN – FLONA (área de caatinga conservada) e na Fazenda Experimental Rafael Fernandes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA (área de caatinga não conservada).

ESPECÍFICOS:

- Analisar a produção do pólen apícola ao longo de um ano no semiárido potiguar;
- Identificar microscopicamente o pólen apícola com base na comparação de cada tipo polínico com diferentes fontes;
- Determinar a frequência relativa dos tipos polínicos identificados e verificar quais pólenes são mais representativos nos dois locais estudados;
- Determinar a composição centesimal, concentração de flavonoides, fenóis e atividade antioxidante nas amostras quinzenais de pólen apícola obtidas nos dois apiários;
- Determinar para o pólen apícola do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) e para o pólen da jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*): as suas composições centesimais; tipos e respectivas quantidades de aminoácidos presentes; compostos fenólicos, flavonóides, atividade antioxidante e caracterização química das frações apolar e polar obtidas a partir de amostras monoflorais;

3 REVISAO DE LITERATURA

3.1 O pólen apícola

A palavra “pólen” é de origem latina e significa “farinha ou pó” (BOGDANOV, 2012). Desde tempos remotos, o pólen apícola vem sendo usado de forma discreta na alimentação humana. Na época do Egito Antigo, era denominado como “o pó que dá a vida”. Existem relatos que Pitágoras e Hipócrates o prescreviam para seus pacientes, acreditando na sua terapêutica. Na América do Norte, há indícios do seu consumo por indígenas, entre os anos de 1.400 e 200 a.C. (REINHARD; HAMILTON; HEVLY, 1991; LINSKENS; JORDE, 1997; CAMPOS et al., 2008; GABRIELE et al., 2015). Embora existam vários relatos da importância do pólen apícola, foi só século XX, que a identificação botânica passou a ser estudada (BOGDANOV, 2012), enquanto que o uso em larga escala só ocorreu após a segunda Guerra Mundial (CAMPOS et al., 2010).

De acordo com a Instrução Normativa N ° 03 de 19 de janeiro de 2001 do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2001), define-se o pólen apícola como o resultado da aglutinação dos grãos de pólen de flores, realizada pelas abelhas operárias, com o néctar (e / ou mel) e substâncias salivares, e recolhidos na entrada da colmeia.

Por sua vez, os grãos de pólen são estruturas microscópicas encontradas nas flores de gimnospermas e angiospermas e que constituem as células reprodutivas masculinas dessas plantas (ARRUDA et al., 2013). Todo grão de pólen é composto, de maneira geral, por uma parede dupla. Na sua parte interior encontram-se carboidratos como celulose e pectina. Enquanto que externamente, estão presentes os lipídeos e pigmentos. A esporopolenina é um polímero muito resistente da parede celular e protege o grão contra ação mecânica ou desidratação, sendo difícil de ser degradada (DENISOWA; DENISOW-PIETRZYKB, 2016).

Uma única flor pode comportar quase quatro milhões de grãos de pólen e cada pólen possui características próprias, como o tamanho, a forma, a cor, a aparência, o sabor e composição que varia de acordo com a espécie floral. Os formatos dos grãos são diversos: cilíndricos, triangulares, ovais e espinhosos (SHUBHARANI et al., 2013). Quanto ao tamanho, pode oscilar entre 2,5-250 µm de diâmetro.

Sobre a coloração, há grãos amarelos (a maioria), vermelhos, beges, brancos, marrons, verdes e até cinzas. (COUTO; COUTO, 2006; MORETI, 2006; SAAVEDRA; ROJAS; DELGADO, 2013). A composição química e origem botânica influenciam na cor, além do processo da coleta, o beneficiamento e armazenamento, em função de prováveis oxidações ou desidratações que venham a ocorrer ao longo desses processos. Curiosamente, o pólen de uma mesma espécie pode apresentar cores diferentes, ou espécies diferentes podem produzir grãos de pólen da mesma cor (ALMEIDA-MURADIAN et al., 2005; MODRO et al., 2009; BARTH et al., 2010).

O pólen apícola pode ser de origem monofloral, ou seja, possuir uma única fonte botânica e as propriedades organolépticas e bioquímicas assemelham-se a planta de origem. Quando a oferta de plantas poliníferas na área em volta do apiário não é suficiente, as abelhas visitam outras flores misturando os grãos de diferentes origens botânicas. Esse pólen passa a ser chamado de heterofloral ou polifloral e possui propriedades bioquímicas variadas (DI PAOLA-NARANJO et al., 2004; BARRETO et al., 2006; CARPES, 2008; KOMOSINSKA-VASSEV; OLCZYK; MENCNER, 2015).

A coleta do pólen realizada pelas abelhas operárias é um trabalho intensivo. Essas se utilizam das suas mandíbulas e pernas para manipulação dos grãos de pólen, aglutinando-os e fixando-os nas corbículas. Muitas vezes, a quantidade de pólen obtida em uma única flor é pequena e há a dificuldade de remoção desses grãos, exigindo, em vários momentos, adaptações morfológicas ou comportamentais. Além disso, alguns pólenes podem conter baixo teor proteico, ser deficiente em algum nutriente ou possuir metabólitos secundários prejudiciais, tais como alcalóides, lactonas, diterpenos ou glicosídeos cianogênicos (WEINER et al., 2010; KEMPF et al., 2010; SEDIVY et al., 2012; GOSSELIN et al., 2013; ECKHARDT et al., 2014).

As abelhas levam, cada uma, uma carga média de pólen de 11,4 mg nas duas corbículas o que corresponde a cerca de 17% do peso das operárias. Posteriormente, as cargas polínicas, na grande maioria monoflorais, são transportadas até a colmeia, onde são depositadas e compactadas nos alvéolos dos favos, passando a formar o pão de abelha que será utilizado na alimentação da própria colmeia (SÁ-OTERO et al., 2002; FUNARI et al., 2003; KACANIOVA et al., 2011; AMANCIO, 2014). O volume de pólen coletado por uma colônia está sujeito a variações conforme a espécie da abelha, a disponibilidade da florada e as necessidades nutricionais da colônia (SEELEY, 1983).

A principal função do pólen apícola, na colmeia, é o fornecimento de proteína às crias e rainhas, contribuindo para o crescimento normal e desenvolvimento de todos os indivíduos da colônia. É usado para alimentar as larvas no estágio inicial de desenvolvimento e na produção de geleia real. O desenvolvimento dos músculos, glândulas e tecidos corporais das abelhas dependem da quantidade de proteína na dieta, portanto, as abelhas jovens precisam consumir uma considerável quantidade de pólen, que é coletado de uma diversidade de plantas, por isso, possui elevada variação química, nutricional e fisiológica. (MELO; ALMEIDA-MURADIAN, 2011; YANG et al., 2013). As abelhas não consomem o pólen fresco, mas o produto misturado com o néctar regurgitado, mel e secreções glandulares e já fermentado por micro-organismos, o qual tem um pH e porcentagem de amido menores do que o pólen original (VASQUEZ; OLOFSSON, 2009; ELLIS; HAYES; ELLIS, 2009).

O apicultor utiliza-se de estruturas denominadas de “coletores de pólen”, “armadilhas de pólen” ou “caça-pólen” para coletar o pólen apícola. Ao regressar à colmeia, as abelhas atravessam essas armadilhas, deixando as cargas polínicas retidas. Existem diferentes tipos de coletores disponíveis no mercado e diversas opiniões sobre qual seria o mais eficaz (ALVES, 2013). Mas de forma genérica, os coletores de pólen são constituídos por aberturas de aproximadamente 4,5 mm de diâmetro que permitem a passagem das abelhas, mas não de todas as bolotas. Essas bolotas de pólen retidas são recolhidas em bandeja (caixa ou gaveta) que é recoberta por tela de arame, de forma que permaneçam isoladas da colmeia e as abelhas não possam recolhê-las novamente (MAGALHÃES, 2005).

Para retirar o pólen da colmeia, o apicultor retira as gavetas coletoras e o material apícola é transferido para recipiente que serão acondicionados em freezer (MAGALHÃES, 2005). Segundo Barreto et al. (2006) o pólen apícola deve ser congelado por no mínimo 48 horas, com o objetivo de destruir ácaros, ovos ou larvas de traças de cera e de outros insetos que venham a compor o conjunto. A refrigeração controla o desenvolvimento de microrganismos relacionados à microflora normal contida no pólen. Após o descongelamento gradativo, o pólen apícola é desidratado, realizada a limpeza, estocagem e armazenagem. O processo de secagem varia entre as unidades de produção, mas é comum o uso de estufas.

Rodríguez-Carrasco et al (2013) relata que a qualidade do pólen de abelha é fortemente dependente da sua preservação e que esse substrato é propício para o crescimento de micotoxinas quando nenhuma secagem rápida e adequada é realizada pelo apicultor após coleta.

3.1.1 Usos, mercado e legislações

Até as duas últimas décadas, a comercialização e consumo de pólen apícola era praticamente desconhecido pela maioria da população, com exceção dos consumidores vegetarianos ou de produtos naturais. Nos últimos anos, esse produto ganhou maior atenção e passou a ser de grande interesse comercial devido ao seu alto valor nutricional e fisiológico.

Pesquisas recentes mostram que o pólen de abelha possui benefícios sobre o sistema cardiovascular, estimula a imunidade do corpo, possui efeitos antitumorais, retarda o envelhecimento, é utilizado em tratamento dermatológicos, elimina radicais livres, tem ação anti-inflamatória, regula as funções intestinais e vem sendo usado para o tratamento da Hiperplasia Prostática Benigna (BPH) (YANG et al., 2013; PASCOAL et al., 2014; SALLES et al., 2014; TOHAMY et al., 2014). Como também, acelera a taxa de mitose, promove a reparação dos tecidos, melhora a maior eliminação de tóxicos e reduz os níveis de colesterol excessivos (NOGUEIRA et al., 2012). Há estudos que comprovam o efeito inibitório do pólen sobre o crescimento micelial (OZEN et al., 2004). Como também a sua ação sedativa e utilização no tratamento da depressão e doenças semelhantes (YILDIZ et al., 2014). Ulusoy e Sevgi (2014) relatam que o pólen das abelhas é utilizado para curar doenças como resfriados, gripes, úlceras, anemia, colite e enterite. Embora o pólen de abelha seja conhecido como uma rica fonte de nutrientes diferentes e de ter ampla gama de aplicações, ele deve ser administrado de forma cautelosa, especialmente em crianças e idosos, uma vez que pode proporcionar alergias (ZAROBKIEWICZ et al, 2017).

Atualmente, a produção de pólen é economicamente significativa na Espanha, China, Hungria, Austrália, Argentina e Brasil (ESTEVINHO et al., 2012). Quanto ao comércio mundial, os maiores exportadores são Espanha, China, Argentina e Hungria e os principais importadores os EUA, o Reino Unido, a Alemanha, a França e a Itália (ROCHA, 2013). Estima-se que anualmente, sejam produzidas 1.500 toneladas por ano (FUENMAYOR et al., 2014).

No final da década de 1980, houve um incremento na procura e na abertura deste mercado para o produtor brasileiro. O produtor precisou se especializar, buscando conhecimentos técnicos para melhor extração e acondicionamento do pólen. Nos dias de hoje, a produção de pólen apícola está concentrada nos Estados de Bahia, Sergipe e Santa Catarina (ALVARELLI et al., 2011). Estima-se que sejam geradas anualmente em torno de 200

toneladas de pólen apícola (ALVES, 2013). Segundo Barreto et al. (2006), o Brasil possui potencial na produção de pólen, em virtude da diversidade da flora, juntamente com o clima tropical e a boa adaptação das abelhas africanizadas.

Petersen et al. (2011) pesquisou a forma de comercialização do pólen apícola em 11 países da América Latina e identificou que existem diferentes formulações e vias de apresentação do produto, como a venda de pólen desidratado em frascos de vidro, em *sachet* juntamente com mel, como ingredientes de cremes para as mãos, na forma em pó acondicionados em cápsula, como óleos essenciais concentrados e na forma de granulado.

Embora exista uma diversidade de aplicação para o pólen apícola, poucos países estabeleceram padrões de qualidade para esse produto, destacando-se: Argentina (Resolução 1.550 de 12/12/1990), o Brasil (BRASIL, 2001; ABNT, 2017), Bulgária (Resolução 2567111-91), Polônia (Resolução 78893), Suíça, Armênia, China, Cuba, Japão, Uruguai, Turquia e Rússia (ALMEIDA-MURADIAN, 2009).

No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é o responsável pela fiscalização das etapas de produção e beneficiamento do pólen, enquanto que o Ministério da Saúde (MS) tem a incumbência de fiscalizar as etapas de armazenamento, distribuição e comercialização (MELO, 2015). Através do anexo V da Instrução Normativa (IN) N° 3 de 19 de janeiro de 2001 do MAPA foram especificados os parâmetros aplicáveis ao pólen apícola, aonde são descritos os requisitos sensoriais, físico-químicos, acondicionamento, o uso de aditivos, possíveis contaminantes e condições higiênico-sanitárias (BRASIL, 2001). Essa resolução estabelece que o teor de cinzas deve ser de no máximo 4%, ter o mínimo de 1,8% de lipídios, 8% de proteínas e 2% de fibra bruta. A porcentagem de açúcares totais deve apresentar valores entre 14,5% a 55,0 %, enquanto que a acidez livre deve ser no máximo 300 mEq/kg e o pH entre 4 a 6. Apesar de estabelecer limites para os parâmetros físico-químicos, a IN n° 3 não estabelece os protocolos utilizados para a determinação dessas análises, o que proporciona variações nos parâmetros em virtude do método escolhido (MELO, 2015). Barreto et al. (2005) relata a necessidade de incluir outros parâmetros a legislação brasileira que trata sobre o pólen apícola. Entre eles, informações mais detalhadas sobre contaminantes orgânicos e inorgânicos, critérios macroscópicos e microscópicos, como também o prazo de validade do produto desidratado.

No ano de 2013, a Comissão de Estudos Especiais da Cadeia Apícola (ABNT/CEE-87) iniciou o estudo sobre a cadeia produtiva do pólen apícola que originou a norma ABNT

NBR 16576:2017 de 02 de maio de 2017 que estabelece os requisitos de instalação de apiário, manejo de colmeia, coleta, acondicionamento, transporte e armazenamento de pólen apícola (ABNT, 2015; ABNT, 2017).

3.2 Origem botânica

A avaliação da origem botânica é uma condição necessária para se conhecer as características do pólen apícola, uma vez que esta fonte tem grande influência sobre as propriedades moleculares, morfológicas e físico-químicas do pólen. (KROYER; HEGEDUS, 2001; LEJA et al., 2007; MELO et al., 2009; NOGUEIRA et al., 2012). Através desse estudo procura-se identificar espécies vegetais, embora em algumas circunstâncias é possível caracterizar, apenas, o gênero ou até a família (CAMPOS et al., 2008).

Nesse sentido, Arruda et al. (2013), avaliou a origem botânica dos pólenes apícolas do Estado de São Paulo, identificando 10 tipos polínicos dos seguintes gêneros: *Arecaceae*, *Cecropia*, *Cestrum*, *Cyperaceae*, *eucalipto*, *Ilex*, *Myrcia*, *Piper*, *Vernonia* e *Trema*. Já Dórea et al. (2010) pesquisando a origem botânica das bolotas de pólen coletadas pelas abelhas *Apis mellifera* L. no município de Canavieiras, Bahia, região da Mata Atlântica, identificou, das 35 análises palinológicas realizadas, que os tipos polínicos mais abundantes no pólen apícola foram *Elaeis* (23,99%), *Mimosa pudica* (22,78%) e *Cecropia* (13,68%).

Novais et al. (2009) estudou 62 amostras de pólen coletado por *Apis mellifera* L. em uma área de Caatinga localizada em Canudos, Bahia, no período entre março/2004 e fevereiro/2006. Foram encontradas 36 famílias de plantas, com 85 tipos diferentes de pólen. Fabaceae foi a família com maior ocorrência (21 tipos de pólen) e o *Filipes mimosa* foi o tipo de pólen mais frequente (37 amostras). Identificou-se espécies vegetais da região com potencial apícola, como *Croton* spp., *Spondia tuberosa* e *Ziziphus joazeiro*.

Embora as diferenças nos grãos de pólen sejam pouco perceptíveis a olho nu, a nível microscópico consegue-se avaliar as divergências que há de espécie para espécie (SERRANO, 2014). Dentre as formas de determinar a origem botânica do pólen destaca-se a análise estrutural e morfológica dos grãos em microscópio óptico. Através dessa técnica, são analisados dados como o tamanho, o formato do grão, ornamentação da superfície e número de aberturas encontradas no grão. Feito isso, há uma comparação dos achados com dados de

literatura e/ou palinotecas físicas ou virtuais. Quando o pólen ainda não foi catalogado, a identificação é mais complexa (BARTH, 1989; BASTOS; SILVEIRA; SOARES, 2003; SODRÉ et al., 2007).

Em muitos momentos, a visualização do pólen ao microscópio é dificultada devido a existência de substâncias que ficam incrustadas na parede do grão. Para uma melhor visualização, são empregadas técnicas como a da acetólise. Esse método foi proposto por Erdtman em 1969 e favorece a visualização da exina (Figura 1), camada externa do grão, que comporta os constituintes morfológicos fundamentais para a caracterização do pólen. Todavia, apresenta a desvantagem de deformar o grão em virtude da destruição da sua camada interna, a intina (TERRADILLOS et al, 1994).

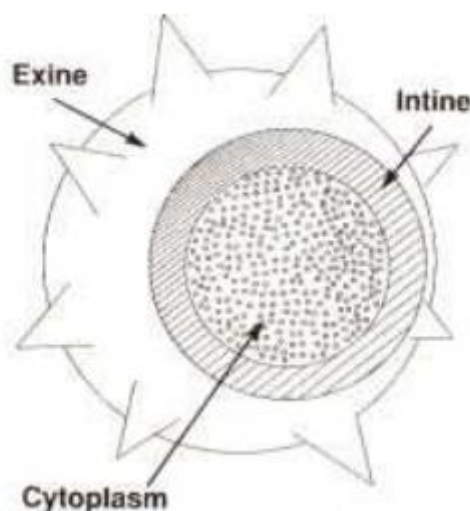


Figura 1 – Visualização da camada externa do grão de pólen (exina), camada interna (intina) e citoplasma. Fonte: BOGDANOV, 2012.

Recentes pesquisas vem desenvolvendo modelos de inteligência computacional para prever a origem botânica ou se utilizar da origem botânica para estimar a composição química do pólen e outros produtos originados pelas abelhas (ANJOS et al., 2015; GONÇALVES et al., 2017). Anjos et al. (2015) utilizaram-se de variáveis de entrada como teor de umidade, a condutividade elétrica, atividade da água, teor de cinzas, pH, acidez livre, coordenadas colorimétricas e o teor de fenóis totais das amostras de mel para prever a origem botânica de amostras de méis. Conclui que a origem botânica do mel pode ser conhecida de forma confiável e rápida a partir da informação colorimétrica e da condutividade elétrica. Já

Golçalves et al. (2017), conhecendo a origem botânica, preveu a composição físico-química de uma mistura de pólen.

Outros estudos indicam a relevância da origem botânica para delinear a qualidade do pólen apícola, a identificação da flora local e o mapeamento da flora. O conhecimento da flora apícola, é imprescindível para o êxito da apicultura em uma região (FREITAS; SILVA, 2006; VIDAL; SANTANA; VIDAL, 2008). Sob outra perspectiva, em virtude dos impactos sobre os agroecossistemas, a relação das abelhas com a fonte botânica passa a ser um item primordial e estratégico para planejamentos ambientais, considerando-se que as abelhas polinizam inúmeras culturas agrícolas (FREITAS; NUNES-SILVA, 2012).

Para Eckert (1942), a identificação do pólen apícola, sugere não apenas as espécies de que as abelhas se utilizam para a coleta de recursos florais, bem como possibilita estimar a importância relativa de cada uma das plantas visitadas como fornecedora de néctar ou de pólen, permite também avaliar a importância dessas plantas sob condições do meio ambiente que predominam durante os períodos em que as amostras foram coletadas.

3.3 O perfil químico do pólen apícola

Já foram identificadas aproximadamente 250 substâncias diferentes no pólen apícola (KOMOSINSKA-VASSEV et al., 2015). Essa grande variabilidade ocorre essencialmente em função da origem geográfica e botânica. Condições como idade, estado nutricional da planta e características edafoclimáticas também contribuem para a versatilidade dos compostos. Além disso, há relatos que uma mesma planta pode apresentar distintas composições no seu pólen quando encontradas em locais diferentes, estações do ano diversas e ao longo dos anos (FUNARI et al., 2003; MELO et al. 2009; SILVEIRA, 2012).

Para Yang et al. (2013), a maior variabilidade na composição dos pólenes é a espécie da planta e é necessária a mistura de várias fontes para uma dieta equilibrada. Não apenas as diversas variações florísticas, outras diversificações na composição desse produto podem ocorrer em decorrência dos vários processos ou tratamentos no armazenamento utilizados na produção comercial. Entre as técnicas empregadas estariam o calor usado na secagem, a oxidação ao longo do tempo, a esterilização por meio de ultravioleta (UV) ou outro tipo de

radiação. Ademais, a forma de análise e o método de extração podem mascarar componentes químicos.

Juntamente com o estudo da composição nutricional e de substâncias bioativas, também é importante verificar os possíveis contaminantes presentes no pólen que são prejudiciais à saúde. Embora seja uma boa fonte de nutriente, o pólen também pode conter metais pesados tóxicos (MORGANO et al., 2010) e outros tipos de contaminantes como os pesticidas, uma vez que as abelhas e os seus produtos são potenciais bioindicadores. Oliveira et al. (2016) analisou 145 amostras de pólen coletados em colmeias do Estado de São Paulo, e em 33% do material analisado foram identificados resíduos de pesticidas.

Sobre o aspecto nutricional, o pólen apícola possui substâncias como proteínas, aminoácidos, vitaminas, carboidratos, lipídeos, minerais, fibras, enzimas, coenzimas, pigmentos, ácidos nucléicos, e substâncias polifenólicas (OLIVEIRA et al., 2009; MELO; ALMEIDA-MURADIAN, 2011; ARRUDA et al., 2013; YANG et al., 2013; CAMPOS et al., 2016; SAGONA et al., 2017). Quanto ao valor calórico, 100 g de pólen apícola equivale a $381,70 \pm 14,69$ kcal (AMÂNCIO, 2014).

Alguns tipos de pólen podem apresentar valores significantes de proteínas (ESTEVINHO et al., 2012). A proporção de proteínas presentes pode variar de 2,5 a 60 % (ROULSTON et al., 2000), sendo que grande parte da composição se apresenta na forma de aminoácidos livres (DONADIEU, 1979; MODRO et al., 2009; MELO; ALMEIDA-MURADIAN, 2010; ARRUDA et al., 2013). Dependendo da florada, a disponibilidade proteica nesse produto apícola pode ser superior à de alguns alimentos como a do feijão (20 %), carne bovina (19,7 %), frango (23,9 %) e amendoim (27,2 %) (UNICAMP, 2011). De acordo com a Resolução RDC nº 54/2012 do Ministério da Saúde, entre as condições para o alimento ser considerado fonte proteica é possuir o mínimo de 6 g de proteína por 100 g ou 100 ml da amostra e atender a composições de aminoácidos descritas na referida resolução. Diante dessas condições, alguns tipos polínicos podem ser considerados fontes de proteínas (BRASIL, 2012).

Szczêsna (2006) avaliou a composição de proteínas e aminoácidos nas plantas *Onagraceae*, *Caryophyllaceae*, *Artemisia*, *Agrimonia*, *Rheum*, *Cornus*, *Fragaria*, *Syringa*, *Ranunculus*, *Majoranatype*, *Brassica*, *Sinapis alba*, *Sinapis arvensis*, *Campanula patula*, *Chelidonium maius*, *Polygonum bistorta*, identificando que o teor de proteína bruta e aminoácidos depende do tipo de origem floral.

Pereira (2015) e Cook et al. (2003) descrevem que o fator mais importante na avaliação da qualidade do pólen é a determinação da composição dos aminoácidos, todavia a análise dos níveis de proteínas também é um bom indicador e de fácil obtenção. Campos et al. (2016) enfatiza que o pólen apícola possui todos os aminoácidos essenciais ao organismo humano, entretanto existem plantas com déficit nas proporções desses aminoácidos (SOMMERVILLER, 2005).

De Groot (1953) constatou que as abelhas necessitam de dez aminoácidos essenciais para o seu desenvolvimento e crescimento, são eles: a metionina, arginina, triptofano, lisina, isoleucina, fenilalanina, histidina, valina, leucina e treonina. Limitações dentre esses aminoácidos, propiciam deficiências nutricionais. Dentre os aminoácidos essenciais, destacam-se como mais importantes a leucina, isoleucina e valina. Os demais apresentam valor nutricional intermediário (arginina, lisina, fenilalanina e treonina) ou são pouco essenciais (histidina, metionina e triptofano). Os aminoácidos alanina, asparagina, aspartame, cisteína, serina, γ -aminobutírico, GABA, glutamato, glutamina, glicerina, hidroxiprolina, prolina, serina e tirosina são tidos como aminoácidos não essenciais para as abelhas (Tabela 1).

Outros constituintes identificados em menor fração no pólen apícola são as vitaminas. Observa-se que as vitaminas hidrossolúveis aparecem com maior frequência no pólen do que as lipossolúveis, principalmente as do complexo B (ROULSTON; CANE, 2000; MELO, 2015). Dentre os tipos de vitaminas já identificados no pólen apícola estão os carotenoides totais, a provitamina A (α - , β - caroteno), tiamina (B1), Riboflavina (B2), ácido nicotínico + nicotinamida (PP, B3) , B5, B6 (piridoxamina + piridoxal + piridoxol), Ácido fólico (B9), B12, ácido ascórbico (C), vitamina E (α , β , γ , δ -tocoferol) e vitamina D (SZCZESNA; RYBAK-CHIMIELEWSKA; BOURNUS, 1991; MELO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2009; CHANTARUDE et al., 2012; ARRUDA et al., 2013; SATTLER, 2013; SOUZA, 2014; SATTLER et al., 2015).

Tabela 1 – Aminoácidos essenciais e não essenciais requeridos pelas abelhas

Classes de aminoácidos			
Essenciais			Não essenciais
Necessidade Prioritária	Necessidade intermediária	Necessidade secundária	
Isoleucina	Arginina	Histidina	Alanina
Leucina	Lisina	Metionina	Asparagina
Valina	Fenilalanina	Triptofano	Aspartame
	Treonina		Cisteína
			Serina
			γ -Aminobutirico
			GABA
			Glutamato
			Glicerina
			Hidroxiprolina
			Prolina
			Serina
			Tirosina

Segundo De Groot (1953) e modificado por Cook et al. (2003).

Em vários estudos, são relatadas grandes variações nas concentrações das vitaminas. Arruda et al. (2013) avaliou as concentrações de vitaminas do complexo B em diferentes amostras de pólen e os resultados obtidos para a vitamina B1 ficaram compreendidos entre 0,59-1,09 mg/100 g; 1,73-2,56 mg/100 g de vitamina B2; 6,43-15,34 mg/100 g de vitamina PP e 0,33-,68 mg/100 g de vitamina B6. A mesma afirmativa foi constatada no trabalho de Sattler et al. (2015): variações dos níveis de α -tocoferol entre 4,7 e 114 μ g /g, teores de carotenoides entre 5,3 e 1233 μ g /g, concentrações de β -caroteno de 0,47 a 179 μ g /g, valores de α -caroteno entre 3,3 e 828 μ g /g, e variações de 3,9 a 4945 μ g / g para a provitamina A.

Embora se conheça as vitaminas presentes no pólen apícola, pouco se sabe sobre as necessidades vitamínicas das abelhas. Ao que tudo indica esses compostos estão ligados ao desenvolvimento larval, não tendo relação com a longevidade de abelhas adultas (MOURA, 2014). Outro dado sobre esse grupo é que são instáveis e se deterioram rapidamente ao longo do tempo, principalmente, quando submetidos a altas temperaturas. Tal característica explica o fato de determinadas vitaminas não sejam identificadas em amostras de pólen apícola ou sejam encontradas em pequenas quantidades (BARTH, 2005; SOMMERVILLE, 2005).

O grupo dos carboidratos representa a principal fração das amostras de pólen apícola (AZEREDO et al., 2003). Dentre os açúcares destacam-se a sacarose, glicose e frutose (ROUSLSTON; CANE, 2000; ALMEIDA-MURADIAN et al., 2005; KĘDZIA;

HOLDERNA-KĘDZIA, 2005; KĘDZIA; HOLDERNA-KĘDZIA, 2012;). Conforme Human e Nicholson (2006), os carboidratos encontrados no pólen são oriundos do néctar e/ou do mel e por esse motivo, sempre se quantificam índices maiores de açúcares redutores, correspondentes a soma de glicose e frutose. Pereira (2015) sugere que amostras monoflorais apresentam baixos teores de açúcares redutores, podendo ser importantes fontes de alimentos ao público com diabetes.

Os lipídeos são constituídos de ácidos graxos, esteróis e fosfolipídios. Com exceção do colesterol, pouco se sabe sobre as necessidades nutricionais das abelhas quanto aos demais lipídeos (SOMMERVILLE, 2005).

Há uma grande variabilidade de teores e tipos de lipídeos encontrados nos pólenes apícolas. Isso se deve principalmente em função da espécie vegetal visitada. Roulston e Cane (2000) encontraram no pólen, valores de lipídeos compreendidos entre 0,8 % e 18,9 %. Manning (2007) identificou 73 tipos de ácidos graxos no pólen apícola. Já Szczesna (2006) constatou que no pólen existe 1,5% de fosfolipídios e 1,1% de fitosteróis na forma de *p*-sitosterol. Féas et al. (2012) identificaram e quantificaram o ácido cáprico, palmídico, araquidônico, eicosanóico, oleico, linoleico e linolênico, sendo que esse último correspondeu a valores de 25,8 a 56,9% do total dos ácidos graxos do produto. Além desses, vários trabalhos indicam a presença dos ácidos graxos α -linolênico, mirístico, penta decanóico, margárico, esteárico, heneicosanóico, behênico, tricosanóico, lignocérico, palmitoleico, *cis*-eicosenóico, erucico, *cis*-eicosadienóico, docosadienóico e o elaidico nos extratos polínicos (MOURA, 2014; ARAÚJO et al., 2017). Feldlaufer et al. (1993) chegaram à conclusão que as abelhas são mais atraídas por pólenes que contém altas concentrações de ácidos graxos láurico, linoleico e linolênico, possivelmente devido a ação antimicrobiana desses produtos sobre a colônia.

Os minerais são encontrados em menores quantidades no pólen apícola. A presença desses compostos inorgânicos em excesso, pode ser um indicativo de contaminação do pólen durante o processo da coleta ou de beneficiamento (MORGANO et al., 2010). A Instrução Normativa 03/2001 estabelece um limite máximo de 4 % de cinzas para os pólenes comercializados no Brasil (BRASIL, 2001). Dentre os minerais já identificados nesse produto apícola encontram-se o potássio, o sódio, o cálcio, o magnésio, o fósforo, o enxofre, traços de alumínio, boro, chumbo, cloro, cromo, cobre, iodo, ferro, manganês, níquel, silício,

zinco, molibidênio e titânio (FUNARI et al., 2003; BOGDANOV, 2012; FUENMAYOR et al., 2014; MOURO, 2014; SERRANO, 2014; MELO, 2015).

3.4 Compostos com atividades biológicas

Compostos bioativos são aqueles não sintetizados pelo organismo humano, de ação metabólica ou fisiológica específica e que, quando presentes regularmente e em quantidade considerável em uma dieta, contribui para a prevenção de enfermidades (HORST; LAJOLO, 2011; OLIVEIRA; BASTOS, 2011), uma vez que podem atuar como antibactericida, antifúngico, anti-inflamatório, antialérgico, hepatoprotetor, antimutagênico e antioxidante (FATRCOVÁ-SRAMKOVÁ et al., 2013; FRATINI et al., 2014; PASCOAL et al., 2014).

A ação antioxidante ocorre através da neutralização dos radicais livres, os quais são agentes que propiciam desordens moleculares que podem ocasionar algumas doenças (AMANCIO, 2014). Segundo Soares (2002) os radicais livres são caracterizados como íons ou átomos que possuem um ou mais elétrons desemparelhados no orbital externo e são muito reativos. Enquanto que uma substância antioxidante é aquela que mesmo em uma pequena concentração comparada ao do substrato oxidável, minimiza ou extingue o dano oxidativo (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2007).

Entre os compostos bioativos encontrados no pólen apícola que possuem atividade antioxidante encontram-se os carotenóides, tocoferóis, compostos fenólicos (ácidos fenólicos, flavonoides e diterpenos fenólicos) e alguns aminoácidos (CARPES et al., 2008; NEVES et al., 2009). Destes, destacam-se os compostos fenólicos ou polifenóis, os quais possuem mais de 8000 estruturas conhecidas, incluindo moléculas simples e polímeros (ROSS; KASUM, 2002).

Tanto os vegetais e parte dos micro-organismos conseguem sintetizar os compostos fenólicos. Por outro lado, os animais não possuem tal capacidade, sendo necessária a ingestão de polifenóis através da dieta (AMÂNCIO, 2014).

Essa classe de compostos está largamente disseminada entre as espécies vegetais (SOARES, 2002) sendo mediadores na relação do ambiente com as plantas, atuando como

mecanismo de defesa em ocasiões de estresse (alterações climáticas e incidência de radiação UV), em defensivas (ataques de herbívoros, podas ou ação de patógenos), atuando no crescimento e reprodução, participando como constituinte da pigmentação e na atração de insetos polinizadores (ANGELO; JORGE, 2007). Em alimentos, são responsáveis pela cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa (MAMEDE et al., 2009).

Os polifenóis caracterizam-se quimicamente por possuir no mínimo um anel aromático, no qual pelo menos um hidrogênio é substituído por uma hidroxila. Eles são produzidos através do metabolismo secundário das plantas, por meio de duas rotas biogénicas: a via do ácido chiquímico a partir de carboidratos ou a via do acetato-polimalato que se inicia com acetil-coenzima A e malonil-coenzima A. Porém existem compostos cuja síntese engloba duas ou mais rotas, processo esse denominado biossíntese mista. Os flavonoides, estilbenos, taninos, xantonas e quinonas terpenoídicas são exemplos de compostos que necessitam de mais de uma via para ser formado (CUNHA; ROQUE, 2009).

Há no grupo moléculas simples de baixo peso molecular, como o fenol, até grandes e complexos polímeros como taninos e derivados polifenóis. Por via de regra, são muito reativos, o que dificulta as análises de identificação e quantificação (ANGELO; JORGE 2007). No geral possuem caráter ácido, formam quelatos metálicos e apresentam intensa absorção do UV. Oxidam-se facilmente sob ação de enzimas, de metais, da luz, do calor ou quando em meio alcalino. A sua identificação normalmente é realizada por métodos cromatográficos em fase gasosa, por cromatografia líquida de alta eficiência ou cromatografia em camada delgada (SIMÕES et al., 2004).

Os compostos fenólicos podem ser encontrados na forma livre ou conjugados a açúcares, ésteres, éteres e ácidos orgânicos, sendo, portanto, solúveis em água e em solventes orgânicos polares (PEREIRA, 2015). Além disso, a maioria dos compostos apresenta-se como heterosídeos ou estéres, e não na forma livre (AMÂNCIO, 2014). O etanol e o metanol são os solventes mais utilizados para extração desses compostos (NEVES; ALENCAR; CARPES, 2009).

Várias substâncias compõem o grupo dos polifenóis, podendo ser classificadas quanto ao esqueleto básico, onde C₆ corresponde ao anel aromático e C_x à cadeia substituinte com “x” átomos de carbonos (Tabela 2). Entre as classes de compostos fenólicos encontramos os fenóis simples, benzoquinonas, ácidos fenólicos, acetofenol, ácidos fenilacéticos, ácidos fenólicos, fenilpropenos, cumarinas, isocumarinas, cromonas, nafitoquinonas, xantonas,

estilbenos, antoquinonas, flavonóides, isoflavonóides, diflavonóides, melaninas vetais, lignanas, neolignanas, ligninas, taninos hidrolisáveis e taninos condensáveis (ANGELO; JORGE, 2007; MELO, 2015). Os compostos fenólicos presentes no pólen apícola são principalmente flavonoides glicosilados (ŠKERGET et al., 2005) e ácidos hidroxicinâmicos (FATRCOVÁ et al., 2013).

Tabela 2 – Classificação dos polifenóis de acordo com a estrutura química

Estrutura	Classe
C6	Fenóis simples, benzoquinonas
C6-C1	Ácidos fenólicos
C6-C2	Acetofenol, ácidos fenilacéticos
C6-C3	Ácidos fenólicos, fenilpropenos, cumarinas, isocumarinas e cromonas
C6-C4	Nafitoquinonas
C6-C1-C6	Xantonas
C6-C2-C6	Estilbenos, antoquinonas
C6-C3-C6	Flavonoides, isoflavonóides
(C6-C3-C6)2	Diflavonóides
(C6) n	Melaninas vegetais
(C6-C3)2	Lignanas, neolignanas
(C6-C3) n	Ligninas
(C6-C1) n	Taninos hidrolisáveis
(C6-C3-C6) n	Taninos condensados

Fonte: Ângelo e Jorge, 2007; Melo, 2015.

Um dos grupos dos polifenóis bastante estudado é o dos flavonoides (ROCHA, 2013). A palavra flavonoide originou-se do termo “flavus” que significa amarelo. Inicialmente, nessa classe estavam inclusos apenas compostos com coloração amarela. Hoje já foram identificados representantes com pigmentos laranja-brilhante, rosa-escarlate, vermelho, azul, violeta e incolor (BORGUINI, 2006; CAMPOS, 2008).

Eles são responsáveis pela cor e sabor amargo do pólen (STANLEY; LINSKENS, 1974), sendo descritos como poderosos antioxidantes e eliminadores de radicais livres. Experimentos *in vitro* demonstraram que a atividade antioxidante dos flavonoides é maior que a da vitamina E e C (ALMARAZ-ABARCA et al., 2007).

Quanto a estrutura química, os flavonoides contêm quinze átomos de carbono distribuídos em dois anéis fenólicos substituíveis (A e B) e um anel pirano oxidável (anel C), tendo como base a estrutura C₆-C₃-C₆ (DORNAS et al., 2007). Os carbonos podem passar por modificações químicas, como hidroxilação, hidrogenação metilação e sulfonação, proporcionando a formação de mais de quatro mil compostos flavonóides, que são agrupados em classes (GEORGIEV et al. 2014).

Possuem baixo peso molecular, podendo ser monômeros, dímeros ou polímeros (MELO, 2015). São encontrados, de modo geral, na forma de glicosídeos, ou seja, um açúcar é ligado através de um semiacetal em um ou mais grupos hidroxílicos da molécula. Entretanto, também se apresentam de forma mais discreta na forma livre (agliconas) ou como derivados metilados. Os carboidratos mais comuns ligados aos flavonóides são a glicose, galactose, ramnose, xilose, arabinose, apiose e alose (CAMPOS, 2009; AMANCIO, 2014; KUMAR; PANDEY, 2013).

Quanto a formação, são originados da combinação dos aminoácidos fenilalanina e tirosina com o ácido acético, sendo dependentes da presença de luminosidade, principalmente os raios ultravioletas B, uma vez que a luz acelera o processo (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004; CAMPOS, 2008). Esse subgrupo abrange uma ampla diversidade de moléculas (Tabela 3), que se diferenciam pela substituição do anel pirano, e podem ser classificados em: flavonas, flavonóis, flavanonas, flavanas, antocianidinas, isoflavonas e chalconas (ROCHA, 2013; RZEPECKA-STOJKO et al., 2015).

Tabela 3 – Principais compostos flavonoides presentes no pólen apícola

Flavonas	Flavonóis	Flavanonas	Antocianidinas	Flavanóis	Isoflavonas
Luteolina	Quercetina	Naringenina	Leucoantocianidinas	Catequinas	Genisteína
Apigenina	Rutina	Pinocebrina			
Crisina	Canferol				
Tricetina	Miricetina				
Selagina	Galangina				
Vitexina	Herbacetina				
	Isoramnetina				

Fonte: Jannesar et al., 2017

Na figura 2 são demonstradas as estruturas de flavonoides encontrados em produtos apícolas:

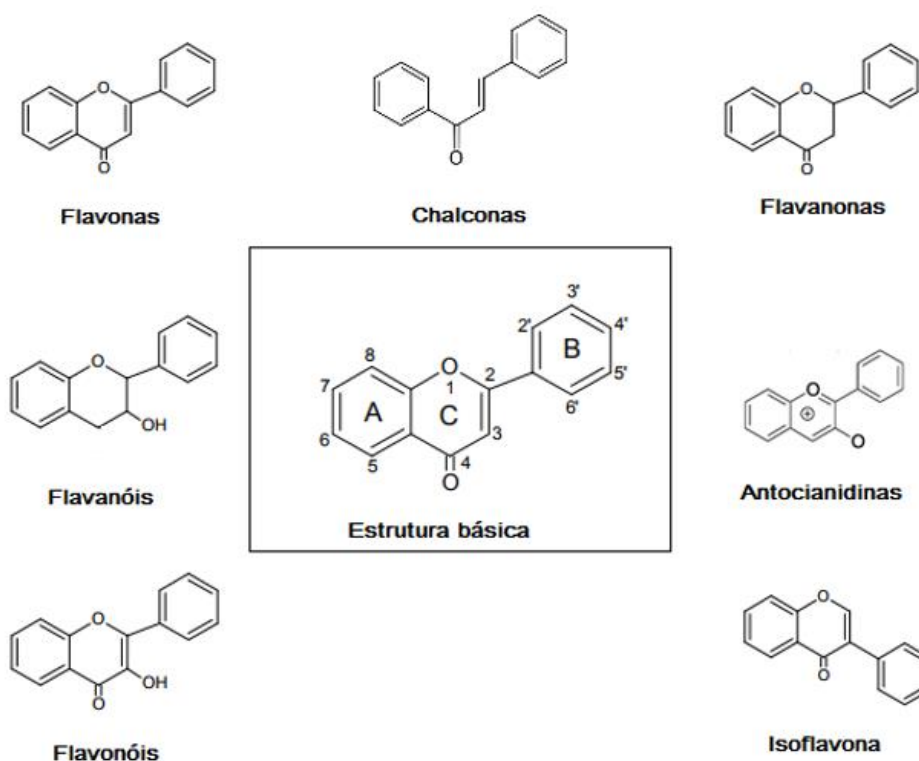


Figura 2– Fórmula estrutural dos principais flavonoides.

Fonte: Adaptado de Rzepecka-Stojko et al (2015) e Melo (2015).

Nos produtos apícolas, os flavonóis comumente encontrados são o canferol, a miricetina, a quercetina, isoramnetina e a galangina. Exemplos de flavonas são os compostos rutina, canferide, a apigenina, a acacetina e crisina. A naringenina, naringina, pinocebrina e sakuranetina são identificados como flavononas (FREIRE et al., 2012; RZEPECKA-STOJKO et al., 2015; TU et al, 2017).

3.5 Características botânicas e econômicas do *Anacardium occidentale* L. (caju) e da *Mimosa tenuiflora* (jurema-preta)

Na figura 3 são apresentados exemplares do *Anacardium occidentale* L. e *Mimosa tenuiflora*, bem como suas inflorescências, amostras de pólen apícola coletados e a imagem microscópica da vista frontal do grão de pólen.



Figura 3 – (A) Exemplar do *Anacardium occidentale* L. (B) Inflorescência do *Anacardium occidentale* L. (C) Pólen apícola do cajueiro coletado pelas abelhas; (D) Imagem do grão de pólen do *Anacardium occidentale* L.; (E) Exemplar da *Mimosa tenuiflora*; (F) Inflorescência da *Mimosa tenuiflora*; (G) Pólen apícola da jurema-preta coletado pelas abelhas; (H) Imagem do grão de pólen da *Mimosa tenuiflora*.

O *Anacardium occidentale* L., conhecido popularmente no Brasil como cajueiro, pertence à família Anacardiaceae e está inserido no gênero *Anacardium*. Essa espécie, amplamente distribuída em regiões tropicais, apresenta uma significativa capacidade adaptativa aos solos de baixa fertilidade, a temperaturas elevadas e ao estresse hídrico (RAMOS et al. 2016 a; RAMOS et al., 2016 b; SERRANO; PESSOA, 2016). Essa é uma planta que floresce em pleno período seco, na entressafra das culturas anuais, e é atrativa as abelhas melíferas (BENDINI; SOUZA, 2008; SERRANO; PAULA PESSOA, 2016).

Das 21 espécies de cajueiro conhecidas, 18 são encontradas em terras brasileiras. Sobre as demais, uma situa-se na Malásia e as outras duas na Amazônia colombiana e venezuelana (BARROS, 2002). No Brasil, há ocorrência de cajueiros nos biomas caatinga, cerrado, mata atlântica, pampa, pantanal e Amazônia (MAIA-SILVA et al., 2012).

Quanto ao aspecto botânico, o *Anacardium occidentale* L. é uma planta arbórea que alcança até 15 metros de altura, tem espessura e tronco tortuosos. O fruto é do tipo aquênio reniforme pendente de um receptáculo carnoso e aromático, de grande valor na produção de sucos (FERNANDES, 1993). As inflorescências são pequenas e com flores vermelhas, sendo o período de floração mais comum a estação seca. O grão de pólen apresenta unidade de dispersão mônade, tamanho médio a grande, simetria radial, âmbito subtriangular, possuem 03 aberturas, exina estriada, formato subprolato a prolato, colpo longo e poro lonlogado. O tamanho do eixo polar é de $47,90 \pm 5,59 \mu\text{m}$, eixo equatorial é de $37,62 \pm 5,1 \mu\text{m}$, a relação do eixo polar e equatorial é de $1,28 \pm 0,08 \mu\text{m}$ e a espessura da exina de $3,40 \pm 0,32 \mu\text{m}$ (RCPOL, 2017). Sobre a coloração do pólen apícola apresenta-se em tons amarelo alaranjado.

Em relação a perspectiva econômica, o cajueiro tem grande valor no mercado de alimentos, na indústria plástica e de resinas. Além disso é bastante utilizado na medicina tradicional, principalmente, no Nordeste brasileiro (RAMOS et al., 2015; RAMOS et al., 2016).

Ressalta-se que, no caso do cajueiro, a abelha melífera poliniza-o, mas têm preferência pelo néctar. As visitas a essa planta para a obtenção de alimento, por parte da *Apis melífera*, ocorrem principalmente no período seco do ano, quando existe pouca disponibilidade de florada (SILVA et al., 2014).

Já a *Mimosa tenuiflora*, conhecida popularmente como jurema-preta, é uma leguminosa da família Mimosaceae e pertencente ao gênero *Mimosa*. Essa planta nativa da caatinga, com ocorrência no Cerrado, possui um rápido crescimento, sistema radicular profundo e pode florescer durante todo o ano, tanto na estação seca como na chuvosa, se

destacando por sua abundância e disseminação no Nordeste Brasileiro (GARIGLIO et al., 2010). Ela é muito usada na recuperação de áreas degradadas, em virtude do seu crescimento rápido e capacidade de rebrotar, possibilitando a sucessão de outras espécies, a estabilização e o aumento da atividade biológica do solo (CHAVES et al., 2006). Por essa razão, ela tem um importante papel na conservação da biodiversidade e do ecossistema como um todo.

É uma espécie arbórea de porte pequeno e copa irregular que pode atingir até 7 metros de altura. O seu caule é envolto por uma casca de cor castanho escuro com espinhos e ramificações. As folhas são compostas e bipinadas, enquanto que o fruto é do tipo vagem de tegumento muito fino e quebradiço quando maduro. As inflorescências são formadas por flores brancas pequenas e agrupadas em espigas subterminais, isoladas e com pendúnculo delgado. O florescimento transcorre em momentos diferentes, as inflorescências não surgem de uma só vez e nem todas as flores são abertas homogeneamente (AZEVEDO, 2011; SILVA et al., 2011). O grão de pólen apresenta unidade de dispersão tétrade, é pequeno, possui exina verrugada a areolada e formato esferoidal. O diâmetro é de $18,52 \mu\text{m} \pm 1,66 \mu\text{m}$ e a espessura da exina de $1,04 \pm 0,20 \mu\text{m}$ (RCPOL, 2017). Quanto a coloração do pólen apícola apresenta-se em tons amarelos.

Bakke (2005) e CORDÃO (2008) relataram que essa espécie é uma das que mais contribui para o fornecimento de pólen no período de escassez. Silva (2013), ao realizar um estudo sobre a indução do florescimento da jurema-preta recomendou a conservação e o aumento dos exemplares dessas plantas próximas aos apiários.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Localização – áreas das coletas

O estudo foi desenvolvido em dois apiários experimentais. Um deles, localizado na Floresta Nacional de Assú/RN (FLONA), encontrando-se na localização S 05° 34' 17,1" e W 036° 57' 20,8", com elevação de 96 m. O outro apiário estava situado no Centro Tecnológico de Apicultura e Meliponicultura do Rio Grande do Norte (CETAPIS) na Fazenda Experimental Rafael Fernandes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada na comunidade Lagoinha, zona rural de Mossoró/RN apresentando coordenadas S 05° 03' 48,3" e W 037° 24' 6,9", com elevação de 4 m (Figura 4).

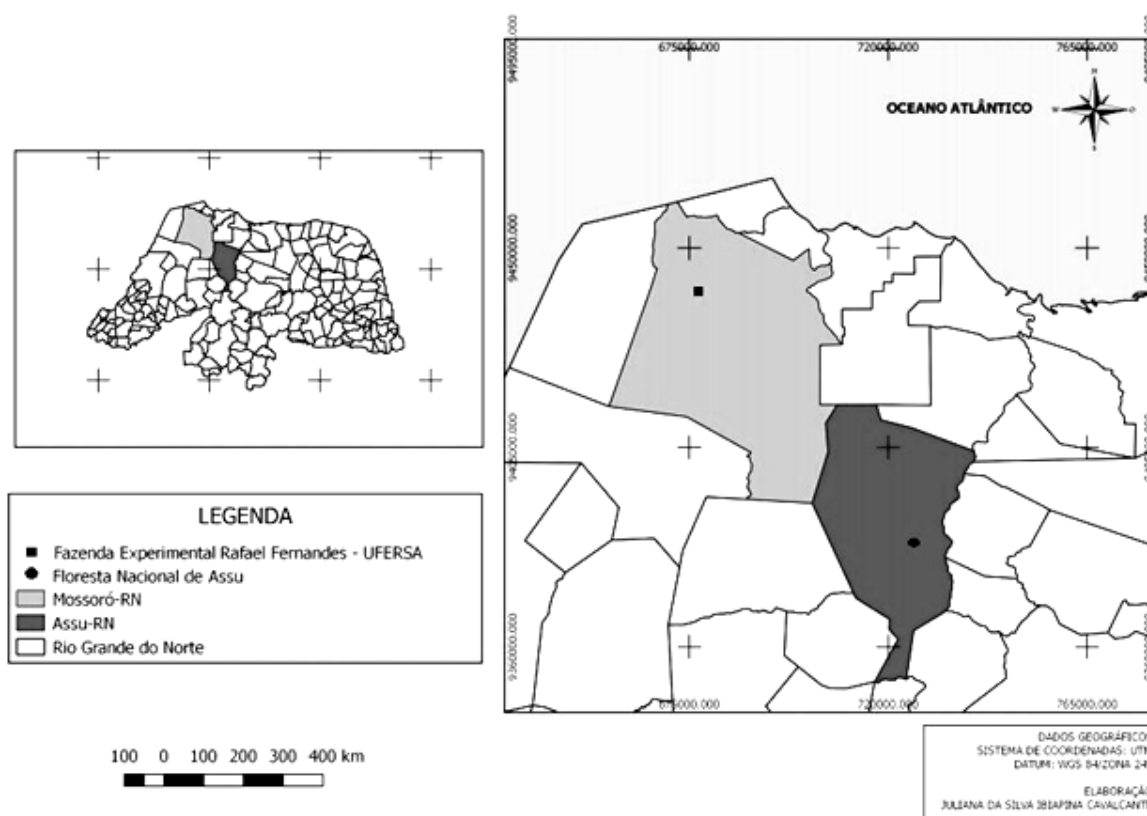


Figura 4 – Mapa da localização das áreas onde foram instaladas as colmeias para obtenção de pólen apícola.

A FLONA de Assú é uma unidade de conservação federal administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO). Nela há remanescente de floresta de caatinga, aonde encontramos uma considerável biodiversidade nativa. Localizada na região central do estado do Rio Grande do Norte, possui uma área de 544

hectares e configura-se como uma das poucas Unidades de conservação do estado (COSTA, 2015).

A Fazenda Experimental da UFERSA é uma área destinada ao desenvolvimento do ensino, pesquisa e extensão. Abrange 416 hectares, onde 60 % da área foi destinada à criação de uma Reserva Legal. Nela, também encontramos remanescentes da caatinga. (UFERSA, 2014). A propriedade está localizada na região da Chapada do Apodi (Depressão Sertaneja Setentrional) a 4 km do Parque Nacional da Fuma Feia/RN (Serra Mossoró) (MAIA- SILVA, 2013).

De acordo com a classificação climática de Köppen (1948), o clima de ambos os municípios é do tipo BSw', ou seja, semiárido seco, com estação chuvosa muito quente e restrita a um período curto do ano. A precipitação média anual varia em torno de 500 a 800 mm, com vegetação caducifólia espinhosa (caatinga hipoxerófila) (VELLOSO et al., 2002).

4.2 Instalação de colmeias e coleta do pólen apícola

As coletas do pólen apícola eram realizadas duas vezes por semana durante o período de setembro 2014 a outubro de 2015. Cada área amostrada recebeu cinco colmeias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*), conforme metodologia empregada por Modro et al. (2007). As colmeias foram selecionadas de forma aleatória e cada uma delas foi equipada com coletor interno de pólen, além de 9 quadros e um alimentador Doolittle ou cocho interno que substituíu um quadro (Figura 5).

A amostra de pólen apícola coletada no dia em cada apiário era armazenada em um saco plástico e enviada para o Laboratório de Produtos Naturais do IFRN/Campus Ipanguaçu, onde eram limpas por catação manual para a retirada de eventuais materiais estranhos e sujidades, como asas e pernas de abelhas, larvas secas e bolotas de própolis. Após pesadas em balança de precisão, as amostras em cada uma das quinzenas eram armazenadas em um recipiente plástico, devidamente identificados com local e data, e mantidas em freezer (-22°C e -14°C).



Figura 5 – (a) Placa de identificação do experimento (b) Colmeia contendo o coletor de pólen apícola (c) Pólen apícola “in natura” estocado na gaveta do coletor (d) Amostra de pólen apícola identificada e acondicionada em saco plástico.

Em janeiro de 2016, foram coletadas no apiário experimental da Fazenda Experimental Rafael Fernandes da UFERSA, amostras de pólen apícola monoflorais de jurema-preta e caju. Após limpeza e separação, apresentau pureza de 99,96% e 99,98% respectivamente. Parte dessas amostras, foi enviada para o CBO Análises Laboratoriais, localizado em Valinhos/SP, para a avaliação de aminoácidos. Ao mesmo tempo, outra fração foi encaminhada para o estudo cromatográfico de biocompostos no Laboratório de Fitoquímica da USP em São Paulo/SP.

4.3 Análises laboratoriais

Para a realização das análises laboratoriais, o material polínico foi organizado por quinzenas. As amostras coletadas, em cada um dos apiários, eram juntadas formando uma amostra quinzenal. Cada recipiente plástico continha o acumulado do pólen retido nos coletores das colmeias durante as duas últimas semanas. Assim, para cada um dos apiários, obteve-se 27 recipientes.

De cada um dos recipientes, retirou-se 20 g da amostra homogeneizada e submeteu-a ao processo de secagem em estufa da marca Solab, com circulação de ar forçada, ajustada à temperatura de 55°C por aproximadamente 72 horas (pré-secagem). Esse material foi analisado no Laboratório de Química do IFRN/Campus Ipanguaçu, para as análises químico-bromatológicas.

Da porção restante, reservou-se 1 g para análise palinológica e 5 g para análise de biocompostos.

4.3.1 Análise polínica

Foram realizadas análises qualitativas e quantitativas no material polínico coletado ao longo do experimento. O diagnóstico qualitativo consistiu na identificação das fontes de recursos florais coletado ao longo do experimento pelas abelhas. Já as avaliações quantitativas basearam-se no cálculo das frequências dos tipos polínicos encontrados. Para o desenvolvimento dessas análises foi utilizada a técnica da acetólise descrita por Erdtman (1960).

Inicialmente, retirou-se 1g de cada amostra individualizada e diluiu-a 4 mL de álcool 70 % em um tubo Falcon devidamente identificado. Após o período mínimo de 24 horas, os tubos foram centrifugados por 10 minutos a uma rotação de 2325 g (LGI-DLC-802B). Logo após esse procedimento, o sobrenadante foi descartado, adicionando-se em seguida 4 mL de ácido acético glacial P.A. Esse reagente permaneceu em contato com a amostra por 24 horas, quando houve uma nova etapa de centrifugação (5 minutos/2.000 rpm) e o mesmo foi descartado (Figura 6).

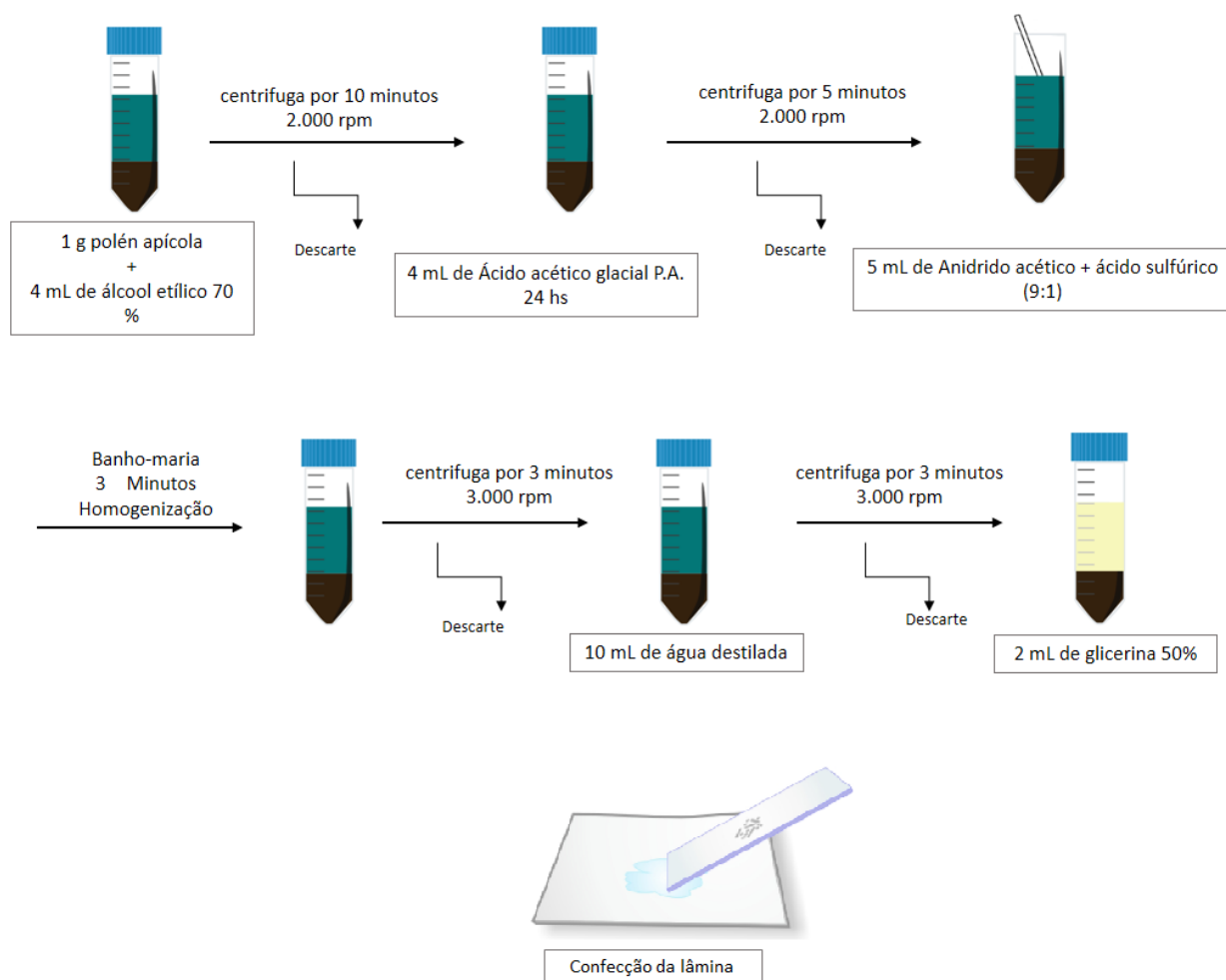


Figura 6 - Técnica da acetólise desenvolvida por Erdtman (1960) e utilizada para a análise palinológica dos pólenes apícolas.

Posteriormente, foi preparada a mistura da acetólise contendo anidrido acético e ácido sulfúrico na proporção 9:1 e adicionou-se 5 mL dessa mistura a cada amostra. Feito isso, os tubos foram deixados abertos, homogeneizados e levados ao banho-maria por 3 minutos. Passado esse tempo, fechou-se os tubos e levou-os para centrifugação por 3 minutos a 3000 rpm. O sobrenadante foi descartado.

A última etapa da acetólise foi a lavagem do material. Adicionou-se 10 mL de água à amostra, centrifugou-a novamente por 3 minutos a 3000 rpm, desprezando-se o sobrenadante. Finalmente, acrescentou-se 2 mL de glicerina 50 %.

Concluída a acetólise, iniciou-se o processo da preparação das lâminas. O procedimento para a preparação da lâmina consistiu primeiramente na centrifugação da amostra por 3 minutos a 3000 rpm. Por conseguinte, foram confeccionados cubinhos de

gelatina. Com o auxílio de um suporte metálico, introduziu-se a porção de gelatina ao fundo do tubo Falcon para contato com o material polínico. O conjunto, gelatina e amostra, foi depositado em uma lâmina devidamente identificada, colocando-se sobre o material uma lamínula e levou-se até uma placa aquecedora que se encontrava na temperatura de 60°C para derreter a gelatina e espalhar os grãos de pólen. A partir de cada amostra glicerizada foram confeccionadas 3 lâminas microscópicas com gelatina e seladas com parafina. O material polínico restante foi armazenado por tempo indeterminado em 2 mL de glicerina 50 %.

Analizou-se os grãos de pólen em microscópio ótico, em aumento de 400 x e foram contados 400 grãos por lâmina para a obtenção dos valores das frequências polínicas. (MONTERO; TORMO 1990). Os tipos polínicos foram identificados através de consultas em referências bibliográficas, comparação com a Palinoteca do Grupo ASA (Abelhas Semiárido) da UFRSA e com a palinoteca virtual da Rede de catálogos Polínicos (RCPOL).

4.3.2 Análises centesimais

Após a pré-secagem o material foi triturado em moinho analítico, homogeneizado, desidratado e armazenados em frascos identificados hermeticamente fechados. Os teores de matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e carboidratos foram determinados de acordo com a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). A determinação de proteínas seguiu o protocolo previsto por Galvani e Gaertner (2006).

4.3.2.1 Cinzas ou Matéria mineral (MM)

Em cadinhos de porcelana, foram pesados, aproximadamente, 2 g de pólen moído e cada exemplar foi levado para incineração em mufla, a temperatura de 600°C por 4h. Em seguida, os cadinhos contendo as amostras foram resfriados novamente em dessecador e, posteriormente, pesados (Figura 7). Para o cálculo do teor de cinzas foi utilizada a tabela presente no Anexo A.

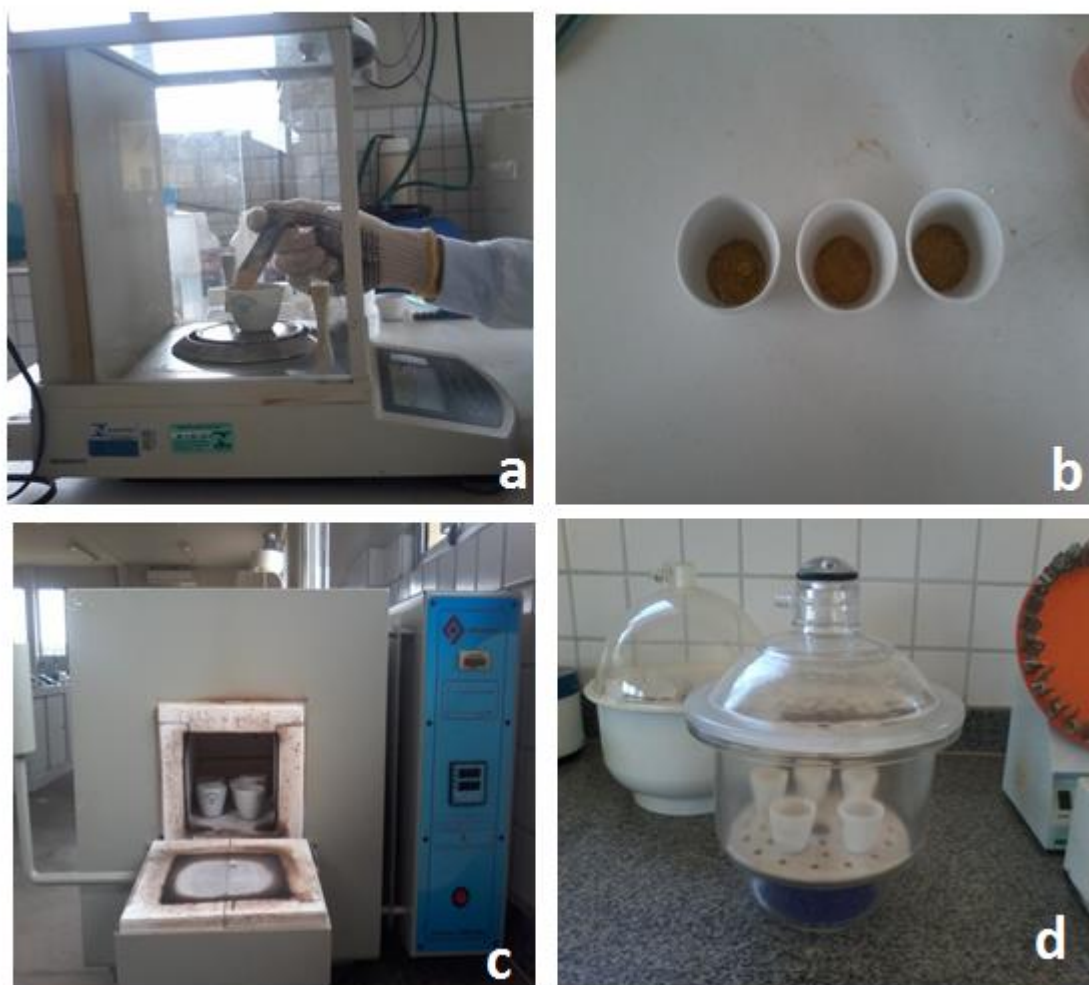


Figura 7 – (a) Pesagem do pólen apícola (b) Pólen apícola em cadinhos de porcelana (c) Mufla utilizada no processo de incineração (d) Dessecador utilizado na manutenção da umidade da amostra.

4.3.2.2 Proteínas totais

Digestão das amostras: 0,1 g de pólen apícola seco e triturado foi depositado em um tubo digestor, onde foram adicionados 1 g da mistura catalítica (1:9 de CuSO_4 e K_2SO_4) e 5 mL de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4). O conjunto foi levado para aquecimento em bloco digestor por 3 horas a 400°C ou até o surgimento da coloração verde clara translúcida na mistura. Em seguida, os tubos foram retirados do bloco digestor, esfriados e adicionou-se entre 5 e 10 mL de água destilada. O branco passou por procedimento idêntico, sem a adição das amostras. As análises foram analisadas em triplicata.

Destilação: Em um Erlenmeyer, contendo 10 mL ácido bórico 4 %, inseriu-se o indicador misto (15 mL de verde de bromocresol + 5 mL de vermelho de metila). Os tubos

digestores foram conectados ao destilador de nitrogênio e adicionou-se ao equipamento 10 mL de hidróxido de sódio (NaOH) a 50%. Considerou-se terminado o processo, quando ocorreu a mudança da coloração no conteúdo dos tubos (Figura 8).



Figura 8 – Destilador de nitrogênio, com Erlenmeyer e tubo digestor acoplado, utilizado no experimento de determinação de proteínas totais.

Titulação: as amostras e o branco foram titulados com HCl a $0,02 \text{ mol L}^{-1}$ até o momento da viragem. O teor de proteínas foi calculado conforme Equação 1:

$$\% \text{ Proteína} = \frac{(A - B) \times f \times 0,02 \times 0,014 \times 6,25}{P1} \times 100 \quad \text{Eq. 1}$$

A - volume gasto do titulante para titular a amostra (mL)

B – volume gasto do titulante para titular o branco (mL)

f – fator de correção do ácido clorídrico $0,02 \text{ mol L}^{-1}$

P1 – massa da amostra em grama (g)

4.3.2.3 Extrato Etéreo

Pesou-se, em um cartucho extrator preparado com filtro de papel, aproximadamente, 2g de pólen moído. O conjunto (amostra + cartucho + balão de fundo chato) foi pesado e em

seguida levado para extração. A extração foi realizada no aparelho de Soxhlet, aonde foi acrescentado 200 ml de éter de petróleo. As amostras foram acondicionadas no extrator e submetidas a extração por 4 horas a uma temperatura entre 90 °C (Figura 9). Após esse processo, os cartuchos foram retirados com o auxílio de uma pinça, o éter de petróleo foi recuperado e os balões levados à estufa a 105° C para posterior pesagem.

Para o cálculo do teor de extrato etéreo foi utilizada a tabela presente no anexo B.



Figura 9 – Extratores de Soxhlet utilizados para a determinação do teor de lipídeos.

4.3.3.4 Hidratos de Carbono

O teor de carboidratos foi calculado por diferença, onde foi subtraído de 100 a soma dos percentuais de extrato et, proteínas e cinzas. Neste caso, o teor de carboidratos engloba a fibra alimentar total (Equação 2).

$$\% \text{ Hidratos de carbono} = 100 - (\% \text{ cinzas} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ extrato etéreo}) \text{ Eq. 2}$$

4.3.3 Quantificação dos biocompostos

4.3.3.1 Preparação dos extratos hidroalcoólico do pólen

Para a preparação do extrato hidroalcoólico foi pesada aproximadamente 1 grama de pólen apícola triturado. O produto apícola foi homogenizado com 15 mL de etanol a 70% (v/v). A extração foi feita a 70 °C em banho-maria, por 30 minutos e sob agitação. Após essa

etapa, as amostras foram centrifugadas a 4.000 rpm por 10 min. Após a filtragem em papel filtro, os sobrenadantes foram armazenados em tubos Falcon identificados com tampas rosqueáveis e armazenados em freezer a -18 ° C (Figura 10) (MENESES, 2009).

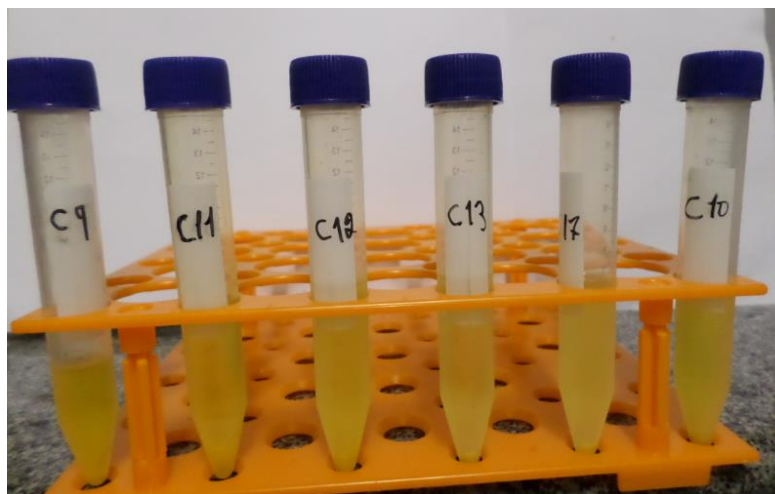


Figura 10 – Extratos hidroalcoólicos de pólen apícola acondicionados em tubos Falcon identificados.

4.3.3.2 Determinação de compostos fenólicos totais

O teor dos compostos fenólicos totais foi obtido pelo método espectrofotométrico utilizando o Folin-Ciocalteu como reativo e o ácido gálico Sigma como padrão de referência (SINGLETON et al., 1965). O reagente Folin-Ciocalteu é uma solução de íons complexos poliméricos formados a partir de heteropoliácidos, fosfomolibdicos e fosfotungsticos. Esse reagente oxida os fenolatos, reduzindo os ácidos a um complexo azul Mo – W (SINGLETON, et al., 1999).

Uma alíquota de 20 µ L do extrato do pólen foi adicionado em 2,5 mL do reativo Folin- Ciocalteu, diluído em água destilada 1:10 (v/v). A esse conjunto, foi adicionado 2 mL de carbonato de sódio a 4% (v/v). As soluções foram incubadas em local escuro à temperatura ambiente e, após duas horas, foi realizada a leitura em espectrofotômetro UV/VIS (Evolution 60S UV- VisibleSpectrophotometer) a 740 nm. As análises foram realizadas em triplicata (Figura 11).

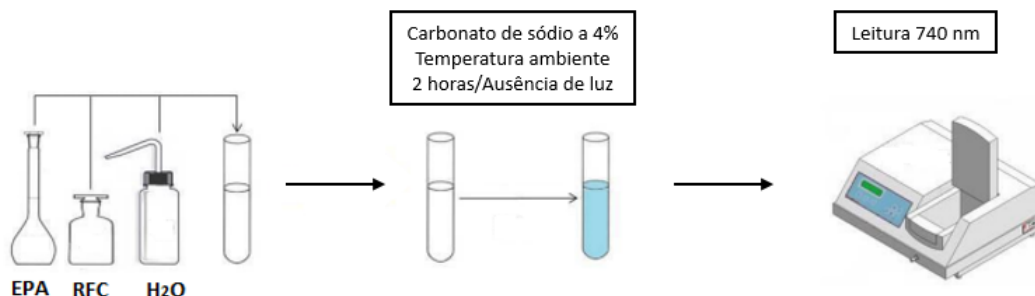


Figura 11– Determinação do teor de fenóis totais. EPA = Extrato de pólen apícola; RFC = Reagente Folin-Ciocalteu.

Foi construída uma curva padrão analítica com ácido gálico contendo 08 pontos de concentração (10, 20, 40, 60, 70, 80, 90 e 100 µg/mL) que proporcionou a equação da reta $y = 0,0012x + 0,0147$, onde y é a concentração do ácido gálico, x é a absorbância da amostra e $R^2 = 0,9982$ o coeficiente de determinação. Os resultados foram expressos em mg GAE/g de pólen (GAE = Equivalente em ácido gálico).

4.3.3.3 Determinação de flavonoides totais

A determinação da concentração dos flavonoides totais foi realizada pelo método descrito por Park et al. (2004) e Arruda (2013). Inicialmente, 0,5 mL do extrato hidroalcoólico de pólen foi transferida para um tubo de ensaio e, adicionado 4,3 mL de etanol a 80%, 0,1 mL de nitrato de alumínio a 10 % e 0,1 mL de acetato de potássio 1 mol/L. Após 40 minutos, as leituras foram realizadas em espectrofotômetro UV/VIS (Evolution 60S UV-VisibleSpectrophotometer) em comprimento de onda de 415 nm (Figura 12).

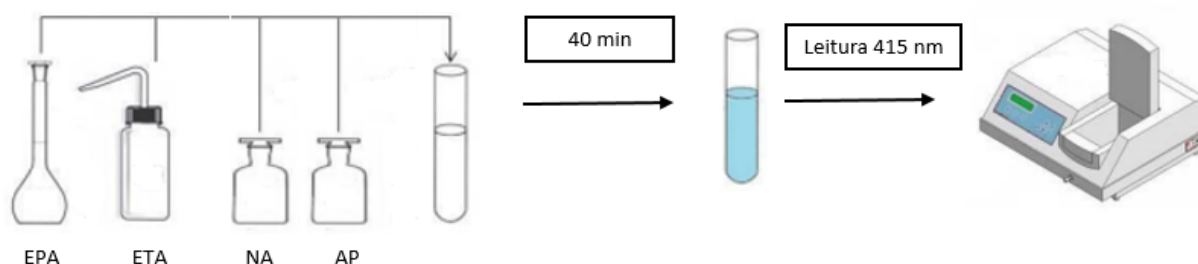


Figura 12 – Determinação do teor de flavonoides totais. EPA = Extrato de pólen apícola; ETA = etanol a 80 %; NA = Nitrato de alumínio a 10%; AP = Acetato de potássio 1 mol/L.

Foi construída uma curva analítica contendo 10, 20, 40, 60, 70, 80, 90 e 100 µg/mL de quercetina e os resultados foram obtidos por regressão linear da curva analítica ($y = 0,0011x + 0,0551$, $R^2 = 0,9976$ e expressos em mg quercetina/g de pólen apícola.

4.3.3.4 Determinação da atividade antioxidante

A avaliação da capacidade antioxidante dos EEP (Extratos Etanólicos de Pólen) foi realizada através do método de captura de radicais DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) utilizando a metodologia desenvolvida por Blois (1958) e modificada por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995). O DPPH (1,1-difenil-2-picrilidrazina) é um radical livre que possui uma absorção característica a 517 nm e que tende a aceitar um elétron ou um radical hidrogênio para se tornar uma molécula estável e ser reduzido. O ensaio reproduz assim, as reações que ocorrem em um sistema oxidante.

A mistura da reação foi constituída pela adição de 0,5 mL das amostras diluídas em etanol 70%, 3 mL de etanol absoluto e 0,3 mL da solução do radical DPPH 0,3 mM em etanol absoluto. O branco específico de cada amostra foi determinado usando 3,3 mL de etanol absoluto e 0,5 mL da amostra diluída. Um tubo contendo 3,5 mL de etanol e 0,3 mL de DPPH 0,3 mM serviu como controle negativo.

Os meios foram homogenizados em Vortex por 2 s e, então, os tubos foram armazenados, à temperatura ambiente e abrigo de luz por 30 minutos para que ocorresse a reação entre oxidante e radical. Passado esse período, foi feita a leitura da absorbância das amostras em espectrofotômetro (Evolution 60S UV-Visible Spectrophotometer) no comprimento de onda de 517 nm.

Os valores de atividade antioxidante foram calculados via % média da atividade antioxidante das triplicatas segundo a fórmula de Mensor et al. (2001):

$$\%AA = 100 - \{[(\text{Abs amostra} - \text{Abs branco}) \times 100] / \text{Abs controle}\} \quad \text{Eq. 3}$$

Onde:

% AA – atividade antioxidante;

Abs amostra – absorbância da amostra lida em 517 nm após 30 min de reação;

Abs branco – absorbância do branco (contendo amostra e etanol) lida em 517 nm após 30 min de reação;

Abs controle – absorbância do controle (contendo etanol e DPPH) lida em 517 nm após 30 min de reação;

4.3.4 Determinação de Aminoácidos

A determinação da composição dos aminoácidos totais foi realizada no CBO Análises Laboratoriais, localizado em Valinhos/SP para onde foram encaminhadas 4 g de pólen monofloral de jurema-preta (99,96 %) e 4 gramas de pólen apícola de caju (99,98 %).

A metodologias propostas por White et al. (1986) foram utilizadas para a determinação dos aminoácidos Ácido Aspartico, Ácido Glutâmico, Serina, Glicina, Histidina, Taurina, Arginina, Treonina, Alanina, Prolina, Tirosina, Valina, Metionina, Cistina, Isoleucina, Leucina, Fenilalanina e Lisina. Enquanto que a análise do triptofano foi realizada por um método enzimático sugerida por Lucas e Sotelo (1980).

Para o desenvolvimento da primeira metodologia, pesou-se 50 mg de pólen apícola em um tubo de hidrólise, adicionou-se HCl 6N com 3% m/v de fenol, fez-se vácuo no tubo, lacrou-o e acondicionou-o em bloco de reação térmica por 24h a 110 °C. Em seguida, acrescentou-se uma alíquota do padrão interno ácido a-aminobutírico (AAAB), feita a filtração e a secagem a 70miliTorr em sistema *trapp* com nitrogênio criogênico.

Neutralizou-se a mistura com uma solução de acetato de sódio trihidratado 0,2 N, metanol grau HPLC e trietilamina a 99-100%. Após isso, novamente foi realizada a secagem como já descrito anteriormente.

Nesta etapa, adicionou-se o PITC para derivatizar os aminoácidos liberados pela hidrólise, formando-se o PTCaminoácido. Ao tubo contendo os cristais de aminoácidos

derivatizados, acrescentou-se 500 uL de diluente. A detecção foi realizada a 254 nm após a cromatografia em fase reversa em gradiente linear binário com fluxo de 1 mL/min e temperatura da coluna 58 °C, sendo o eluente A um tampão de acetado de sódio 0,14 N, acetonitrila (240 mL/2000 mL de acetado de sódio 0,14 N) e trietilamina (1 mL/2000 mL de acetado de sódio 0,14N). Quanto ao eluente B, o mesmo era constituído de uma solução 6:4 de acetonitrila (grau HPLC) e água milli-Q. A quantificação foi feita por inclusão do AAAB como padrão interno.

Já para a determinação do triptofano, pesou-se 50 mg de amostra em um tubo de ensaio com tampa rosqueada, adicionou-se 0,8 ml de solução de pronase para cada 50 mg de amostra e completou-se o volume para 4,0 ml com solução tampão fosfato de sódio 0,1 M.

O branco foi constituído por 0,8 ml de solução de pronase e completado para 4,0 ml com solução tampão fosfato de sódio 0,1 M. O conjunto foi incubado a 45 °C por 24hs em banho-maria, seguido de centrifugação a 3000 rpm durante 10 minutos.

Após esses procedimentos, retirou-se uma alíquota de 1ml do sobrenadante para um tubo de ensaio com tampa rosqueada e adicionou-se 9 ml de solução dab. Após a agitação da mistura, deixou-a em repouso ao abrigo da luz a temperatura ambiente por 6 horas, quando então adicionou-se 0,1ml de solução nitrito de sódio, que após agitação, ficou por repouso de 30 minutos ao abrigo da luz. Por último, foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 590 nm, utilizando-se o branco para a calibração do espectrofotômetro.

4.3.5 Determinação de biocompostos por HPLC

Foram enviadas 4 gramas de pólen apícola de jurema-preta (99,96 % de homogeneidade) e 4 gramas de pólen apícola de caju (99,98 % de homogeneidade) para a avaliação cromatográfica de biocompostos no Laboratório de Fitoquímica da USP em São Paulo/SP. Os extratos apolares (clorofórmio) foram analisados por CG-MS, enquanto que os extratos polares (hidrometanólico) foram avaliados por cromatografia líquida de alta eficiência acoplada à espectrometria de massas (CLAE-DAD-IES-EM/EM). A metodologia utilizada foi baseada nos trabalhos de Campos et al. (1997), Dórea et al. (2010), Feás et al. (2012), Freire et al. (2012), Gabriele et al. (2015) e Komosinska-Vassev et al. (2015).

Preparo das amostras

As amostras do pólen de jurema-preta e caju foram pulverizadas usando-se de um almofariz com pistilo. Em seguida, pesou-se aproximadamente 1g de cada uma das amostras pulverizadas, para então preparar os extratos. Na preparação do extrato clorofórmico misturou-se 30 ml de clorofórmio absoluto com a amostra triturada, submetendo-os a agitação (150 rpm) a temperatura ambiente. Já na manipulação do extrato hidrometanólicos combinou-se metanol e água (50:50, v/v) com as amostras, através de meia hora de agitação (150 rpm) a temperatura ambiente. Os extratos foram filtrados em papel de filtro Whatmann N° 4, concentrados até a completa evaporação do solvente e pesados em balança analítica para o cálculo do rendimento.

Análise de extratos apolares por GC-MS

Os extratos clorofórmicos foram analisados por cromatografia a gás acoplada à espectrometria de massas no equipamento Shimadzu GCMS-QP505A, usando-se coluna capilar BPX5 (30 m por 0,25 mm). O gás de arraste utilizado foi o helio, com fluxo de 1 mL min⁻¹. Os constituintes foram identificados por comparação dos respectivos espectros com os da NIST (National Institute of Standards and Technology) 05 MS Library Bundle e Wiley 275, dados da literatura e co-injeções de padrões Sigma.

Análise do extrato polar usando cromatografia líquida de alta eficiência acoplada à espectrometria de massas (CLAE-DAD-IES-EM/EM).

Os extratos hidrometanólicos foram analisados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência Acoplada a Espectrometria de Massas (CLAE-DAD-IES-EM/EM) no equipamento DADSPD-M10AVP Shimadzu constituído por injetor automático de amostras, detector de arranjo de diodos (DAD) e espectrômetro de massas Esquire 3000 Plus - Bruker Daltonics com fonte de ionização por *electrospray*, monitorado pelo software CBM-20A.

Os solventes utilizados foram metanol (MeOH), ácido fórmico, e água Milli-Q grau HPLC de pureza. A separação dos compostos foi realizada em coluna Luna Phenomenex C18 RP 250 a 4,6 x 5u. As fases móveis utilizadas foram: A: água Milli Q com 0,2 % de ácido fórmico e B: metanol, com gradientes de: 0 minutos – 20% de B em A; 10 minutos – 30% de

B em A; 20 minutos – 50% de B em A; 30 minutos – 70% de B em A; 40 minutos – 90% de B em A; 45 minutos – 40% de B em A e 50 minutos – 20% de B em A.

As separações foram monitoradas em diferentes comprimentos de onda com a finalidade de que várias substâncias fenólicas fossem detectadas: 280 nm para flavanonas, flavonóis, lignanas e taninos; 360 nm para flavonas, flavonóis e chalconas, 220 nm para ácidos benzoicos e 330 nm para derivados do ácido cinâmico.

A caracterização dos compostos fenólicos foi realizada através das análises dos resultados obtidos nos espectros de ultravioleta (UV) utilizando o detector Diodo *Array*, o espectro de massas utilizando CLAE-DAD-IES-EM/EM e através da comparação dos respectivos espectros de massas (EM/EM) com dados da literatura.

4.4 Análises Estatísticas

As comparações das análises físico-químicas e de biocompostos foram realizadas pelos testes de Wilcoxon / Mann-Whitney e Teste t – Student.

A associação entre a frequência do pólen apícola da jurema-preta e do caju com as análises bromatológicas e de biocompostos foi feita pelo coeficiente de correlação de Spearman.

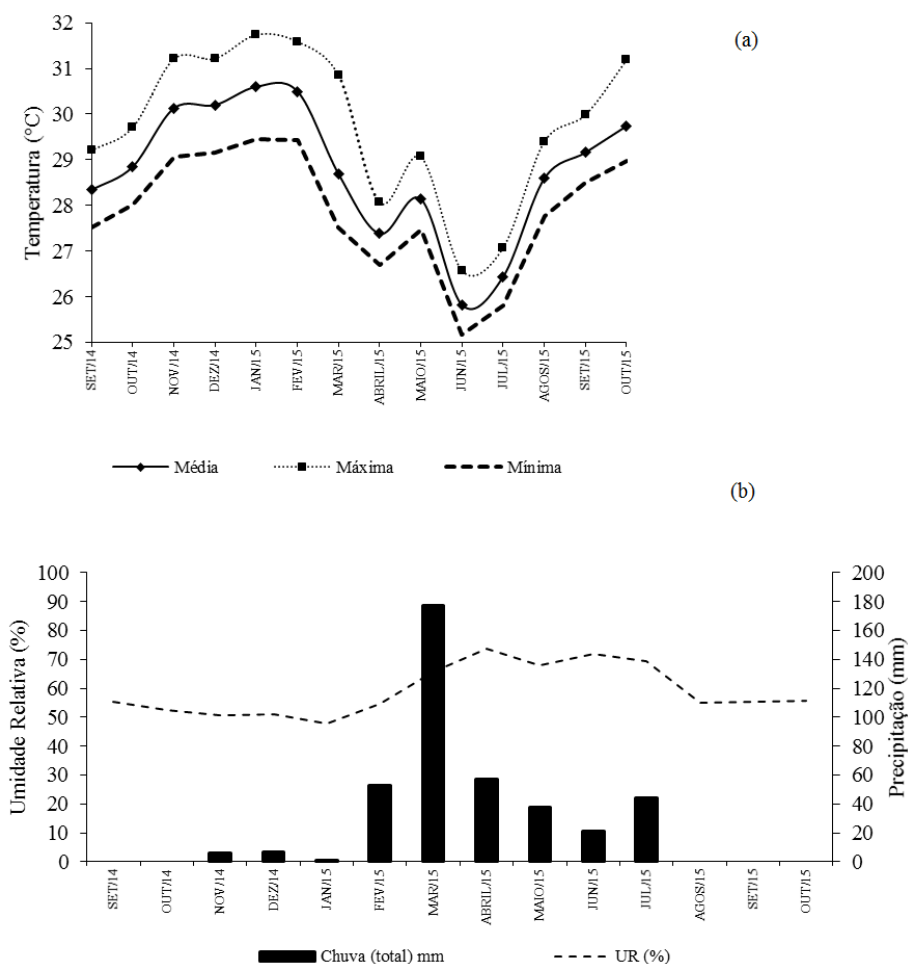
Para todas as análises empregou-se o programa R versão 3.3.2 (2016).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Condições climáticas ao longo do experimento

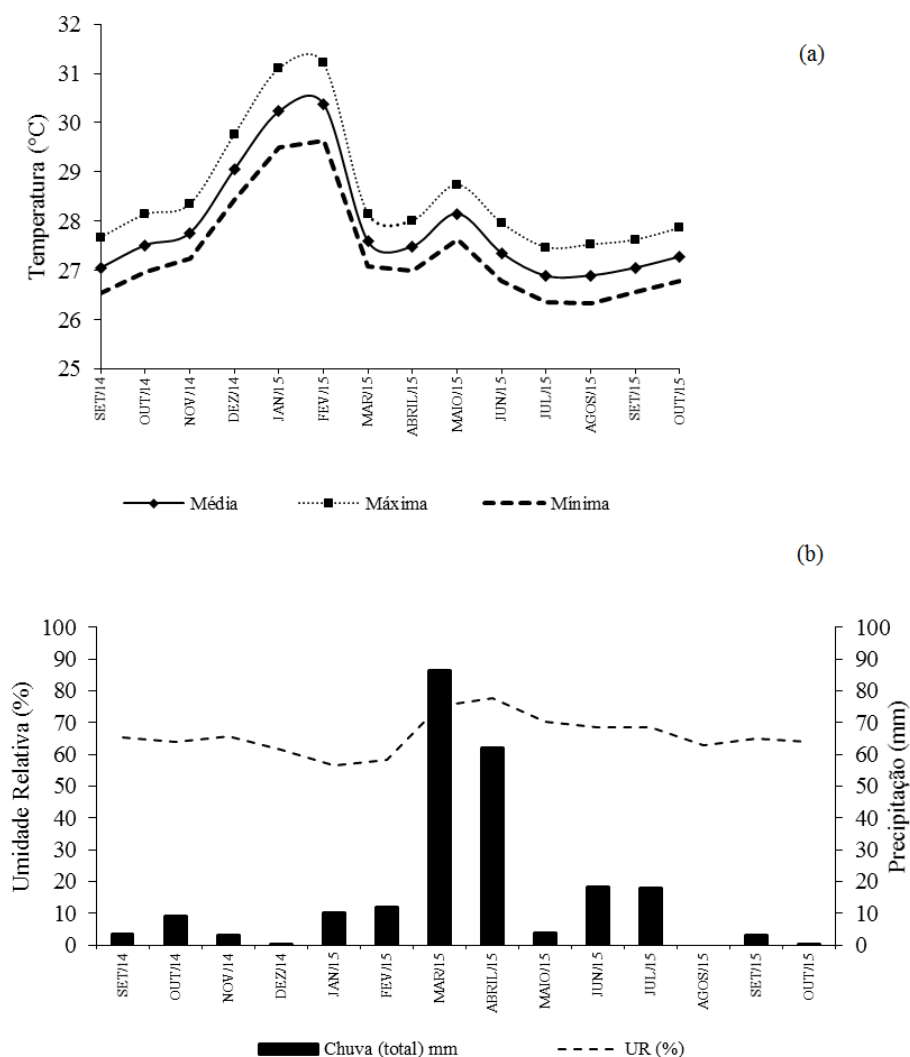
Ao longo do experimento (setembro de 2014 a outubro de 2015) observou-se que os valores mensais da temperatura média e a umidade relativa do ar média (UR) sofreram poucas oscilações. A temperatura e a UR no município de Assú/RN apresentaram intervalos de 25,17 a 31,74 °C e 47,85 % a 73,56 % e em Mossoró/RN de 26,34 a 31,21 °C e 56,70 % a 77,72%, respectivamente. Os meses com maiores taxas pluviométricas aconteceram entre fevereiro a julho de 2015 e o acumulado das precipitações, no período do experimento, foi de 403,4 mm para o município de Assú e 229,6 mm para Mossoró. É possível observar que o período de agosto a janeiro faz parte da estação seca na região em estudo (Gráfico 1 e 2).

Gráfico 1 – Médias mensais das variáveis ambientais durante o período de estudo de setembro de 2014 a outubro de 2015 no município de Assú/RN. (a) Distribuição das temperaturas máximas, médias e mínimas. (b) Distribuição da precipitação e da umidade relativa do ar.



Fonte: EMPARN (Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte).

Gráfico 2 – Médias mensais das variáveis ambientais durante o período de estudo de setembro de 2014 a outubro de 2015 no município de Mossoró/RN. (a) Distribuição das temperaturas máximas, médias e mínimas. (b) Distribuição da precipitação e da umidade relativa do ar.



Fonte: INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

5.2 Flora polinífera da região de Assú e Mossoró

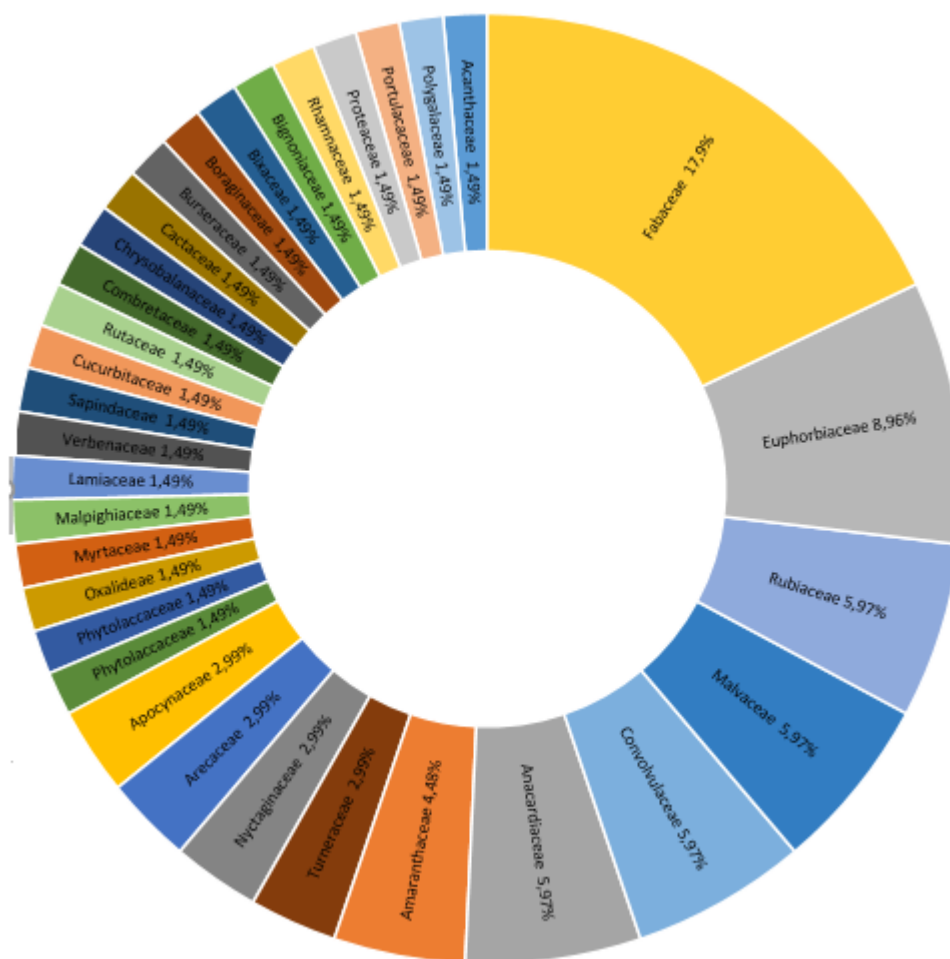
Entre as 54 amostras estudadas, 29 tiveram os tipos polínicos identificados em sua totalidade. Aquelas amostras que apresentaram pólenes indeterminados sempre os indicavam em baixa representatividade ($< 2\%$). De acordo com Dórea, Novais e Santos (2010) em algumas análises não é possível identificar os tipos polínicos devido o grão ainda não ter sido catalogado ou a em decorrência da morfologia de alguns pólenes ser muito parecidas.

Os tipos polínicos foram identificados em nível de espécie, gênero ou família e classificados conforme a frequência. Os resultados obtidos evidenciaram uma grande

diversidade de espécies vegetais no pólen coletado pelas abelhas na região do semiárido. Através da análise polínica é possível identificar os períodos de produção e carência de pólen, caracterizar o pasto apícola de uma região e apontar as principais plantas utilizadas na alimentação das abelhas (MORETI et al., 2002).

Foram encontrados 66 tipos polínicos, pertencentes a 32 famílias, nas amostras de pólen apícola do apiário da FLONA. Entre as famílias encontradas, Fabaceae foi a que apresentou uma maior quantidade de tipos polínicos (doze; 17,9%), seguida por Euphorbiaceae (seis tipos polínicos; 8,96 %), Anacardiaceae, Convolvulaceae, Malvaceae e Rubiaceae (quatro tipos polínicos cada; 5,97 %), Amaranthaceae (três tipos polínicos; 4,48 %) e Apocynaceae, Arecaceae, Nyctaginaceae e Turneraceae com dois tipos polínicos cada (2,99 %). As famílias remanescentes (22) apresentaram apenas um tipo polínico (1,49 %) (Gráfico 3).

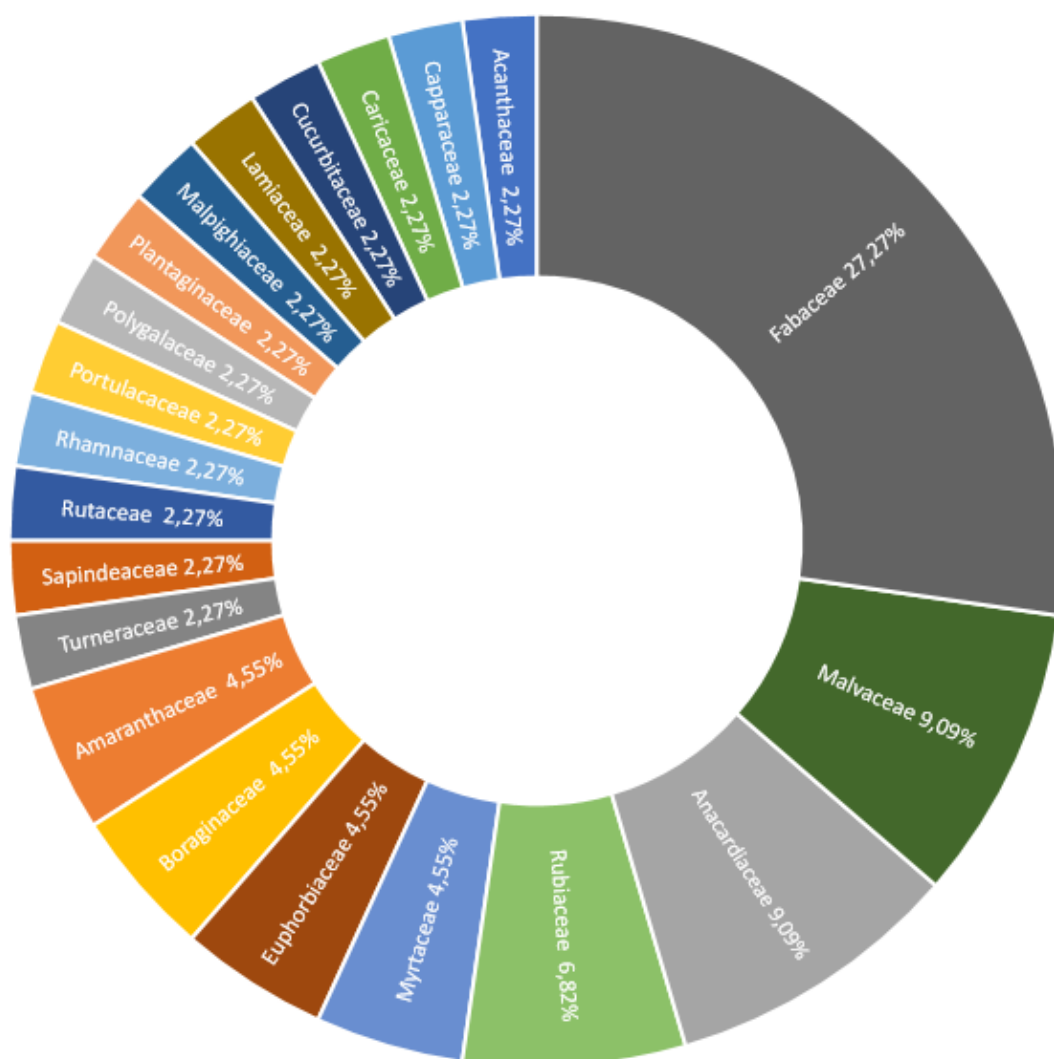
Gráfico 3– Porcentagens de ocorrência das famílias de plantas encontradas no pólen apícola coletado em Assú/RN.



Costa (2015) realizou o levantamento florístico da FLONA/Assú e identificou 81 espécies de plantas, distribuídas em 66 gêneros e 28 famílias. A família da Fabaceae (18 espécies) destacou-se dentre as demais. A maior concentração de espécies em floração foi na estação chuvosa, chegando a observar 50 espécies nos meses de maio e junho.

Nas amostras originárias do apiário situado em Mossoró, identificou-se 44 tipos polínicos, pertencentes a 21 famílias botânicas. A família Fabaceae foram os tipos polínicos de maior incidência nas amostras (doze; 27,27 %), logo depois a Anacardiaceae e Malvaceae (quatro tipos polínicos cada; 9,09 %), Rubiaceae (três tipos polínicos; 6,82 %) e Amaranthaceae, Boraginaceae, Euphorbiaceae e Myrtaceae com dois tipos polínicos cada (4,55 %). Nas demais famílias (13) foi encontrado um único tipo polínico (2,27 %) (Gráfico 4).

Gráfico 4 – Porcentagens de ocorrência das famílias de plantas encontradas no polén apícola coletado em Mossoró/RN.



Limão (2015) realizou o levantamento florístico na Fazenda Experimental Rafael Fernandes e identificou 62 espécies, pertencentes a 23 famílias. Também a família Fabaceae destacou-se como a maior representante na área.

Dutra (2011) avaliou 45 amostras de pólen apícola de Minas Gerais durante o período de 01 ano e observou que a família Asteraceae foi a que mais contribuiu com o material botânico. Arruda (2013) analisou 62 amostras de pólen apícola originárias de 8 Estados brasileiros e encontrou 36 tipos polínicos diferentes, destacando-se o *Cocos nucifera*, *Mimosa scabrella*, *Mimosa caesalpiniaefolia*, *Eucalyptus*, *Myrcia*, *Asteraceae*, *Poaceae*, *Euphorbiaceae* e *Brassica sp.* Já Alves (2013) pesquisou 24 amostras de pólen apícola do município de Sergipe e identificou 56 tipos polínicos, pertencentes a 23 famílias. Entre as famílias, a Fabaceae destacou-se com uma maior quantidade de tipos polínicos (19), seguida por Asteraceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Anacardiaceae, Amaranthaceae, Euphorbiaceae e Solanaceae. Alves (2013) ainda relata que a família Fabaceae está entre as mais importantes fontes de alimentos das abelhas e que esse fato já tinha sido referido por outros autores. Para Moro et al. (2014), a família Leguminosae ou Fabaceae representa a maior riqueza de espécies no domínio da Caatinga (n=292), seguida das famílias Euphorbiaceae, (n=103), Malvaceae (n=82), Asteraceae (n=67) e Convolvulaceae (n=66).

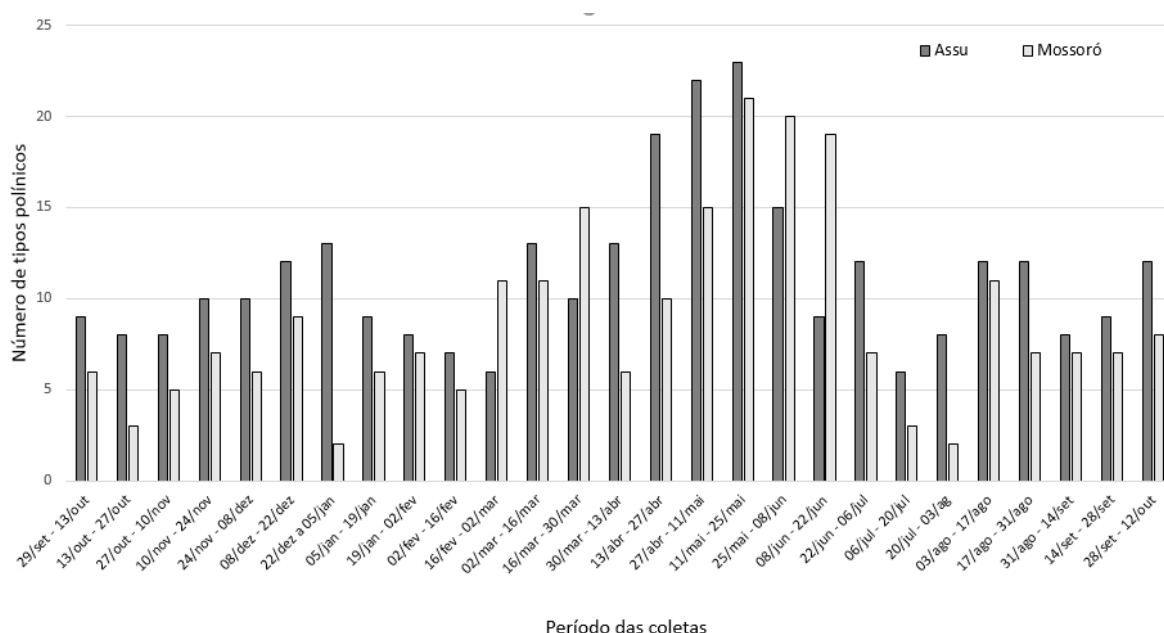
Neste estudo, o número máximo de tipos polínicos em uma única amostra quinzenal foi de 23 (A17). Esse material foi coletado entre 11 de maio a 25 de maio de 2015 no apiário da FLONA. Por outro lado, a amostra M22, obtida do apiário de Mossoró nas datas de 20 de julho à 03 de agosto de 2015 apresentou apenas 02 tipos polínicos (Gráfico 5). A diversidade de táxons em uma única amostra pode ser explicada pelo fato de se ter misturado todo o material obtido quinzenalmente. De forma generalizada, as amostras obtidas em Assú possuíam uma maior riqueza de tipos polínicos do que as amostras oriundas da Fazenda Rafael Fernandes, isso está associado ao fato de que a FLONA é um remanescente de floresta de caatinga, onde se mantém preservada uma grande biodiversidade nativa, além de constituir um importante refúgio para a fauna local (COSTA, 2015).

Melo (2015) encontrou o número máximo de 08 tipos polínicos por amostra (considerando-se uma frequência acima de 3 %) em 69 amostras comerciais originárias de nove Estados brasileiros. Foram identificados 39 táxons, sendo o *Cocos nucifera* e *Mimosa caesalpiniaefolia* os tipos polínicos mais encontrados.

Em relação à riqueza polínica nas amostras por mês, é percebido que os meses com maior número de tipos polínicos (>30) foram abril, maio e junho de 2015. O mês de julho de 2015 apresentou uma menor diversidade de tipos polínicos (9) (Gráfico 5). Observou-se que

os números de tipos polínicos coletados pelas colônias aumentaram no período chuvoso e decresceram com o fim das precipitações. Alves (2013) identificou os meses de março, junho, julho, novembro e dezembro como os de maior diversidade polínica.

Gráfico 5– Número de tipos polínicos retidos nos coletores das colmeias do apiário da Floresta Nacional de Assu e da Fazenda Experimental Rafael Fernandes, no período de setembro de 2014 a outubro de 2015.



Mimosa tenniflora (33) e *Mimosa sensitiva* (30) foram os tipos polínicos de maior incidência nas amostras, seguidos da *Richardia gandiflora* (23), *Citrus sp.* (20), *Anacardium occidentale L.* e *Portulacaceae sp.* (19). A *Spondias tuberosa*, *Varronia leucocephala*, *Herisantia tiubae*, *Rubiace sp.1* e *Turnera subulata* ocorreram 15 vezes. Paralelamente, a *Psidium guajava L.* esteve presente em 14 amostras, enquanto o *Eucalyptus sp.* foi evidenciado em 12 amostras. A *Mimosa arenosa* e *Copernicia prunifera* contabilizaram 11 incidências. Já a *Alternanthera tenella*, *Myracrodruon urundeuva* e *Borreria verticillataa* apareceram em 10 amostras, ao mesmo tempo em que a *Mangifera indica L.*, *Mimosa caesalpinifolia* e *Croton sonderianus* ocorreram em 9 amostras (Tabela 4).

O gênero *Mimosa* é constantemente encontrado em produtos de origem apícola, sendo consideradas plantas altamente poliníferas e que têm importante função na nutrição protéica das abelhas, uma vez que fornecem pólen durante vários meses do ano (BARTH, 1989; MATOS, 2012). *Mimosa misera* e *Mimosa pudica/sensitiva* foram os tipos polínicos mais presentes no estudo de Alves (2013). De acordo com Modro *et al.* (2011) o grão da

Mimosa pudica/sensitiva é pequeno. Devido a essa característica, esse tipo polínico pode ser super-representado nas amostras devido ao critério utilizado na contagem, que considera exclusivamente o número de grãos de pólen presentes no material e desconsidera o volume ocupado por cada grão de pólen.

Tabela 4 – Ocorrência dos táxons vegetais nas 54 amostras de pólen apícolas coletadas em Assú e Mossoró.

Taxa	Nome popular	Ocorrência (Nº de amostras)		
		Total	Assú	Mossoró
<i>Mimosa tenniflora</i>	Jurema-preta	33	12	21
<i>Mimosa sensitiva</i>	Malícia	30	23	7
<i>Richardia grandiflora</i>	Asa-de-pato	23	10	13
<i>Citrus</i> sp.	-	20	12	8
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Cajueiro	19	9	10
<i>Portulacaceae</i> sp.	-	19	19	-
<i>Spondias tuberosa</i>	Umbuzeiro	15	5	10
<i>Varronia leucocephala</i>	Buquê-de-noiva	15	5	10
<i>Herissantia tiubae</i>	Mela-bode ou malva-de-bode	15	7	8
<i>Rubiace</i> sp.1	-	15	6	9
<i>Turnera subulata</i>	Chanana	15	7	8
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiabeira	14	11	3
<i>Eucalyptus</i> sp.	-	12	-	12
<i>Mimosa arenosa</i>	Jurema-branca ou calumbi	11	5	6
<i>Copernicia prunifera</i>	Carnaubeira	11	11	-
<i>Alternanthera tenella</i>	Quebra-panela	10	6	4
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Aroeira	10	4	6
<i>Borreria verticillata</i>	Cabeçade-velho	10	6	4
<i>Mangifera indica</i> L.	Mangueira	9	6	3
<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	Sabiá	9	4	5
<i>Croton sonderianus</i>	Marmeleiro	9	3	6
<i>Malpighia emarginata</i>	Acerola	8	5	3
<i>Froelichia humboldtiana</i>	Nateira	8	2	6
<i>Jatropha molíssima</i>	Pinhão-bravo	8	8	-
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	Catanduva	7	2	5
<i>Citrulus</i> sp.	-	7	3	4
<i>Ziziphus joazeiro</i>	Juazeiro	7	4	3
<i>Senna</i> sp.	-	6	6	-
<i>Waltheria</i> sp.	-	6	2	4
<i>Rubiaceae</i> sp. 2	-	6	6	-
<i>Cardiospermum corindum</i>	Chocalho-de-vaqueiro	6	-	6
<i>Ruellia asperula</i>	Melosa	6	4	2
<i>Cnidoscolus urens</i>	Urtiga	6	5	1
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Angico	6	3	3
<i>Centrosema brasilianum</i>	Jequitirana	5	1	4
<i>Chamaecrista rotundifolia</i>	-	5	-	5
<i>Senegalia polyphylla</i>	Espinheiro	5	-	5
<i>Lantana câmara</i>	Cambará	5	5	-
<i>Scoparia dulcis</i>	Vassourinhade-botão	5		5
<i>Talinum triangulare</i>	Beldroega	5	1	4
<i>Chamissoa</i> sp.	-	5	5	-

(Continua)

Tabela 4 – Continuação...

Taxa	Nome popular	Ocorrência (N° de amostras)		
		Total	Assú	Mossoró
<i>Licania rígida</i>	Oiticica	5	5	-
<i>Grevillea sp.</i>	-	4	4	-
<i>Libidibia férrea</i>	Jucazeiro	4	1	3
<i>Ricinus communis L</i>	Mamona	4	4	-
<i>Cocos nucifera</i>	Coqueiro	4	4	-
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Pau-d'arco-roxo ou ipê-roxo	4	4	-
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Pacoté ou algodão-do-mato	4	4	-
<i>Combretum leprosum</i>	Mofumbo	3	3	-
<i>Cordia oncocalyx</i>	Pau-branco	3	-	3
<i>Evolvulus sp.</i>	-	3	3	-
<i>Poincianella bracteosa</i>	Catingueira	3	-	3
<i>Pavonia cancellata</i>	Corda-de-viola	3	3	-
<i>Triumfetta rhomboidea</i>	Carrapicho-de-bode	3	-	3
<i>Ipoema sp.</i>	-	2	2	-
<i>Jacquemontia sp</i>	-	2	2	-
<i>Carica papaya L</i>	Mamão	2	-	2
<i>Commiphora leptophloeos</i>	Imburana	2	2	-
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	Pereiro	2	2	-
<i>Anadenanthera sp.</i>	-	2	2	-
<i>Bauhinia longifolia</i>	Pata-de-vaca	2	-	2
<i>Chamaecrista pilosa</i>	Palma-do-campo	2	2	-
<i>Indigofera hirsuta L</i>	-	2	2	-
<i>Hyptis suaveolens</i>	Mata pasto ou erva canudo	2	1	1
<i>Sida galheirensis</i>	Erbaço	2	2	-
<i>Boerhavia diffusa L.</i>	Pega-pinto	2	2	-
<i>Syzygium cumini</i>	Jabollão	2	2	-
<i>Oxalis divaricata</i>	Trevo ou azedinho	2	2	-
<i>Polygala violácea</i>	-	2	1	1
<i>Cynophalla flexuosa</i>	Feijão-bravo	1	-	1
<i>Merremia aegyptia</i>	Jetirana-de-moco	1	1	-
<i>Croton sp1</i>	-	1	1	-
<i>Manihot dichotoma</i>	-	1	1	-
<i>Serjania sp.</i>	-	1	1	-
<i>Turnera cearenses</i>	-	1	1	-

Dentre os tipos polínicos que apareceram em 8 amostras estão a *Malpighia emarginata*, *Froelichia humboldtiana* e *Jatropha molíssima*. A *Pityrocarpa moniliformis*, *Citrulus sp.* e *Ziziphus joazeiro* estiveram presentes em 7 amostras. Já a *Senna sp.*, *Waltheria sp.*, *Rubiaceae sp. 2*, *Cardiospermum corindum*, *Ruellia aspérula*, *Cnidoscolus urens* e *Anadenanthera colubrina* contabilizaram 6 incidências, cada um. Evidenciou-se 5 ocorrências da *Chamaecrista rotundifolia*, *Senegalia polyphylla*, *Lantana câmara*, *Scoparia dulcis*, *Talinum triangulare*, *Chamissoa sp.* e *Licania rígida*. Os táxons *Grevillea sp.*, *Libidibia férrea*, *Ricinus communis L.*, *Cocos nucifera*, *Handroanthus impetiginosus*,

Cochlospermum vitifolium e *Pilosocereus pachycladus* ocorreram quatro vezes. Enquanto que *Combretum leprosum*, *Cordia oncocalyx*, *Evolvulus* sp., *Poincianella bracteosa*, *Pavonia cancellata* e *Triumfetta rhomboidea* estiveram presentes, cada um, em 3 amostras. Quinze táxons ocorreram duas vezes (*Ipoema* sp., *Carica papaya* L., *Jacquemontia* sp., *Commiphora leptophloeos*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Anadenanthera* sp., *Bauhinia longifolia*, *Chamaecrista pilosa*, *Indigofera hirsuta* L., *Hyptis suaveolens*, *Sida galheirensis*, *Boerhavia diffusa* L., *Syzygium cumini*, *Oxalis divaricata* e *Polygala violácea*. Por fim, seis outros tipos polínicos apresentaram incidência única (*Cynophalla flexuosa*, *Merremia aegyptia*, *Croton* sp. 1, *Manihot dichotoma*, *Serjania* sp. e *Turnera cearenses*).

A baixa frequência de um determinado tipo de pólen pode ter relação com características da própria planta (baixa produção de pólen), com a disponibilidade desse recurso nas proximidades do apiário ou com as características inerentes da própria abelha (MODRO, 2006). Outra possibilidade, é que alguns grãos de pólen acidentalmente possam ter contaminado as massas transportadas durante as atividades das abelhas nas flores (CARVALHO et al., 1999).

De acordo com Barth et al. (2010), o pólen apícola é classificado como monofloral quando apresenta mais de 90 % de um tipo polínico ou quando apresenta 60 % ou mais de um tipo polínico sem a ocorrência de pólen acessório.

Segundo Louveaux et al. (1978), seguindo critérios internacionais, podemos agrupar os pólenes em:

- Pólen dominante (PD) – mais de 45 % do total de grãos de pólen contados;
- Pólen acessório (PA) – de 16 a 45 %;
- Pólen isolado (PI) – até 15 %.

Conforme essas classificações, as amostras de *Anacardium occidentale* L. (A01 e M07), *Mimosa tenuiflora* (A21 e A22, M02, M03, M14, M15, M16, M17, M21 e M22), *Varronia leucocephala* (M20) e *Pityrocarpa moniliformis* (M10) são pólenes monoflorais dominantes (Apêndice A, B, C e D).

Em relação aos tipos polínicos presentes nas amostras de Assú coletadas no período seco 1, compreendido entre 29 de setembro 2014 a 16 de fevereiro de 2015, as espécies mais bem representadas foram *Anacardium occidentale* L. (PD = 65,25 %), *Ziziphus joazeiro* (PD= 45,25 %), *Mimosa sensitiva* (PA= 42,25 %), *Myracrodruon urundeuva* (PA= 21,50 %), *Cocos nucifera* (PA= 21,25 %) e *Malpighia emarginata* (PA= 18,25 %). Em Mossoró, entre 29 de setembro 2014 a 02 de fevereiro de 2015, a *Mimosa tenuiflora* (PD = 98,75 %), *Anacardium occidentale* L. (PD = 94,25 %), *Eucalyptus* sp. (PD = 74,00 %), *Pityrocarpa moniliformis* (PA

= 45,00 %) e *Anadenanthera colubrina* (PA = 30,50 %), *Rubiaceae* sp 1 (PA = 18,00 %) e *Ziziphus joazeiro* (PA = 17,25 %) foram os predominantes. Os demais tipos polínicos foram considerados como isolados.

Já no período seco 2, compreendido entre 03 de agosto a 12 de outubro de 2015, a *Mimosa sensitiva* (PD = 45,25 %), *Mimosa tenuiflora* (PA = 33,25 %), *Psidium guajava* L. (PA = 28,00 %), *Anacardium occidentale* L. (PA = 26,50 %), *Pityrocarpa moniliformis* (PA = 24,75 %), *Malpighia emarginata* (PA = 20,00 %) e *Citrus* sp. (PA = 16,00 %) foram as cargas polínicas que destacaram-se na FLONA, enquanto a *Mimosa tenuiflora* (PD = 50,75 %), *Richardia grandiflora* (PA = 34,25 %), *Eucalyptus* sp. (PA = 30,75 %) e *Myracrodruon urundeuva* (PA = 18,00 %) prevaleceram na Fazenda da UFERSA.

Com o início do período chuvoso, as abelhas forrageiras concentraram a coleta de pólen na *Mimosa sensitiva* (PD = 72,25 %), *Pityrocarpa moniliformis* (PD = 70,25 %), *Mimosa tenuiflora* (PD = 48,25 %) e *Croton sonderianus* (PA = 32, 25 %). Nos meses de abril a maio, a *Mimosa tenuiflora* (PD = 96,50 %), *Mimosa sensitiva* (PD = 57,00 %), *Croton* sp. 1 (PA = 20,25 %), *Mimosa arenosa* (PA = 15,75 %) e *Richardia grandiflora* (PI = 14,75 %) tiveram a maior representatividade nas amostras. Em junho e julho a *Mimosa tenuiflora* (PD = 98,00 %), *Varronia leucocephala* (PD = 90,00 %), *Mimosa sensitiva* (PA = 38,50%), *Psidium guajava* L. (PA = 17,00 %) e *Rubiaceae* sp. 2 (PA = 15,00 %) se destacaram em relação as demais espécies usadas por *A. mellifera*.

Os resultados (Gráfico 6 e 7) demonstram que, entre 29 de setembro 2014 a 02 de fevereiro de 2015, com excessão da *Anacardium occidentale* L., *Mangifera indica* L., *Myracrodruon urundeuva*, *Spondias tuberosa*, *Mimosa sensitiva*, *Mimosa tenuiflora*, *Psidium guajava* L., *Ziziphus joazeiro*, *Richardia grandiflora* e *Rubiaceae* sp. 1 que foram coletadas nos dois apiários, os demais tipos polínicos foram diferentes entre os apiários (Assú: *Ruellia asperula*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Cocos nucifera*, *Copernicia prunifera*, *Handroanthus impetiginosus*, *Licania rígida*, *Cnidoscylus urens*, *Croton sonderianus*, *Jatropha molíssima*, *Anadenanthera* sp., *Senna* sp., *Malpighia emarginata*, *Psidium guajava* L., *Syzygium cumini*, *Portulacaceae* sp., *Grevillea* sp., *Rubiaceae* sp. 1, *Citrus* sp., *Turnera subulata* e *Lantana camara*; Mossoró: *Cynophalla flexuosa*, *Carica papaya* L, *Citrulus* sp., *Anadenanthera colubrina*, *Pityrocarpa moniliformis*, *Waltheria* sp. e *Eucalyptus* sp).

Category	All respondents	People with a job	People with a job and a car	People with a job and a car and a house	People with a job and a car and a house and a partner
I don't know	~45%	~40%	~35%	~30%	~25%
I don't want to	~35%	~30%	~25%	~20%	~15%
I don't have time	~15%	~10%	~10%	~10%	~10%
I don't have the resources	~5%	~5%	~5%	~5%	~5%
I don't have the skills	~5%	~5%	~5%	~5%	~5%

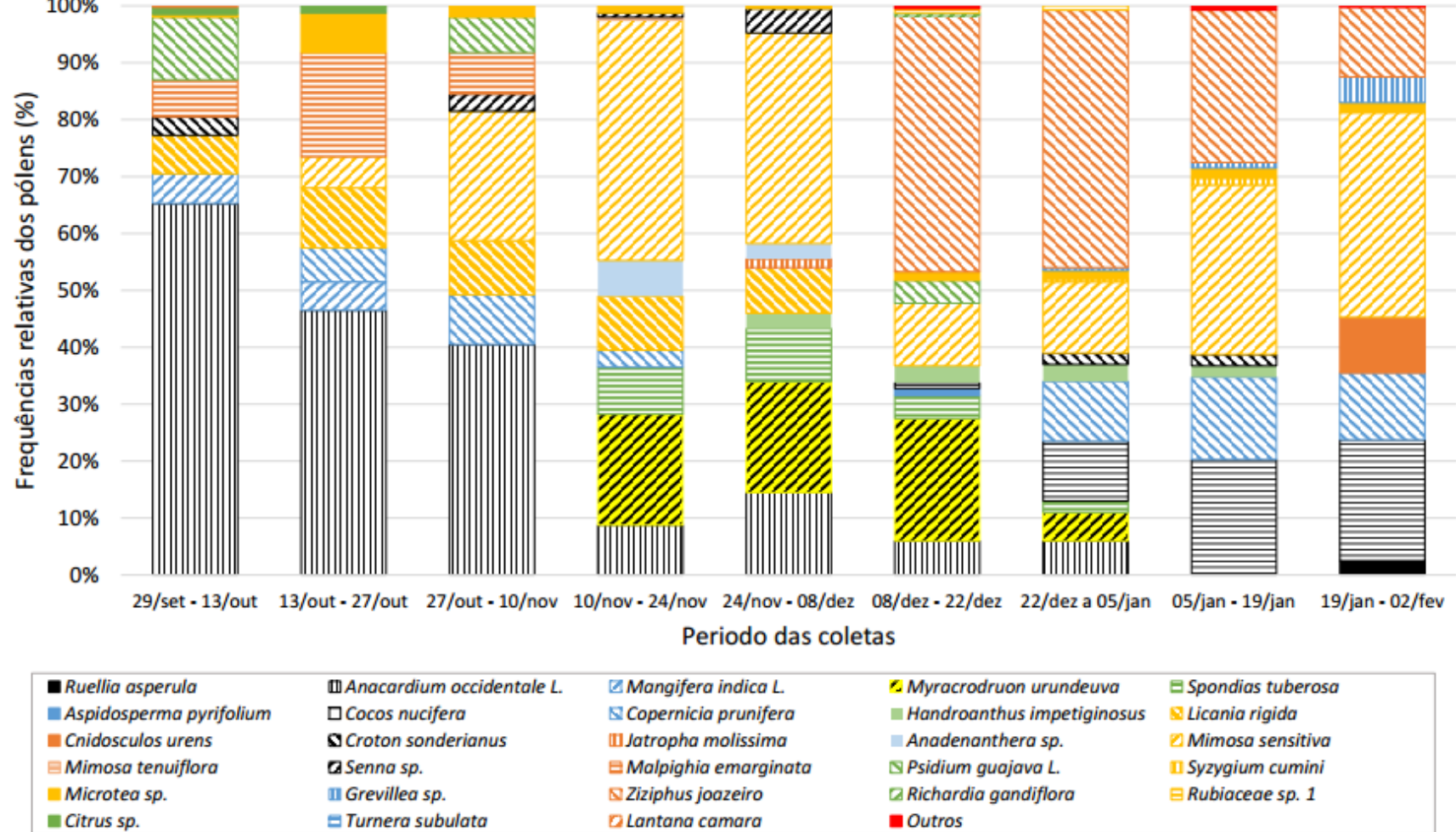
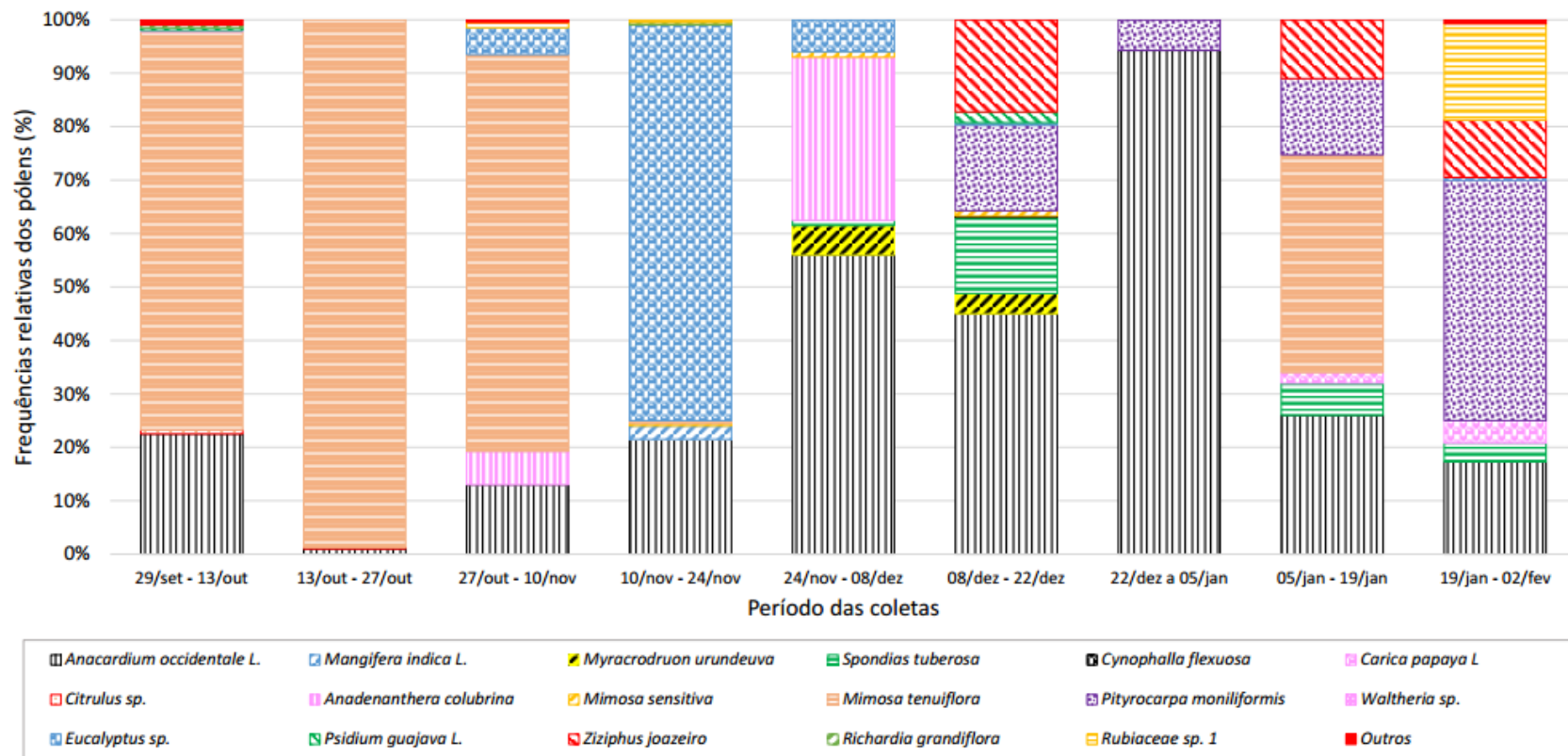


Gráfico 7– Frequência relativa dos tipos polínicos retidos nos coletores de colmeias de *Apis mellifera* localizadas em Mossoró no período de 29 de setembro de 2014 a 02 de fevereiro de 2015.



Os dados dos Gráficos 8 e 9 expõem que, entre 02 de fevereiro a 08 de junho de 2015, as colônias nos dois apiários coletaram, em comum, os tipos polínicos: *Alternanthera tenella*, *Froelichia humboldtiana*, *Citrus* sp., *Croton sonderianus*, *Centrosema brasilianum*, *Mimosa arenosa*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Mimosa sensitiva*, *Mimosa tenuiflora*, *Polygala violácea*, *Richardia grandiflora*, *Borreria verticillata*, *Rubiaceae* sp. 1, *Citrus* sp., *Herissantia tiubae*, *Hyptis suaveolens*, *Malpighia emarginata*, *Turnera subulata* e *Varronia leucocephala*. Os tipos polínicos *Alamanda blanchetii*, *Boerhavia diffusa* L., *Chamissoa* sp., *Cnidoscopus urens*, *Cochlospermum vitifolium*, *Combretum leprosum*, *Commiphora leptophloeos*, *Evolvulus* sp., *Indigofera hirsuta* L., *Ipoema* sp., *Jacquemontia* sp., *Jatropha molíssima*, *Lantana camara*, *Manihot dichotoma*, *Merremia aegyptia*, *Portulacaceae* sp., *Oxalis divaricata*, *Pavonia cancellata*, *Pilosocereus pachycladus*, *Pityrocarpa moniliformis*, *Psidium guajava* L., *Ricinus communis* L., *Rubiaceae* sp. 2, *Ruellia asperula*, *Senna* sp. e *Sida galheirensis* só estiveram presente no apiário de Assú, enquanto que as amostras de *Bauhinia longifolia*, *Cardiospermum corindum*, *Chamaecrista rotundifolia*, *Cordia oncocalyx*, *Eucalyptus* sp., *Pityrocarpa moniliformis*, *Poincianella bracteosa*, *Scoparia dulcis*, *Senegalia polyphylla*, *Sida* sp., *Spondias tuberosa*, *Talinum triangulare* e *Triumfetta rhomboidea* foram obtidas em amostras de Mossoró.

Gráfico 8– Frequência relativa dos tipos polínicos retidos nos coletores de colmeias de *Apis mellifera* localizadas em Assú no período de 02 de fevereiro a 08 de junho de 2015.

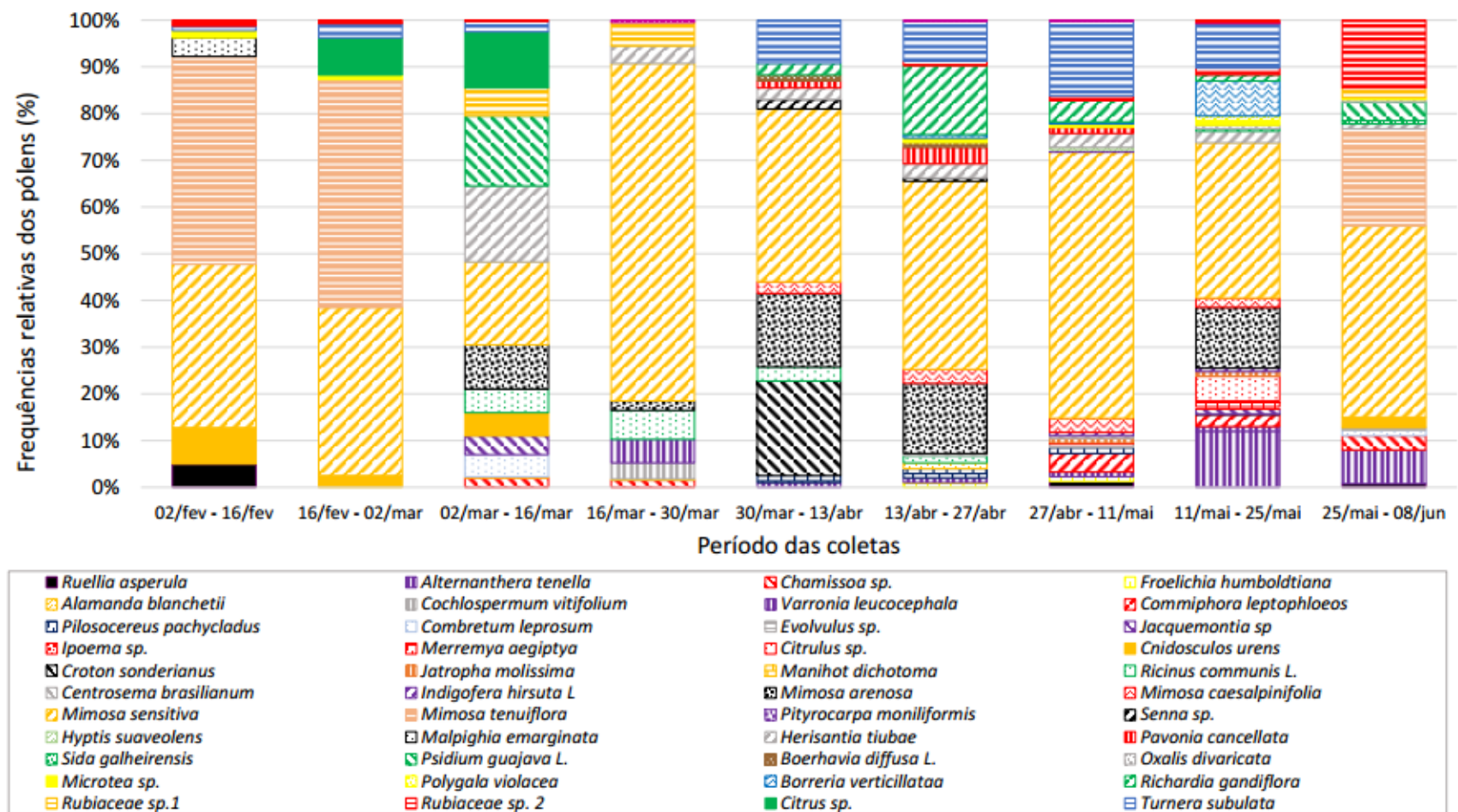
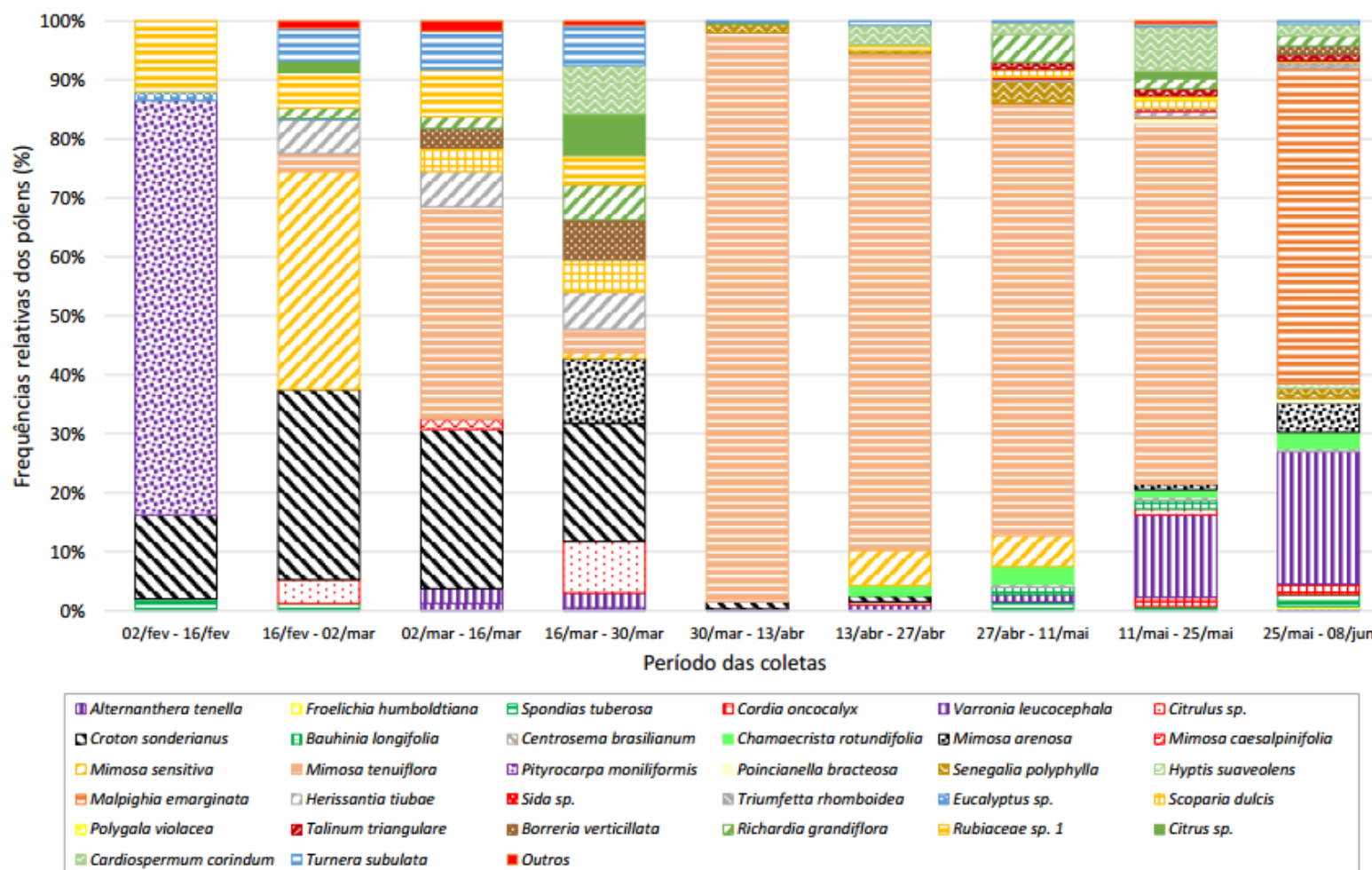


Gráfico 9 – Frequência relativa dos tipos polínicos retidos nos coletores de colmeias de *Apis mellifera* localizadas em Mossoró no período de 02 de fevereiro a 08 de junho de 2015.



O gráfico 10 e 11 apresentam que, entre 08 de junho a 12 de outubro de 2015, com excessão da *Alternanthera tenellan*, *Anacardium occidentale* L., *Anadenanthera colubrina*, *Borreria verticillata*, *Citrus* sp., *Libidibia ferrea*, *Malpighia emarginata*, *Mangifera indica* L., *Mimosa tenuiflora*, *Psidium guajava* L., *Richardia grandiflora*, *Rubiaceae* sp. 1 e *Waltheria* sp. que foram coletadas nos dois apiários, os demais tipos polínicos foram diferentes entre os apiários (Assú: *Aspidosperma pyrifolium*, *Chamaecrista pilosa*, *Chamissoa* sp., *Citrulus* sp, *Cochlospermum vitifolium*, *Combretum leprosum*, *Copernicia prunifera*, *Evolvulus* sp., *Grevillea* sp., *Jatropha molíssima*, *Portulacaceae* sp., *Mimosa sensitiva*, *Pityrocarpa moniliformis*, *Rubiaceae* sp. 2, *Senna* sp., *Serjania* sp., *Spondias tuberosa* , *Talinum triangulare*, *Turnera cearenses* e *Waltheria* sp. Mossoró: *Ruellia asperula*, *Cardiospermum corindum*, *Centrosema brasilianum*, *Chamaecrista rotundifolia*, *Cnidosculos urens*, *Cordia oncocalyx*, *Eucalyptus* sp., *Froelichia humboldtiana*, *Herissantia tiubae*, *Mimosa arenosa*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Myracrodruon urundeuva*, *Poincianella bracteosa*, *Senegalia polyphylla*, *Spondias tuberosa*, *Talinum triangulare*, *Triumfetta rhomboidea* e *Varronia leucocephala*.

Gráfico 10– Frequência relativa dos tipos polínicos retidos nos coletores de colmeias de *Apis mellifera* localizadas em Assú no período de 08 de junho a 12 de outubro de 2015.

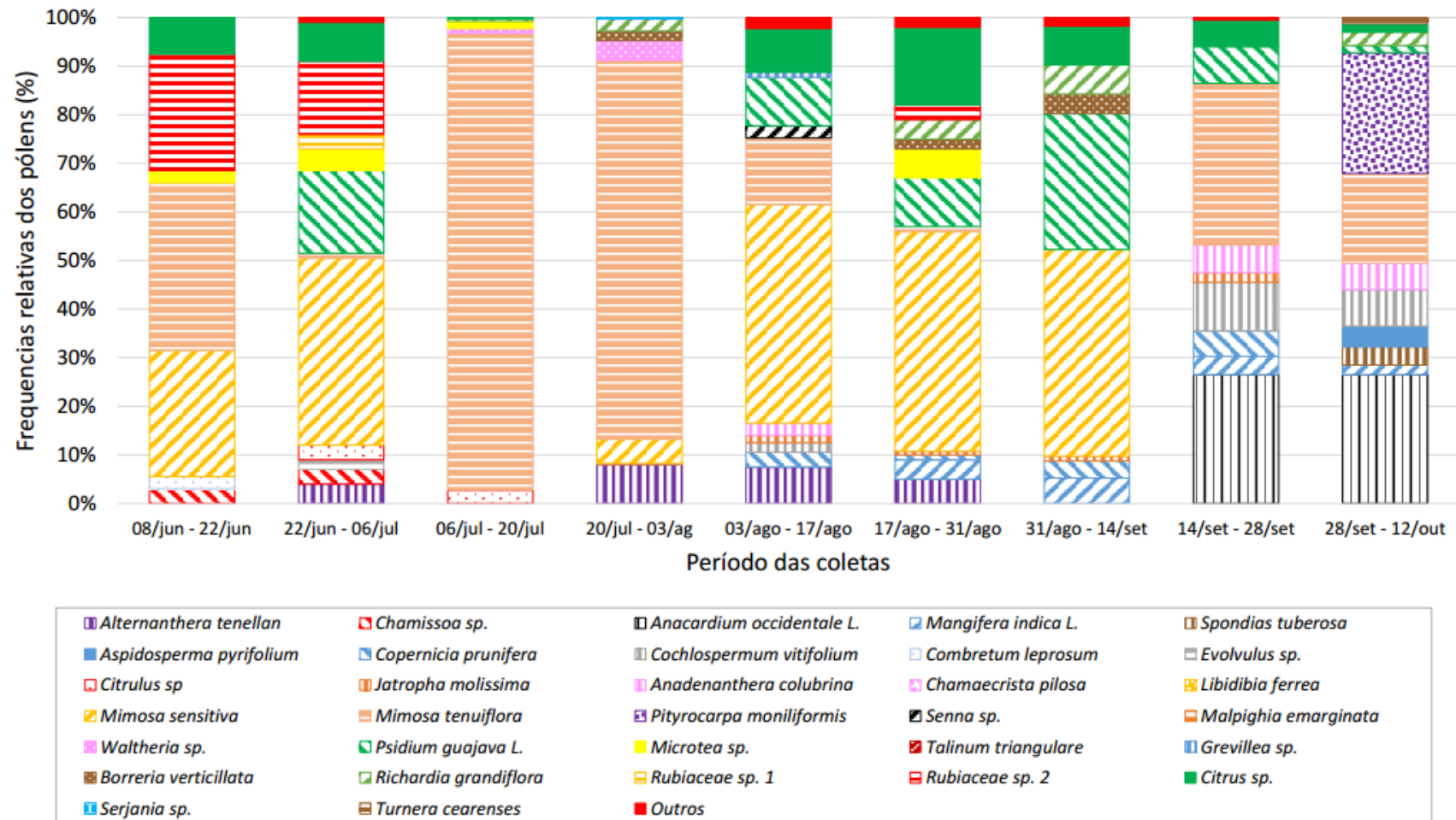
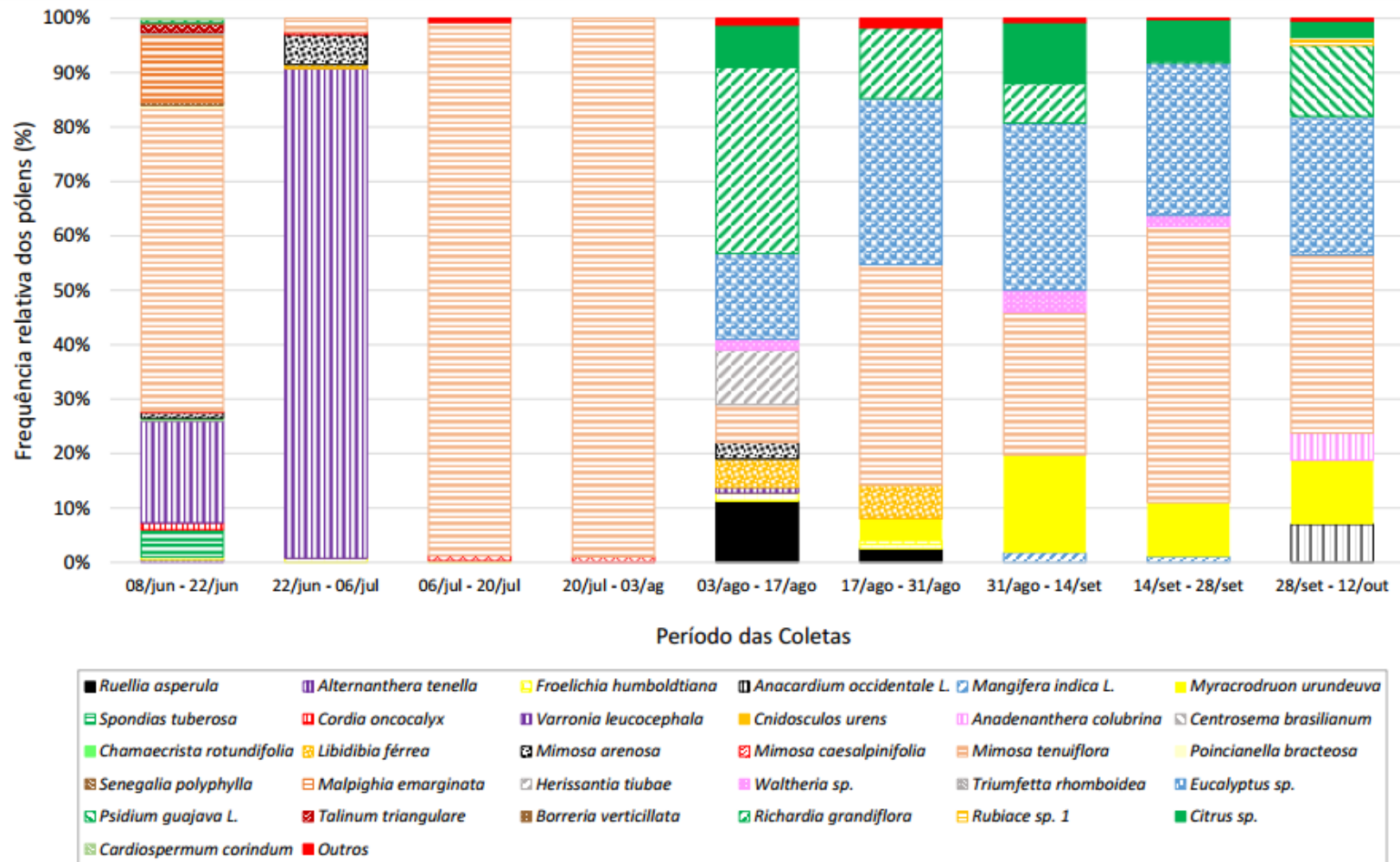


Gráfico 11– Frequência relativa dos tipos polínicos retidos nos coletores de colmeias de *Apis mellifera* localizadas em Mossoró no período de 08 de junho a 12 de outubro de 2015.



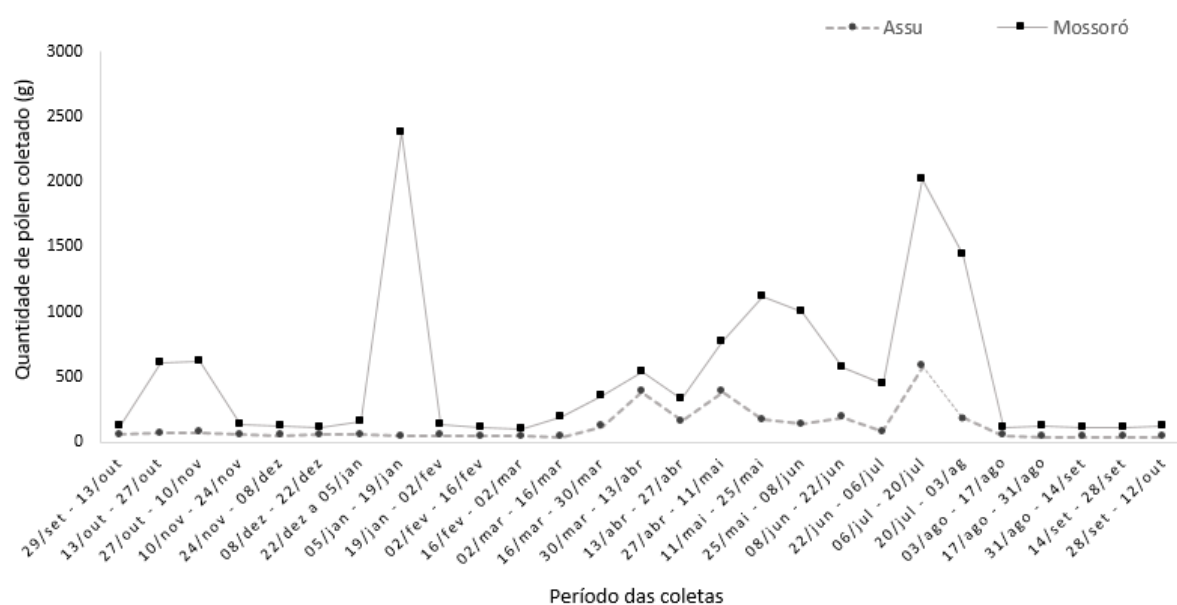
5.3 Produção de pólen apícola em Assú e Mossoró

No Gráfico 12 são apresentadas as oscilações dos pesos (gramas/quinzena) do pólen apícola “in natura” coletado nos apiários de Assú e Mossoró, no período de 29 de setembro de 2014 a 12 de outubro de 2015 (Apêndice E).

A produtividade anual do pólen apícola, ao longo do experimento, foi de 3.243,68 g para o total das amostras coletadas em Assú e de 10.711,03 g para o material coletado em Mossoró. Esses valores são baixos quando comparados aos obtidos em escala comercial. Alves e Nascimento (2013) estudando a projeção do pólen apícola no Ceará, na Serra de Meruoca, encontraram dados produtivos de 500g/colmeia/dia. Já Pereira (2015) identificou uma capacidade produtiva superior a 25.714 g g/colmeia/ano em apiários localizados em Sergipe e Bahia.

A diferença observada entre a produção da Fazenda Experimental Rafael Fernandes e da FLONA/Assú pode ter ocorrido devido a primeira área ser susceptível a várias perturbações antrópicas, como irrigação, podas, corte de árvores e plantio de espécies. Enquanto que na segunda a interferência humana é menor.

Gráfico 12 – Quantidade de grãos de pólen retida no coletor durante o período do experimento.



Os resultados demonstram que, para as amostras obtidas na FLONA, entre os meses de setembro até o início de março, a quantidade de pólen coletado na quinzena não

ultrapassou 75,69 g. Entre 16 de março a 03 de agosto houve uma maior entrada de pólen no coletor, exceto entre 22/06 à 06/07/15, onde foram coletadas 76,58 g. A partir do mês de agosto há novamente um declínio na produção, o qual se mantém até o final do experimento.

Diferente do que ocorreu na FLONA, a quantidade do material coletado na Fazenda da UFERSA apresentou grandes oscilações ao longo do experimento (Gráfico 2). Na primeira quinzena de outubro de 2014 foram obtidos 65,94 g, seguidos de dois picos de entrada de pólen superiores a meio quilo com prevalência do tipo polínico *Mimosa tenuiflora*. Posteriormente, houve um declínio na produção, onde a quantidade de pólen retida não ultrapassou 76,27 g/quinzena. Em meados de janeiro, ocorreu um novo pico de 2.339,05 g, novamente com predomínio da *Mimosa tenuiflora*. Ainda no final desse mesmo mês houve uma queda na produção. O crescimento retornou em março, período chuvoso, o qual se manteve, na maior parte do tempo, até o início de agosto, quando então, as frações coletadas não ultrapassaram 85,81 g/quinzena até o final do experimento. De maneira geral, com vinda do período chuvoso observou-se que a quantidade de pólen coletado e a diversidade polínica aumentaram.

De acordo com Viana e Kleinert (2005) a disponibilidade de recursos florais parece ser o principal fator regulador da atividade de vôo das abelhas ao longo do ano, ou seja, quanto menos recursos florais disponíveis, menor a quantidade de pólen coletado. Além disso, o desenvolvimento da colmeia e as condições climáticas também podem influenciar na queda da quantidade de pólen coletada (MODRO, 2006).

Observou-se que no período chuvoso foi recolhida uma maior quantidade de pólen. Em Assú, esse percentual equivaleu a 77 % e em Mossoró, 60 % (Gráfico 13 e gráfico 14). As precipitações possibilitam o crescimento de um extrato herbáceo que se mostra importante na diversificação da dieta das abelhas (DUTRA, 2011). Flutuações na oferta de pólen ao longo dos meses do ano são muito frequentes pois os fluxos polínicos costumam ser sazonais (KELLER, 2005).

Gráfico 13 – Distribuição relativa do pólen coletado no apiário experimental de Assú/RN no período da amostragem.

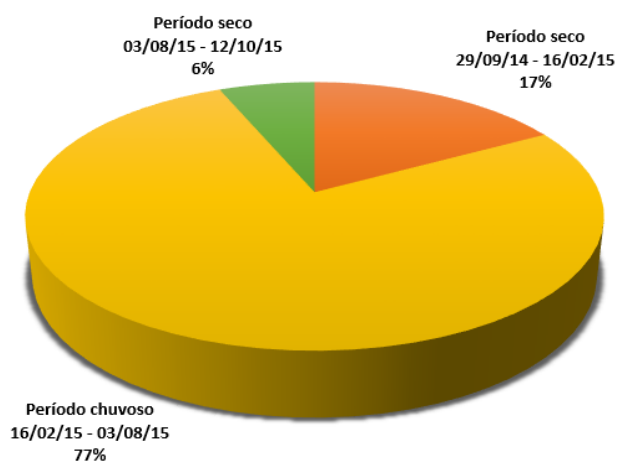
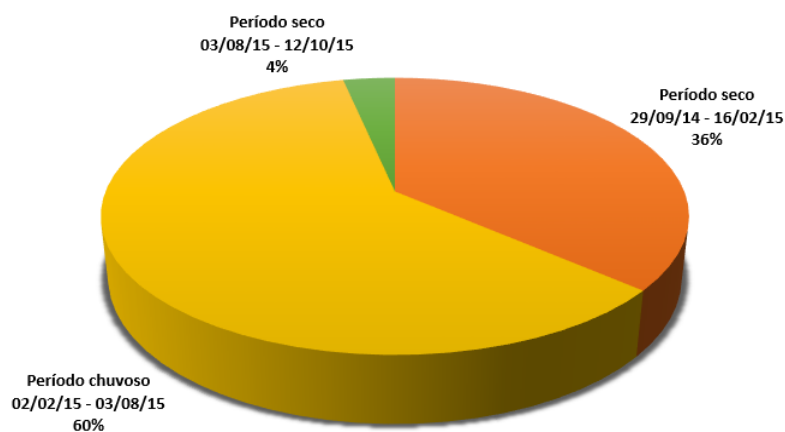


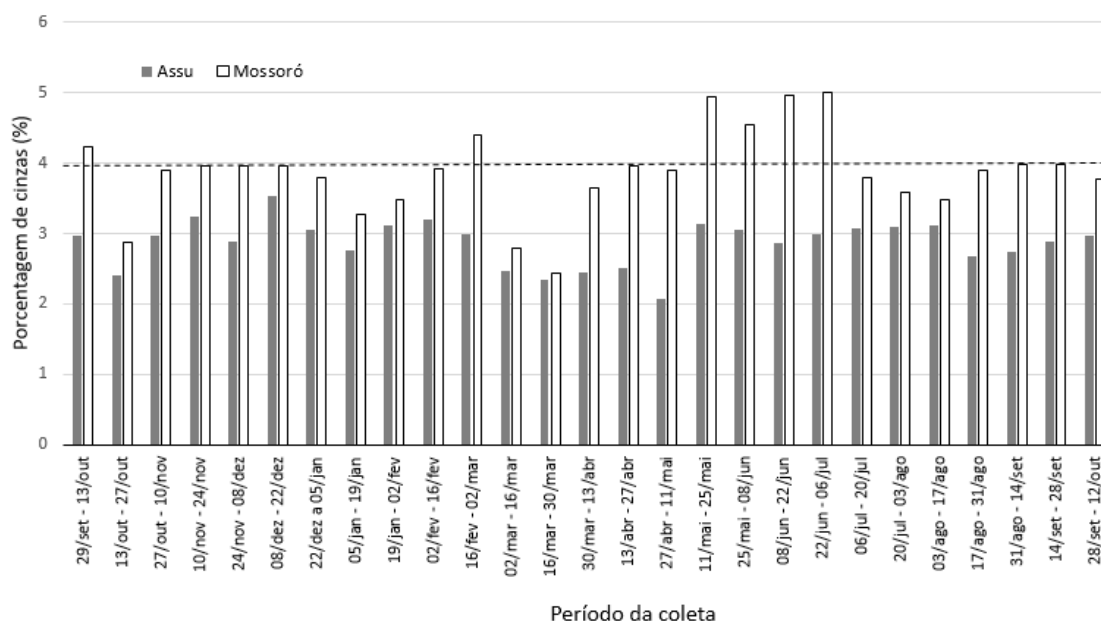
Gráfico 14 – Distribuição relativa do pólen coletado no apiário experimental de Mossoró/RN no período da amostragem.



5.4 Composição físico-química das amostras de pólen apícola

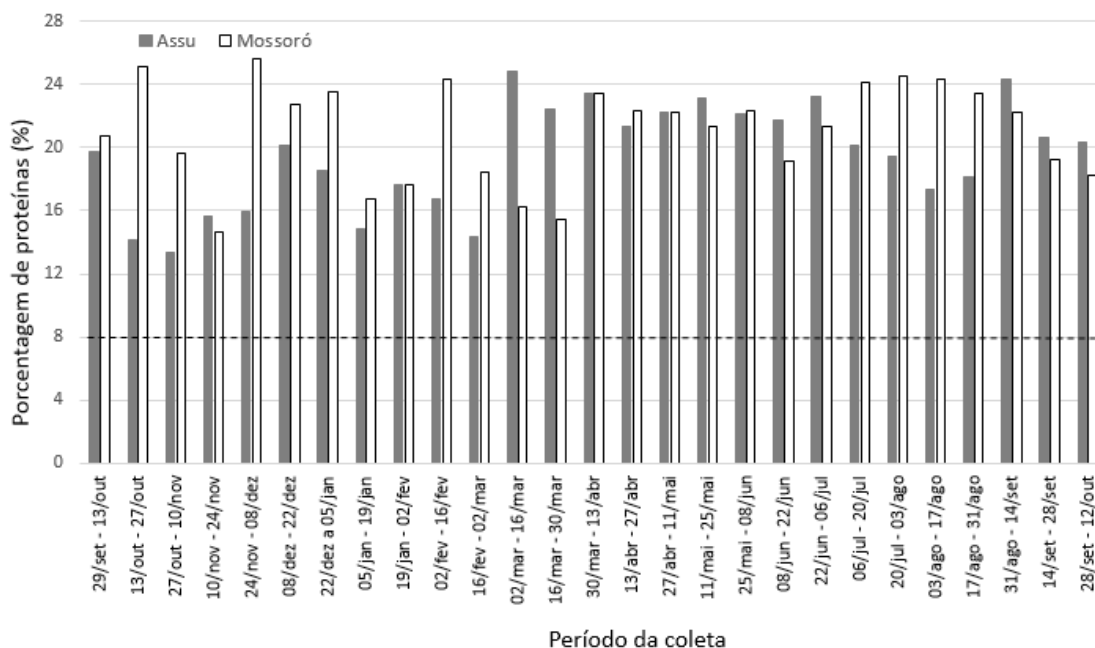
Para uma melhor visualização dos dados, os resultados da composição nutricional (cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos) para as 54 amostras quinzenais de pólen apícola coletadas nos apiários experimentais localizados em Assú/RN e Mossoró/RN foram agrupados por tipo de análise para ambas as localidades estudadas, juntamente com os limites determinados pela legislação brasileira, e apresentados na forma de gráficos (Gráfico 15 a 18). No Apêndice F encontram-se a descrição desses valores, assim como os teores preconizados pelas legislações brasileira, argentina, francesa, russa e suíça, para fins de verificar quanto à adequação.

Gráfico 15 – Resultados obtidos para cinzas das amostras coletadas de pólen apícola em Assú/RN e Mossoró/RN no período de 29 de setembro de 2014 a 12 de outubro de 2015.



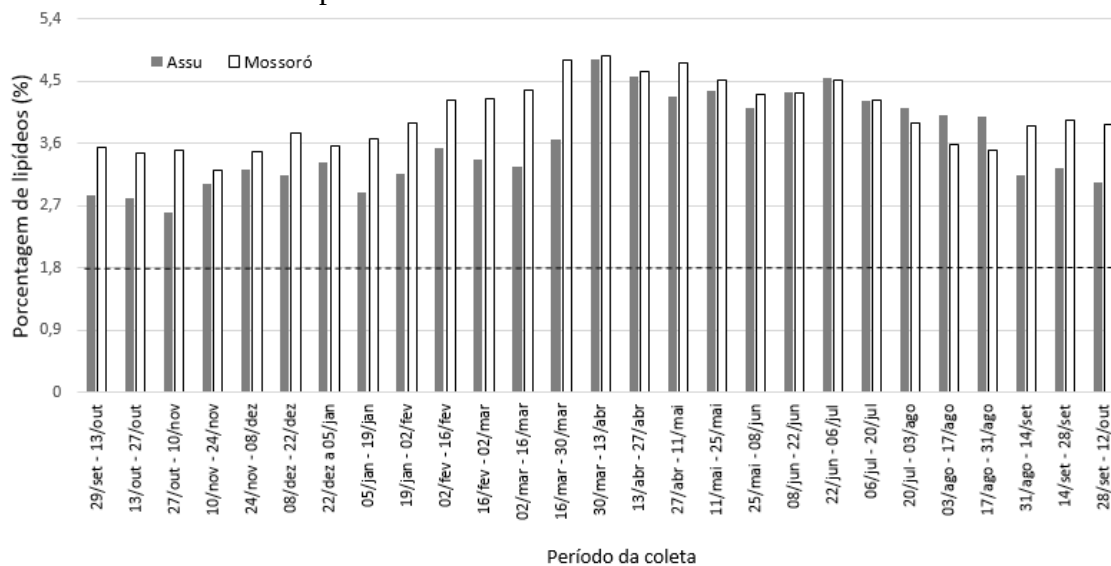
----- Limite máximo de 4% estabelecido pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2001).

Gráfico 16 – Resultados obtidos para proteína das amostras coletadas de pólen apícola em Assú/RN e Mossoró/RN no período de 29 de setembro de 2014 a 12 de outubro de 2015.



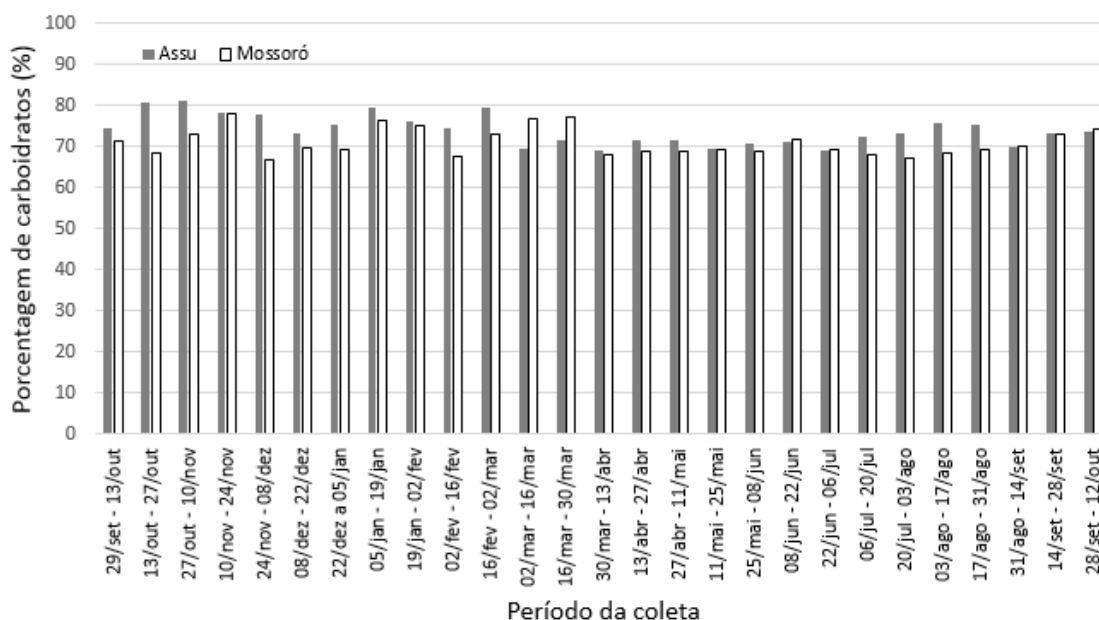
----- Limite mínimo de 8% estabelecido pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2001).

Gráfico 17 – Resultados obtidos para lipídeos das amostras coletadas de pólen apícola em Assú/RN e Mossoró/RN no período de 29 de setembro de 2014 a 12 de outubro de 2015.



----- Limite mínimo de 1,8 % estabelecido pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2001).

Gráfico 18 – Resultados obtidos para carboidratos das amostras coletadas de pólen apícola em Assú/RN e Mossoró/RN no período de 29 de setembro de 2014 a 12 de outubro de 2015.



Pelos resultados apresentados, as maiores frações encontradas foram para os teores de carboidratos e proteínas e as menores para cinzas e lipídeos. Esse perfil nutricional é semelhante à maioria dos estudos desenvolvidos sobre o pólen apícola, que apresenta índices centesimais com grandes variações, em decorrência da diversidade de contribuições florísticas. Salienta-se que grande parte dos estudos apresenta dados para amostras multiflorais, ou seja, são originários de locais com diversidade de vegetação (PEREIRA, 2015).

Comparando os dados dos dois apiários, as variações dos teores de cinzas e proteínas foram maiores nas amostras de Assú, enquanto que os índices de lipídeos e carboidratos apresentaram maiores intervalos nos pólen obtidos em Mossoró.

De forma geral, os resultados deste estudo, estão em concordância com a Instrução Normativa nº 3/2001 que estabelece os seguintes valores para a comercialização de pólen no Brasil: teores máximo de 4 % de cinzas, mínimo de 1,8 % de lipídeos e mínimos de 8 % de proteína (BRASIL, 2001). Todavia, os teores das cinzas de 06 amostras (M1, M11, M17, M18, M19 e M20) de pólen coletadas na Fazenda Experimental da UFERSA estão acima do previsto na legislação brasileira, argentina e russa. No entanto, esses mesmos valores estavam em conformidade com a regulamentação francesa e suíça.

Baldi et al. (2004) relatam que amostras contaminadas por solo tendem a apresentar um maior teor de cinzas. Pereira (2015) enfatiza a necessidade de revisar a legislação brasileira em virtude dos vários estudos sobre o pólen apícola que demonstram divergências regionais quanto as características físico-químicas. Também sugere, que o ideal seria construir regulamentações que levassem em conta as características de cada região.

Ainda sobre o conteúdo de cinzas, esse variou de $2,08 \pm 0,18$ a $3,53 \pm 0,12$ % para o pólen coletado em Assú e de $2,43 \pm 0,05$ a $5,00 \pm 0,16$ %, para o material colhido de Mossoró. Esses resultados encontrados estão próximos aos obtidos por Nogueira et al. (2012) que identificaram os valores de cinzas entre 0,50 a 3,16 % em amostras originárias de Portugal. Arruda (2013) reporta o teor de cinzas mínimo de 1,94 % e máximo de 4,61 % em amostras oriundas de vários Estados do Brasil, enquanto que Sattler et al. (2015) identificaram uma oscilação menor, entre 1,10 a 2,70 %. Lilek et al. (2015) acharam valores variando entre 1,30 a 2,80 % e Melo (2015) encontrou teores de 1,90 a 3,80 %. A maior porcentagem de cinzas foi identificada nesse estudo, 5 % na amostra quinzenal, sendo que Arruda (2013) encontrou uma fração aproximada, 4,61 %.

Sommerville (2005) enfatiza que grandes quantidades de minerais presentes no pólen tendem a inibir a produção das crias. Valores superiores a 8 % comprometem o desenvolvimento da colônia. Portanto, pode-se dizer que todas as amostras coletadas apresentam concentrações de cinzas em níveis aceitáveis ao bom desenvolvimento das abelhas.

Depois dos carboidratos, a proteína foi a fração mais encontrada no material estudado, um dos componentes mais significativo no contexto comercial, devido a sua relação direta com a produção de suplementos alimentares e nutrição humana (SZCZESNA, 2006). O teor de proteína do pólen ficou compreendida entre $13,33 \pm 0,10$ a $24,81 \pm 0,15$ % e $14,63 \pm 0,06$ a $25,59 \pm 0,12$ % para os apiários localizados na FLONA e Fazenda Experimental Rafael Fernandes, respectivamente, superando os valores mínimos preconizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2001).

Valores bem próximos (12,50 a 25,15 % ; 13,00 a 22,90 % e 12,30 a 26,80 %) foram identificados nos trabalhos de Nogueira et al. (2012), Lilek et al. (2015) e Sattler et al. (2015). Já Melo (2015) encontrou valores inferiores (7,90 %) e superiores (33,90 %) de proteínas. Arruda (2013) relata percentuais mínimos de proteínas de 17,73 % e máximos de 34,73 %. Di Pasquale et al. (2013) estudou a importância de fontes proteicas encontradas no pólen apícolas e conclui que quanto maior o teor de proteína melhor o controle de enfermidades na colmeia, favorecendo a uma resposta imune mais eficiente.

Sobre os índices de lipídeos, o material coletado em Assú/RN apresentou uma concentração variando entre $2,60 \pm 0,20$ a $4,82 \pm 0,32$ %, enquanto que o proveniente de Mossoró teve um intervalo de $3,21 \pm 0,21$ a $4,86 \pm 0,03$ %. Sattler et al. (2015) identificou valores inferiores a esses (0,4%) em amostras de pólen originados do estado do Paraná. Enquanto que Arruda (2013), Lilek et al. (2015) e Melo (2015) encontraram percentuais máximos de lipídeos de 10,96, 12,30 e 13,50 %, respectivamente, para o material proveniente do Estados de Bahia, da Eslovênia e do estado do Rio Grande do Sul. O estudo de Nogueira et al. (2012) apresentou valores próximos (1,78 a 6,55 %) aos valores de lipídeos identificados neste trabalho.

Observou-se que o carboidrato total foi o componente majoritário nas amostras de pólen apícola. O teor desses compostos variou entre 69,25 – 81,11 % e 66,97 – 78,21 % para os pólenes coletados nos apiários de Assú e Mossoró, respectivamente. Valor semelhante (69,68 - 84,25 % e 54,94 - 82,83 %) foi relatado por Nogueira et al. (2012) e por Melo (2015). Lilek et al. (2015) identificou valores entre 39,27 a 60,00 % de lipídeos em amostras de pólen. A porção do carboidrato no pólen está geralmente na forma de frutose, glicose, maltose e sacarose (RZEPECKA-STOJKO, 2015).

Na tabela 5 são apontadas as comparações dos resultados desse trabalho com os dados da literatura consultada, através da qual percebe-se, que os dados, de forma generalizada, são similares.

Tabela 5 – Teores de cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos (%) das 54 amostras coletadas e comparação com dados da literatura.

Parâmetros		Amostras Estudadas	Literatura				
			A	B	C	D	E
Cinzas	Mín	2,08	0,50	1,94	1,30	1,90	1,10
	Máx.	5,00	3,16	4,61	2,80	3,80	2,70
Proteínas	Mín.	13,33	12,50	17,73	13,00	7,90	12,30
	Máx.	25,59	25,15	34,73	22,90	33,90	26,80
Lipídeos	Mín.	2,60	1,78	3,35	4,50	3,10	0,40
	Máx.	4,86	6,55	10,96	12,30	13,50	7,10
Carboidratos	Mín.	66,97	69,68	- *	39,27	54,94	-
	Máx.	81,11	84,25	-	60,00	82,83	-

(A) Nogueira et al. (2012), amostras de Portugal.

(B) Arruda (2013), amostras dos Estados de Sergipe, Bahia, Rio Grande do Sul, São Paulo, Rio Grande do Norte, Santa Catarina, Mato Grosso e Espírito Santo.

(C) Lilek et al. (2015), amostras da Eslovênia.

- (D) Melo (2015), amostras dos Estados de Sergipe, Bahia, Rio Grande do Sul, São Paulo, Rio Grande do Norte, Paraná, Santa Catarina, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.
- (E) Sattler et al. (2015), amostras dos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná.
- * Não analisado;

A tabela 6 apresenta os resultados da variação para os parâmetros centesimais obtidos para as amostras de pólen apícola e a comparação entre as amostras pelo teste de Wilcoxon / Mann-Whitney e o Teste t – Student.

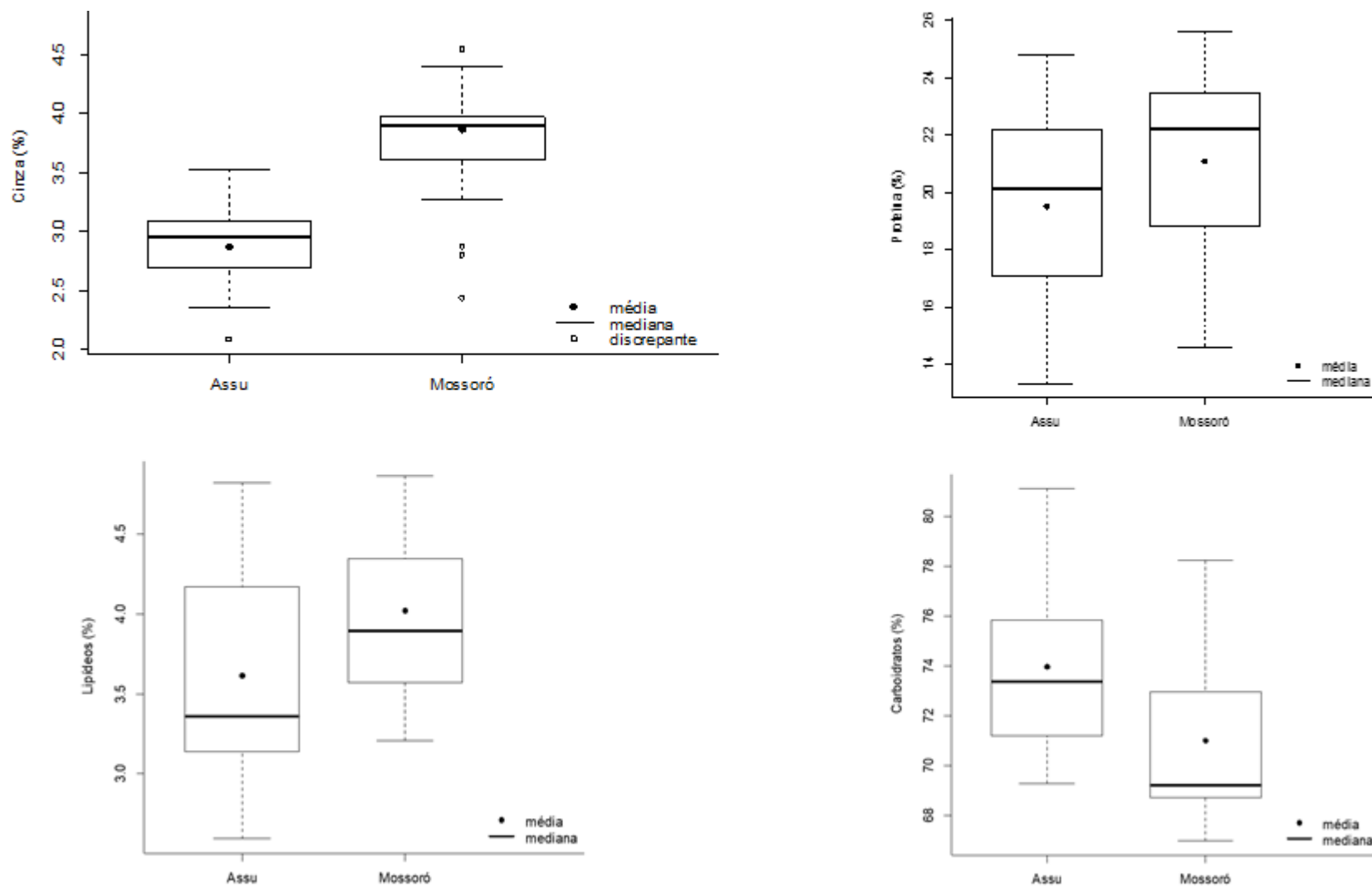
Tabela 6 – Valores da mediana, média, coeficiente de variação (CV) e significância (p) para as comparações dos parâmetros nutricionais cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos obtidos para as amostras de pólen apícola coletadas nos apiários localizados em Assú e Mossoró

Período de coleta	Cinzas	Proteínas	Lipídeos	Carboidratos
29/09/14	----- (%) -----			
a	-			
12/10/15				
	Assú			
Mediana	2,96	20,13	3,36	73,34
Média	2,87±0,06	19,47±0,64	3,61±0,12	73,95±0,70
CV (%)	11,28	17,13	17,67	4,91
	Mossoró			
Mediana	3,90	22,24	3,89	69,20
Média	3,87±0,11	21,08±0,61	4,02±0,09	71,00±0,65
CV (%)	15,70	14,96	11,81	4,72
Valor-p	< 0,0001 ⁽¹⁾	0,0769 ⁽²⁾	0,0106 ⁽²⁾	0,0013 ⁽¹⁾

(1) Teste Wilcoxon / Mann-Whitney, (2) Teste t – Student.

Pelos resultados apresentados na tabela 6, verifica-se que as amostras de ambas as localidades são significativamente diferentes ($p < 0,05$) para cinzas (Teste Wilcoxon / Mann-Whitney), lipídeos (Teste t – Student) e carboidratos (Teste Wilcoxon / Mann-Whitney). O pólen produzido em Mossoró apresentou maiores valores médios para cinzas ($3,87 \pm 0,11$), proteínas ($21,08 \pm 0,61$) e lipídeos ($4,02 \pm 0,09$). Enquanto que o valor médio de carboidratos ($73,95 \pm 0,70$) foi superior para o pólen coletado em Assú. As variações máximas foram verificadas nos teores de cinzas (CV = 15,70 %) das amostras da FLONA e de proteína (CV= 17,13 %), lipídeos (CV= 17,67 %) e carboidratos dos pólenes coletados na Fazenda Experimental Rafael Fernandes. Ainda no gráfico de cinzas, percebem-se valores discrepantes (Gráfico 19).

Gráfico 19 – Análises de cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos das amostras de pólen apícola coletados nos municípios de Assú e Mossoró/RN.



5.5 Compostos fenólicos totais, flavonoides e potencial antioxidante do pólen apícola

Os índices de compostos fenólicos totais (CFT), flavonoides (CFV) e atividade antioxidante (AA) foram organizados em gráficos para uma melhor visualização dos dados. Cada um dos gráficos compara as amostras coletadas de pólen apícola em Assú/RN e Mossoró/RN no período de 29 de setembro de 2014 a 12 de outubro de 2015. (Gráfico 20 a 22). No Apêndice G são apresentados os teores encontrados nas amostras analisadas.

Gráfico 20 – Resultados obtidos para os compostos fenólicos totais (mg GAE/g de pólen) das amostras coletadas de pólen apícola em Assú/RN e Mossoró/RN no período de 29 de setembro de 2014 a 12 de outubro de 2015.

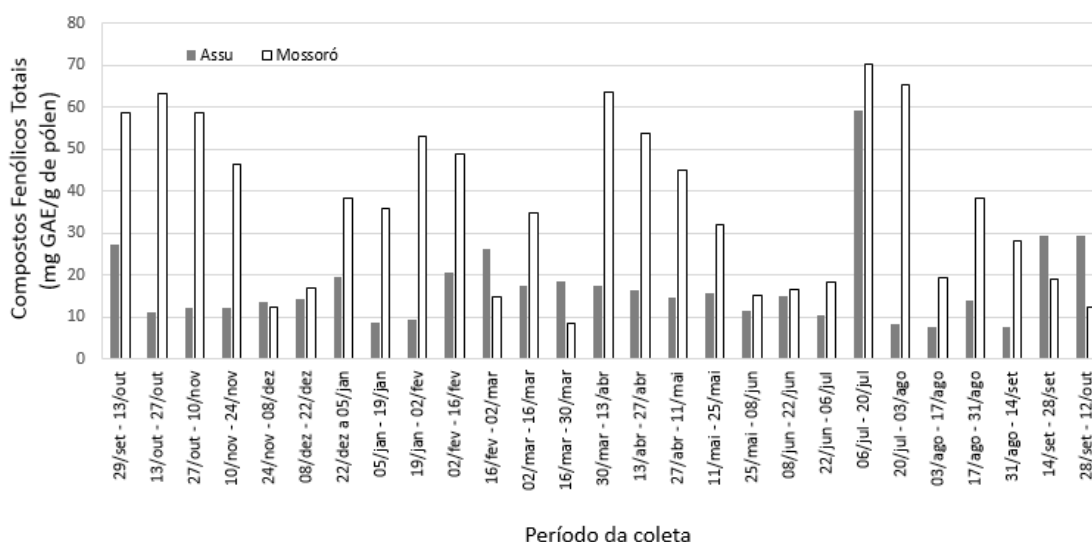


Gráfico 21 – Resultados obtidos para os flavonóides (mg de quercetina/g de pólen) das amostras coletadas de pólen apícola em Assú/RN e Mossoró/RN no período de 29 de setembro de 2014 a 12 de outubro de 2015.

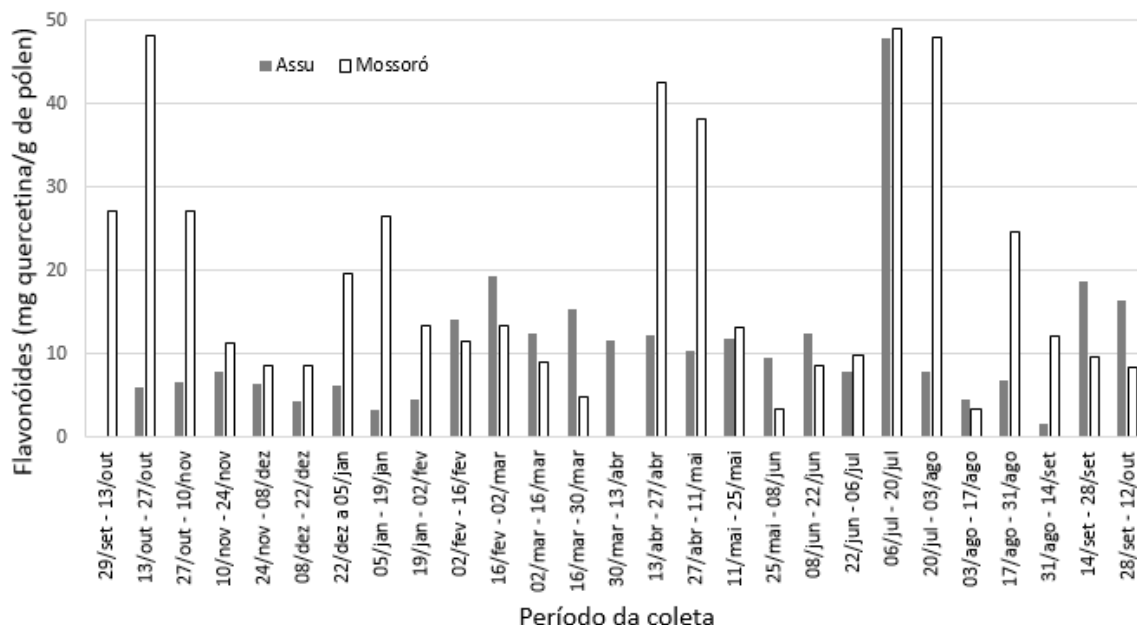
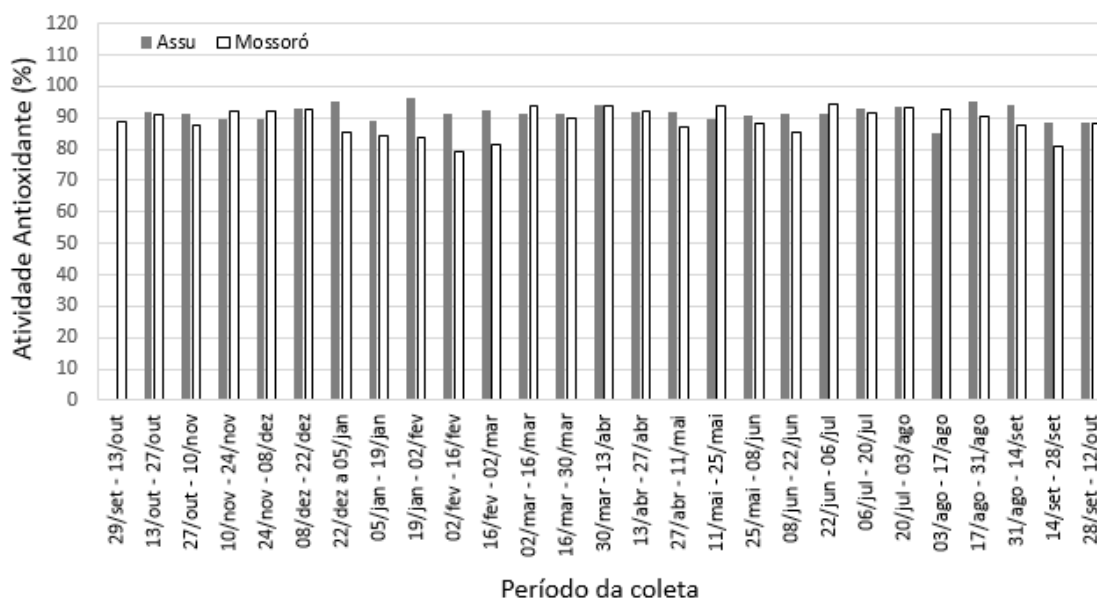


Gráfico 22– Resultados obtidos para a atividade antioxidante (%) para as amostras coletadas de pólen apícola em Assú/RN e Mossoró/RN no período de 29 de setembro de 2014 a 12 de outubro de 2015.



Pela análise dos resultados, constatou uma variação significativa nos teores dos CFT ao longo dos meses. As amostras coletadas em Assú e Mossoró oscilaram, respectivamente,

de $7,68 \pm 0,02$ mg a $59,11 \pm 0,16$ mg GAE/g (Média = $17,37 \pm 2,02$ mg GAE/g) e de $8,53 \pm 0,37$ mg a $70,31 \pm 0,29$ mg em GAE/g (Média = $36,60 \pm 3,77$ mg GAE/g).

Os teores de flavonóides totais expressos em mg de quercetina/g de pólen apícola variaram para as amostras coletadas na FLONA de $1,68 \pm 0,14$ mg a $47,90 \pm 0,15$ mg, com média de $11,10 \pm 1,67$ em mg de quercetina/g de pólen, enquanto que os índices encontrados para os pólenes apícolas obtidos na Fazenda Experimental foram de $3,44 \pm 0,14$ mg a $49,03 \pm 0,15$ mg, com média de $20,35 \pm 2,98$ em mg de quercetina /g de pólen. Esta diferença significativa no teor de flavonóides está relacionada com os tipos polínicos das amostras (MENEZES, 2010).

O teor mínimo de CFT foi encontrado na amostra de 31 de agosto a 14 de setembro de 2015 (A25), onde predominaram os pólenes *Mimosa sensitiva* e *Psidium guajava* L. O maior valor foi quantificado no material coletado entre 06 de julho a 20 de julho de 2015 (M21), aonde o pólen da *Mimosa tenuiflora* foi o principal identificado. Essas foram as mesmas amostras que apresentaram os menores e maiores índices de CFV.

Observa-se que os valores mínimos de fenóis totais encontrados neste estudo estão próximos dos identificados por Melo (2015). Já os teores máximos de polifenóis e os teores mínimos flavonóides assemelham-se aos constatados por Arruda (2013).

Carpes (2008) identificou em 36 amostras de pólen apícola de diferentes localidades da região sul do Brasil, um teor médio de 30,77 mg GAE/g de pólen, entretanto com uma variação menor (19,28 a 48,90 mg GAE/g de pólen). Para os valores de flavonoides constatou-se valores compreendidos entre 2,10 a 28,33 mg de quercetina/g.

Menezes (2010) em amostras de pólen apícola do estado da Bahia acharam valores entre 14,13 a 132,39 mg GAE/g de polen e 0,62 a 2,51 mg de quercetina/g para compostos fenólicos totais e flavonoides totais, respectivamente. Já Arruda (2013) ao analisar amostras de pólenes provenientes dos Estados de Sergipe, Bahia, Rio Grande do Sul, São Paulo, Rio Grande do Norte, Santa Catarina, Mato Grosso e Espírito Santo encontraram resultados que oscilaram entre 12,60 e 84,22 mg GAE/g para fenólicos totais e valores entre 1,90 a 36,85 mg de quercetina/g de pólen para flavonoides totais. Pascoal et al. (2014) ao avaliarem amostras produzidas em Portugal reportaram valores de 18,55 a 32,15 GAE/g de pólen apícola para fenóis totais e valores entre 3,71 e 10,14 mg de quercetina/g de pólen para flavonoides totais. Ulusoy e Kolayli (2014), destacam os teores de fenóis totais compreendidos entre 44,07 a 124,10 mg GAE/g para pólenes oriundos da Turquia. Nesse mesmo sentido, Melo (2015) avaliou amostras dos Estados de Sergipe, Bahia, Rio Grande do Sul, São Paulo, Rio Grande

do Norte, Paraná, Santa Catarina, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e identificou valores entre 6,48 a 29,24 mg GAE/g e 0,35 a 17,49 mg de quercetina/g para CFT e CFV, respectivamente.

Na tabela 7 são apontadas as comparações dos resultados desse trabalho com os dados da literatura consultada.

Tabela 7 – Índice de compostos fenólicos totais, flavonoides e atividade antioxidante das 54 amostras coletadas e a comparação dos dados com os da literatura.

Parâmetros		Amostras Estudadas	A	B	Literatura			
					C	D	E	F
Fenóis totais (mg GAE/g)	Mín.	7,68	19,28	14,31	12,60	18,55	44,07	6,48
	Máx.	70,31	48,90	132,39	84,22	32,15	124,10	29,24
Flavonóides (mg QE/g)	Mín.	1,68	2,10	0,62	1,90	3,71	-	0,35
	Máx.	49,03	28,33	2,51	36,85	10,14	-	17,49
Atividade antioxidante (%)	Mín.	78,96	-	37,94	-	33,20	-	-
	Máx.	96,42	-	93,21	-	66,90	-	-

(A) Carpes (2008), amostras dos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Pará.

(B) Menezes (2010), amostras do Estado da Bahia.

(C) Arruda (2013), amostras dos Estados de Sergipe, Bahia, Rio Grande do Sul, São Paulo, Rio Grande do Norte, Santa Catarina, Mato Grosso e Espírito Santo.

(D) Pascoal et al. (2014), amostras de Portugal.

(E) Ulusoy e Kolayli (2014), amostras da Turquia.

(F) Melo (2015), amostras dos Estados de Sergipe, Bahia, Rio Grande do Sul, São Paulo, Rio Grande do Norte, Paraná, Santa Catarina, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

Avaliando a atividade antioxidante dos extratos hidroalcoólico do pólen apícola observa-se que os teores quantificados para as amostras oriundas do apiário de Assú foram de 82,43 a 96,42 % e para o apiário de Mossoró/RN de 78,96 a 94,37 %. Essa relevante atividade antioxidante nas amostras em extrato alcoólico, pode ser explicada devido à presença dos compostos fenólicos, uma vez que Leja et al. (2007) e Menezes (2010) constataram uma correlação positiva entre a atividade antioxidante e o teor de constituintes fenólicos.

Menezes (2010), utilizando-se da técnica do DPPH, encontrou grande oscilação quanto à atividade antioxidante nas amostras analisadas, variando de 37,94 a 93,21 %. Já Pascoal et al. (2014), também usando o método do DPPH, identificou atividade antioxidante nos extratos de pólen com variabilidade de 33,20 a 66,90 %. Os valores mínimos de atividade antioxidante encontrados neste estudo, encontram-se acima do limite inferior dos apresentados em outros trabalhos.

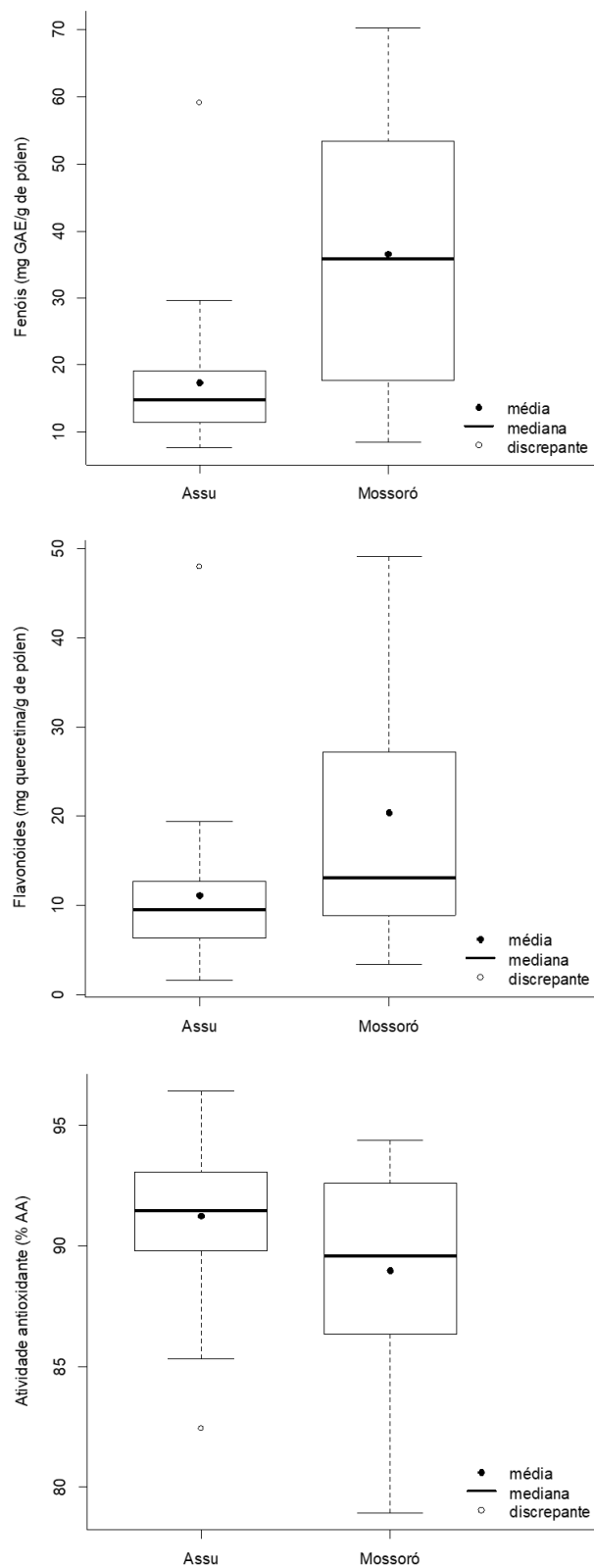
Tabela 8 – Valores da mediana, média, coeficiente de variação (CV) e significância (p) para as comparações dos teores dos compostos fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante encontrados nas amostras de pólen apícola coletadas nos apiários localizados em Assú e Mossoró/RN.

Período de coleta 29/09/14 a 12/10/15	Compostos fenólicos (mg GAE/ g de pólen)	Flavonoides (mg quercetina/g de pólen)	Atividade antioxidante (% AA)
Assú			
Mediana	14,78	9,55	91,44
Média	17,37±2,02	11,10±1,67	91,24±0,57
CV (%)	60,36	78,42	3,24
Mossoró			
Mediana	35,83	13,14	89,59
Média	36,60±3,77	20,35±2,98	88,98±0,84
CV (%)	53,50	76,04	4,91
Valor-p	0,0001 ⁽¹⁾	0,0169 ⁽¹⁾	0,0303 ⁽²⁾

(1) Teste Wilcoxon / Mann-Whitney, (2) Teste t – Student.

As análises dos compostos bioativos e atividade antioxidante do pólen coletado pelas abelhas, nos dois locais, apresentaram médias diferentes ($p < 0,05$) (Tabela 8). No apiário da FLONA houve maior variabilidade para os teores dos CFT (60,36 %) e CFV (78,42 %) do que no apiário experimental localizado na Fazenda Experimental Rafael Fernandes da UFERSA. Entretanto, a oscilação encontrada para os valores da atividade antioxidante foi maior para as amostras coletadas em Mossoró (4,91 %) do que o da outra localidade. Segundo Modro et al. (2007) este resultado, possivelmente, está relacionado às características florais inerentes de cada apiário. Nos gráficos box – plot (Gráfico 23), observam-se valores discrepantes para as três variáveis analisadas: compostos fenólicos totais, compostos flavonoides e atividade antioxidante, indicando variações nas concentrações desses parâmetros ao longo do experimento.

Gráfico 23 – Análises de compostos fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante das amostras de pólen apícola coletados nos municípios de Assu e Mossoró/RN.



5.6 Ocorrência dos tipos polínicos *Anacardium occidentale* L. e da *Mimosa tenuiflora* nas amostras e sua relação com os teores de cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos, compostos fenólicos totais, flavonóides e atividade antioxidante ao longo do experimento

A tabela 9 apresenta os índices de cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos em amostras com ocorrência do tipo polínico *Anacardium occidentale* L. e *Mimosa tenuiflora*. Das 54 amostras coletadas, foram encontradas 17 amostras que possuíam pólen de caju com frequência variando de 1,00 a 94,25 %, e 33 amostras apresentavam pólen originário da jurema preta com a frequência oscilando de 0,50 a 99,00 %. Destaca-se que na amostra M7 o pólen de caju representou 94,25 % dos tipos polínicos, enquanto as amostras M2 (98,75 %), M14 (96,50 %), M21 (98,00 %), M22 (99,00 %) e A21 (94,00 %) apresentaram percentuais de participação da jurema-preta superiores a 90 %.

Os valores encontrados de cinzas nas amostras com ocorrência da *Anacardium occidentale* L. variaram de $2,41 \pm 0,01$ (frequência (f) = 46,50 %) a $4,23 \pm 0,40$ % (f = 22,50 %), enquanto que os índices de proteínas apresentaram intervalos de $13,33 \pm 0,10$ (f = 40,50 %) a $25,59 \pm 0,12$ % (f = 56,00 %), os teores de lipídeos oscilaram de $2,60 \pm 0,20$ (f = 40,50 %) a $3,89 \pm$ % (f = 19,25 %) e carboidratos de $66,97 \pm 1,30$ (f = 56,00 %) a $81,11 \pm 0,55$ % (f = 40,50 %). Nas amostras com evidência da *Mimosa tenuiflora*, os teores de cinzas oscilaram entre $2,43 \pm 0,05$ (f = 4,00 %) a $5,00 \pm 0,16$ % (f = 2,50 %), proteínas entre $14,36 \pm 0,60$ (f = 48,75 %) a $25,17 \pm 0,14$ % (f = 98,75 %), lipídeos entre $3,02 \pm 0,10$ (f = 0,50 %) a $4,86 \pm 0,03$ % (f = 96,50 %) e carboidratos entre $67,17 \pm 0,22$ (f = 99,00 %) a $79,29 \pm 0,10$ % (f = 48,75 %).

Ketkar et al. (2014) avaliou o valor nutricional do pólen apícola monofloral da mostarda indiana e quantificou $18,22 \pm 5,9$ % de proteína, $13,77 \pm 6,8$ % de lipídeos e $56,06 \pm 17,4$ % de carboidratos. O pólen foi considerado uma fonte rica de nutrientes com alto valor calórico. Moura (2014) analisou o pólen monofloral do coqueiro e quantificou 33,48% proteína bruta, 6,61% de extrato etéreo e 3,28% de cinzas.

Tabela 9 - Valores de cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos em amostras com ocorrência do tipo polínico *Anacardium occidentale* L. e *Mimosa tenuiflora*

Amostra	<i>Anacardium occidentale</i> L.	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Cinzas	Proteínas	Lipídeos	Carboidratos
	----- (%) -----					
A1	65,25	-	2,96 ± 0,02	19,78 ± 0,15	2,85 ± 0,17	74,41 ± 0,20
A2	46,50	-	2,41 ± 0,01	14,17 ± 0,18	2,80 ± 0,11	80,61 ± 0,20
A3	40,50	-	2,96 ± 0,00	13,33 ± 0,10	2,60 ± 0,20	81,11 ± 0,55
A4	8,75	0,50	3,25 ± 0,00	15,63 ± 0,20	3,02 ± 0,10	78,10 ± 0,14
A5	14,50	-	2,89 ± 0,00	15,99 ± 0,50	3,23 ± 0,50	77,89 ± 0,21
A6	6,00	-	3,53 ± 0,12	20,13 ± 0,10	3,14 ± 0,11	73,19 ± 0,30
A7	6,00	-	3,05 ± 0,30	18,49 ± 0,14	3,32 ± 0,34	75,14 ± 1,10
A10	-	44,50	3,20 ± 0,10	16,79 ± 0,12	3,54 ± 0,30	74,47 ± 0,70
A11	-	48,75	2,98 ± 0,20	14,36 ± 0,60	3,36 ± 0,71	79,29 ± 0,10
A18	-	20,75	3,05 ± 0,14	22,15 ± 0,15	4,11 ± 0,04	70,68 ± 0,00
A19	-	34,50	2,86 ± 0,15	21,77 ± 0, 81	4,34 ± 0,30	71,02 ± 0,34
A20	-	1,00	2,98 ± 0,11	23,21 ± 0,14	4,54 ± 0,14	69,26 ± 0,02
A21	-	94,00	3,07 ± 0,00	20,15 ± 0,34	4,22 ± 0,11	72,55 ± 0,19
A22	-	78,00	3,09 ± 0,19	19,44 ± 0,15	4,12 ± 0,05	73,34 ± 0,20
A23	-	13,75	3,11 ± 0,00	17,36 ± 0, 26	4,00 ± 0,60	75,52 ± 0,10
A24	-	1,00	2,67 ± 0,22	18,14 ± 0, 17	3,98 ± 0,07	75,20 ± 0,10
A26	26,50	33,25	2,88 ± 0,12	20,63 ± 0,01	3,25 ± 0,09	73,23 ± 0,16
A27	26,50	18,25	2,96 ± 0,00	20,36 ± 0,04	3,03 ± 0,29	73,64 ± 0,86
M1	22,50	74,50	4,23 ± 0,40	20,74 ± 0,64	3,55 ± 0,33	71,48 ± 0,00
M2	1,00	98,75	2,87 ± 0,00	25,17 ± 0,14	3,47 ± 0,25	68,49 ± 0,26
M3	13,00	74,25	3,90 ± 0,15	19,62 ± 0,52	3,50 ± 0,03	72,98 ± 0,10
M4	21,50	0,50	3,95 ± 0,03	14,63 ± 0,06	3,21 ± 0,21	78,21 ± 0,24
M5	56,00	-	3,96 ± 0,17	25,59 ± 0,12	3,48 ± 0,11	66,97 ± 1,30
M6	45,00	-	3,96 ± 0,02	22,71 ± 0,00	3,76 ± 0,15	69,58 ± 0,50
M7	94,25	-	3,80 ± 0,00	23,50 ± 0,15	3,57 ± 0,16	69,14 ± 0,20
M8	26,00	40,75	3,28 ± 0,14	16,70 ± 0,00	3,67 ± 0, 32	76,35 ± 0,17
M9	17,25	-	3,48 ± 0,09	17,62 ± 0,20	3,89 ± 0,11	75,00 ± 0,22
M11	-	3,00	4,40 ± 0,58	18,47 ± 0,11	4,24 ± 0,12	72,90 ± 0,00
M12	-	36,00	2,80 ± 0,00	16,26 ± 0,18	4,37 ± 0, 14	76,57 ± 0,35
M13	-	4,00	2,43 ± 0,05	15,40 ± 0,10	4,80 ± 0,30	77,37 ± 0,12
M14	-	96,50	3,64 ± 0,03	23,38 ± 0,00	4,86 ± 0,03	68,12 ± 0,00
M15	-	84,25	3,95 ± 0,00	22,37 ± 0,11	4,64 ± 0,20	69,05 ± 0,15
M16	-	73,25	3,90 ± 0,11	22,27 ± 0,33	4,77 ± 0,16	69,06 ± 0,20
M17	-	61,25	4,95 ± 0,18	21,33 ± 0,26	4,52 ± 0,31	69,20 ± 0,23
M19	-	55,75	4,96 ± 0,19	19,12 ± 0,00	4,32 ± 0,16	71,60 ± 0,00
M20	-	2,50	5,00 ± 0,16	21,34 ± 0,15	4,51 ± 0,04	69,15 ± 0,80
M21	-	98,00	3,80 ± 0,02	24,16 ± 0,38	4,23 ± 0,19	67,82 ± 0,30
M22	-	99,00	3,58 ± 0,30	24,57 ± 0,11	3,89 ± 0,17	67,17 ± 0,22
M23	-	7,00	3,49 ± 0,07	24,37 ± 0,50	3,58 ± 0,06	68,56 ± 0,10
M24	-	40,50	3,89 ± 0,13	23,45 ± 0,14	3,51 ± 0,13	69,15 ± 0,26
M25	-	26,25	3,98 ± 0,06	22,24 ± 0,03	3,85 ± 0,17	69,93 ± 0,00
M26	-	50,75	3,98 ± 0,03	19,25 ± 0,21	3,94 ± 0,16	72,83 ± 0,12
M27	7,00	32,75	3,77 ± 0,00	18,24 ± 0, 31	3,88 ± 0,11	74,11 ± 0,46

Através do Coeficiente de Correlação de Spearman, foi verificado que os valores de proteínas apresentam correlação positiva ($r_s = 0,4296$) estatisticamente significativa ($< 0,05$) para o tipo polínico *Mimosa tenuiflora*. Também foi constatado que teores de carboidratos apresentam associação linear negativa ($r_s = -0,5005$) para o mesmo tipo polínico, sendo esses parâmetros, portanto, influenciados pela origem botânica. Os teores de cinzas e lipídeos não apresentaram relação com o pólen apícola da *Mimosa tenuiflora*, como também, não se observou nenhuma significância estatística entre as variáveis nutricionais e o *Anacardium occidentale* L. (Tabela 10).

Tabela 10 - Valores da correlação de Spearman entre o teor de cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos com a frequência dos tipos polínicos *Anacardium occidentale* L. e *Mimosa tenuiflora* nas amosras quinzenais.

	Coeficientes	<i>Anacardium occidentale</i> L.	<i>Mimosa tenuiflora</i>
Cinzas	r_s	0,2359	0,1530
	p -valor	0,2905	0,3953
Proteínas	r_s	0,1938	0,4296
	p -valor	0,3875	0,0126
Lipídeos	r_s	0,1481	0,1501
	p -valor	0,5290	0,4044
Carboidratos	r_s	-0,2169	-0,5005
	p -valor	0,3321	0,0030

A respeito da quantificação dos biocompostos, a tabela 11 expõe as composições de compostos fenólicos totais, flavonoides totais e atividade antioxidante em amostras presentes no pólen de caju e jurema-preta. O intervalo das concentrações dos polifenóis nas amostras de *Anacardium occidentale* L. foi de $11,23 \pm 0,22$ ($f = 46,50\%$) a $63,32 \pm 0,13$ ($f = 1,00\%$) mg GAE/g de pólen, enquanto que no pólen da *Mimosa tenuiflora* identificou-se valores de $7,78 \pm 0,54$ ($f = 13,75\%$) a $70,31 \pm 0,29$ ($f = 98,00\%$) mg GAE/g de pólen. Sobre os compostos flavonoides, os índices no para o *Anacardium occidentale* L. ficaram compreendidos entre $4,46 \pm 0,11$ ($f = 6,00\%$) a $48,16 \pm 0,22$ ($f = 1,00\%$) de mg quercetina/g de pólen e para o *Mimosa tenuiflora*, o intervalo foi de $3,44 \pm 0,19$ ($f = 7,00\%$) a $49,03 \pm 0,16$ ($f = 98,00\%$) de mg quercetina/g de pólen. Quanto a atividade antioxidante, o pólen do caju apresentou percentagens de $82,43 \pm 0,80$ a $95,13 \pm 0,75\%$, enquanto que os valores encontrados no pólen da jurema-preta foram de $81,12 \pm 0,17$ a $95,31 \pm 0,48\%$. O elevado potencial antioxidante

pode ter relação às estratégias de sobrevivência da planta em ambientes com elevado grau de estresse abiótico (FARDIN, 2014).

Tabela 11 – Teor de compostos fenólicos totais, flavonoides totais, e atividade antioxidante (DPPH) em amostras com ocorrência do tipo polínico *Anacardium occidentale* L. e *Mimosa tenuiflora*.

Amostra	<i>Anacardium occidentale L.</i>	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Compostos Fenólicos Totais	Compostos Flavonóides	Atividade Antioxidante
	----- (%) -----	----- (%) -----	(mg GAE/g de pólen)	(mg quercetina/ g de pólen)	(%)
A1	65,25	-	27,49 ± 1,10	12,72 ± 0,21	82,43 ± 0,80
A2	46,50	-	11,23 ± 0,22	5,93 ± 0,11	91,61 ± 0,46
A3	40,50	-	12,38 ± 0,41	6,57 ± 0,19	91,13 ± 0,38
A4	8,75	0,50	12,33 ± 0,00	7,81 ± 0,03	89,42 ± 0,29
A5	14,50	-	13,48 ± 0,20	6,42 ± 0,18	89,77 ± 0,70
A6	6,00	-	14,22 ± 0,11	4,46 ± 0,11	93,17 ± 0,88
A7	6,00	-	19,68 ± 0,14	6,21 ± 0,05	95,13 ± 0,75
A10	-	44,50	20,64 ± 0,16	14,23 ± 0,14	91,46 ± 0,38
A11	-	48,75	26,33 ± 0,31	19,35 ± 0,62	92,27 ± 1,43
A18	-	20,75	11,67 ± 0,19	9,55 ± 0,18	90,86 ± 0,28
A19	-	34,50	14,97 ± 0,05	12,56 ± 0,16	91,04 ± 0,88
A20	-	1,00	10,36 ± 0,08	7,87 ± 0,05	91,44 ± 1,43
A21	-	94,00	59,11 ± 0,16	47,90 ± 0,15	92,96 ± 0,81
A22	-	78,00	8,56 ± 0,11	7,90 ± 0,09	93,34 ± 1,67
A23	-	13,75	7,78 ± 0,54	4,56 ± 0,27	85,32 ± 0,12
A24	-	1,00	14,04 ± 0,16	6,79 ± 0,16	95,31 ± 0,48
A26	26,50	33,25	29,36 ± 0,07	18,64 ± 0,06	88,33 ± 0,39
A27	26,50	18,25	29,55 ± 0,11	16,48 ± 0,16	88,64 ± 0,37
M1	22,50	74,50	58,80 ± 0,28	27,17 ± 0,13	88,96 ± 0,65
M2	1,00	98,75	63,32 ± 0,13	48,16 ± 0,22	91,23 ± 0,94
M3	13,00	74,25	58,66 ± 0,03	27,15 ± 0,00	87,55 ± 1,22
M4	21,50	0,50	46,36 ± 0,09	11,31 ± 0,20	92,34 ± 0,13
M5	56,00	-	12,38 ± 0,93	8,61 ± 0,59	92,22 ± 0,49
M6	45,00	-	16,81 ± 0,62	8,59 ± 0,02	92,87 ± 0,16
M7	94,25	-	38,32 ± 0,19	19,61 ± 0,18	85,45 ± 0,13
M8	26,00	40,75	35,83 ± 1,73	26,61 ± 0,15	84,22 ± 1,27
M9	17,25	-	53,16 ± 0,00	13,38 ± 0,01	83,87 ± 0,67
M11	-	3,00	14,76 ± 0,11	13,37 ± 0,90	81,23 ± 0,63
M12	-	36,00	34,83 ± 0,00	9,14 ± 0,12	93,77 ± 0,44
M13	-	4,00	8,53 ± 0,37	4,92 ± 0,43	89,59 ± 0,16
M14	-	96,50	63,47 ± 0,28	48,94 ± 0,16	93,62 ± 0,84
M15	-	84,25	53,63 ± 0,00	42,51 ± 0,07	91,92 ± 0,19
M16	-	73,25	44,85 ± 0,07	38,08 ± 0,00	87,22 ± 0,91
M17	-	61,25	32,16 ± 0,02	13,14 ± 0,19	93,88 ± 0,55
M19	-	55,75	16,55 ± 0,31	8,68 ± 0,17	85,35 ± 0,74
M20	-	2,50	18,41 ± 0,04	9,82 ± 0,00	94,37 ± 0,43
M21	-	98,00	70,31 ± 0,29	49,03 ± 0,16	91,59 ± 0,18
M22	-	99,00	65,42 ± 0,03	48,03 ± 0,14	93,44 ± 0,39
M23	-	7,00	19,38 ± 0,28	3,44 ± 0,19	92,92 ± 0,22

(Continua)

Tabela 5 – Continuação...

Amostra	<i>Anacardium occidentale</i> L. ----- (%)	<i>Mimosa tenuiflora</i> -----	Compostos Fenólicos Totais (mg GAE/g de pólen)	Compostos Flavonóides (mg quercetina/g de pólen)	Atividade Antioxidante (%)
M24	-	40,50	38,29 ± 0,19	24,63 ± 0,00	90,39 ± 0,83
M25	-	26,25	28,26 ± 0,14	12,16 ± 0,10	87,62 ± 0,41
M26	-	50,75	19,20 ± 0,11	9,72 ± 0,18	81,12 ± 0,17
M27	7,00	32,75	12,45 ± 0,39	8,35 ± 0,02	88,37 ± 0,52

Houve correlação positiva ($r_s = 0,5215$) estatisticamente significativa ($< 0,05$), considerando-se o coeficiente de Spearman, entre o *Anacardium occidentale* L. e a atividade antioxidante. Também houve correlação positiva para os valores de polifenóis ($r_s = 0,6831$) e flavonoides ($r_s = 0,5938$) com o tipo polínico *Mimosa tenuiflora*, sendo esses parâmetros, portanto, influenciados pela origem botânica. Assim sendo, a ocorrência do tipo polínico *Mimosa tenuiflora* contribui para altos teores de compostos fenólicos do pólen apícola. Não se observou nenhuma significância estatística entre as variáveis compostos fenólicos e flavonoides com o pólen do caju. O parâmetro atividade antioxidante também não apresentou relação com o pólen apícola da jurema-preta (Tabela 12).

Tabela 12 - Correlação entre as porcentagens monoflorais do pólen apícola do *Anacardium occidentale* L. e da *Mimosa tenuiflora* e os valores de fenóis, flavonoides e atividade antioxidante.

	Coeficientes	<i>Anacardium occidentale</i> L.	<i>Mimosa tenuiflora</i>
Fenóis	r_s	0,0147	0,6831
	p -valor	0,9482	$< 0,0001$
Flavonoides	r_s	0,1644	0,5938
	p -valor	0,4647	0,0003
Atividade antioxidante	r_s	0,5215	0,1081
	p -valor	0,0128	0,5492

Menezes et al. (2010) compararam os dados de fenólicos, flavonoides, carotenoides e atividade antioxidante de trinta e três amostras de pólen apícola da região de Alagoinhas-BA com a frequência relativa dos tipos polínicos *Mimosa pudica* e *Eucalyptus*. Constatou, através do Coeficiente de Correlação de Spearman, que existe correlação negativa entre o teor de

compostos fenólicos totais e o tipo polínico *Mimosa pudica* ($r_s = -0,5066$) e correlação positiva com o tipo polínico *Eucalyptus*.

5.7 Teores de aminoácidos e proteína bruta presentes no pólen apícola monofloral do *Anacardium occidentale* L. e da *Mimosa tenuiflora*

Na Tabela 13 são apresentados os valores mínimos de aminoácidos essenciais requeridos pelas abelhas e os teores de aminoácidos quantificados nos pólenes monoflorais do *Anacardium occidentale* L. (PAO) e no pólen da *Mimosa tenuiflora* (PMT). Na tabela 14 estão descritos os teores de proteína bruta mensurados em ambos os pólenes monoflorais.

Tabela 13 - Valores mínimos de aminoácidos essenciais requeridos pelas abelhas e teores de aminoácidos quantificados nos polens de da *Anacardium occidentale* L. e *Mimosa tenuiflora* (g/100g de proteína).

Aminoácidos	Abelhas ¹	<i>Anacardium occidentale</i> L.	<i>Mimosa tenuiflora</i>
----- (g/100 g de proteína) -----			
Aminoácidos Essenciais			
Arginina	3,00	6,05	6,82
Fenilalanina	2,50	4,73	4,72
Histidina	1,50	2,78	2,90
Isoleucina	4,00	4,38	4,21
Leucina	4,50	6,82	6,97
Lisina	3,00	6,85	6,93
Metionina	1,50	2,40	2,00
Treonina	1,50	3,79	3,67
Triptofano	1,00	1,32	0,91
Valina	4,00	5,22	5,12
Aminoácidos Não- Essenciais			
Alanina		4,87	4,97
Ácido aspártico		16,53	13,54
Cistina		2,16	2,69
Ácido glutâmico		10,65	11,22
Glicina		4,42	4,54
Prolina		4,98	4,72
Serina		5,01	4,61
Tirosina		2,89	2,98

1

Necessidade de aminoácidos essenciais das abelhas segundo De Groot (1953, citado por STACE, 1996)

Tabela 14 - Teores de proteína bruta (%) quantificadas nas amostras de pólen do *Anacardium occidentale* L. e no pólen da *Mimosa tenuiflora*.

	<i>Anacardium occidentale</i> L.	<i>Mimosa tenuiflora</i>
Proteína Bruta (%)	28,74	27,45

Para Pereira (2015) amostras monoflorais contendo mais de 90 % de pólen de uma mesma origem botânica aumentam a confiabilidade do resultado, minimizando o efeito de contribuições de outros tipos polínicos.

Dezoito aminoácidos estavam presentes no pólen apícola da *Anacardium occidentale* L. e da *Mimosa tenuiflora*: arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptofano, valina, alanina, ácido aspártico, cistina, ácido glutâmico, glicina, prolina, serina e tirosina (Tabela 13). O teor de proteína bruta quantificados no PAO foi de 28,74 %; enquanto a PMT apresentou o valor de 27,45 % (Tabela 14). O ácido aspártico (4,75 % em PAO e 3,73 % em PMT) e o ácido glutâmico (3,06 % em PAO e 3,09 % g em PMT) foram os aminoácidos predominantes no pólen.

Yank et al. (2013) identificou como aminoácidos prevalecentes a prolina (2,33 g/ 100 g), o ácido glutâmico (2 g/100 g) e ácido aspártico (1,91 g/100 g) nos pólen monoflorais de plantas encontradas na China, sendo que os aminoácidos totais variaram de 11,65 a 28,77 g/100 g, enquanto que a proteína bruta oscilou entre 14,68 a 28,95 %.

Através da tabela 13, observa-se que todos os aminoácidos essenciais para as abelhas, com exceção da concentração de triptofano encontrado no pólen da jurema-preta, estavam presentes em ambas as amostras polínicas em concentrações superiores aos requerimentos mínimos sugeridos por De Groot (1953). Em relação aos percentuais recomendados pela FAO/OMS para a dieta humana, a maioria dos aminoácidos estão em percentual acima dos valores padronizados, sendo exceção, novamente, os índices de triptofano encontrados no tipo polínico da jurema-preta (Tabela 15).

Tabela 15 - Percentual em g/100 g de proteína de aminoácidos essenciais presentes no pólen apícola monofloral, por fonte botânica, tendo como referência os padrões estipulados pela FAO/OMS para o consumo humano

Aminoácidos	FAO/OMS (1991)	<i>Anacardium occidentale</i> L.	<i>Mimosa tenuiflora</i>
----- (g/100 g de proteína) -----			
Treonina	3,40	3,79	3,67
Valina	3,50	5,22	5,12
Metionina + Cistina	2,50	4,56	4,69
Isoleucina	2,80	4,38	4,21
Leucina	6,60	6,82	6,97
Fenilalanina + Tirosina	6,30	7,62	7,70
Lisina	5,80	6,85	6,93
Triptofano	1,10	1,32	0,91

Os dados referentes às necessidades nutricionais das abelhas e ao organismo humano são apresentados nos gráficos 25 e 26.

Gráfico 24 – Comparação dos valores dos aminoácidos essenciais (g/100g de proteína) presentes no pólen da *Anacardium occidentale* L. (PAO) e no pólen da *Mimosa tenuiflora* (PMT) com os valores das necessidades nutricionais das abelhas (NNA).

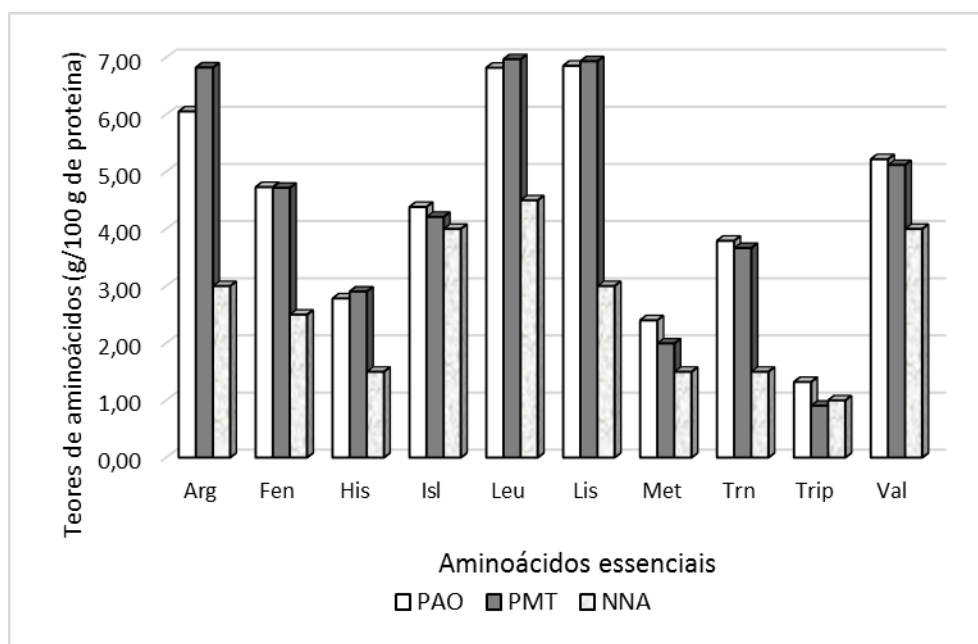
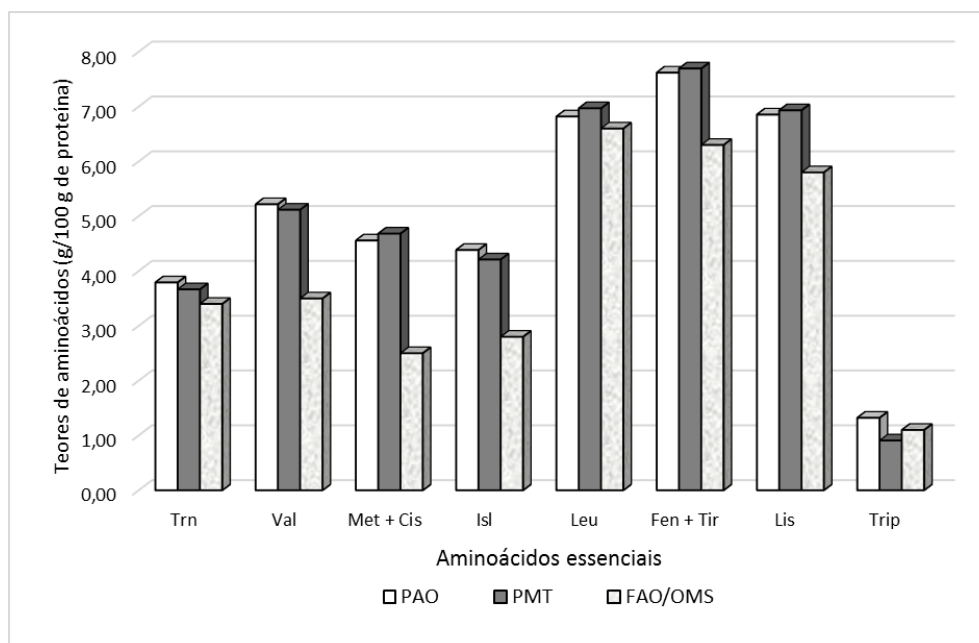


Gráfico 25 – Comparação dos valores dos aminoácidos essenciais (g/100g de proteína) presentes no pólen da *Anacardium occidentale* L. (PAO) e no pólen da *Mimosa tenuiflora* (PMT) com os valores recomendados pela FAO/OMS.



Moura (2014) avaliou o pólen puro de coqueiro e identificou 33,48% de proteínas e 19 aminoácidos. Os 10 aminoácidos essenciais encontrados, com exceção do triptofano, apareceram em quantidades superiores as necessidades mínimas das abelhas. Já Pereira (2015), identificou 16 aminoácidos livres em amostras monoflorais do coco-da-bahia, ouricuri, piaçava, dendê, sabiá e jurema-preta. Não foram quantificados valores de asparagina, glutamina e triptofano. O autor atribui a ausência desses aminoácidos a metodologia de extração utilizada. Todas as amostras apresentaram percentuais acima do padronizado pela FAO/OMS. Quanto aos valores dos aminoácidos essenciais encontrados para a *Mimosa tenuiflora* (coletada em Sergipe) obteve-se: histidina (27,74 mg/g de proteína), isoleucina (48,32 mg/g de proteína), leucina (85,95 mg/g de proteína), lisina (70,68 mg/g de proteína), metionina + cistina (30,35 mg/g de proteína), alanina + tirosina (103,14 mg/g de proteína), treonina (43,17 mg/g de proteína) e valina (57,60 mg/g de proteína). Esses valores estão em concordâncias com os teores encontrados neste estudo.

Em análise do pólen apícola polifloral de Botucatu/SP, Negrão (2014) encontrou um total de 18 aminoácidos (alanina, arginina, ácido aspártico, ácido glutâmico, cisteína, fenilalanina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, prolina, serina, tirosina, treonina, triptofano e valina) e observou que os teores de aminoácidos não variaram ao longo

do ano. O autor enfatiza que esse fato é de significativa importância, pois indicam que nos períodos de floradas escassas, as abelhas conseguem obter uma nutrição adequada.

De acordo com Sommerville (2005) as abelhas necessitam de pólen contendo de 20 a 23% de proteína bruta para o adequado desenvolvimento da colônia. Por esse critério, o pólen apícola do caju e da jurema-preta são consideradas ricas fontes proteicas para as abelhas. Entretanto, Cook et al. (2003) enfatiza que a maneira mais correta de avaliar o valor nutricional do pólen apícola é por intermédio da composição de aminoácidos, uma vez que esse parâmetro considera as quantidades individuais dos aminoácidos essenciais. Levando em consideração tal afirmação, o PMT seria considerado deficiente quanto ao teor de triptofano, devendo ser complementado quando é a única fonte polínica, como pode ocorrer em períodos secos onde outros pólenes não ocorrem concomitantemente.

O conhecimento da concentração dos aminoácidos também tem importância sobre a validade e conservação do pólen apícola. Serra-Bonvehí e Escolà Jordà (1997) sugeriram uma relação entre o índice de prolina e o teor de aminoácidos livres totais para indicar o estado de conservação do pólen. Segundo o estudo, altas temperaturas e umidade tendem a aumentar o teor de prolina, através da sua biossíntese pelo ácido glutâmico.

5.8 Avaliação dos compostos presentes em extratos clorofórmicos e hidrometanólicos do pólen apícola monofloral da *Anacardium occidentale* L. e da *Mimosa tenuiflora*.

Para a identificação dos compostos presentes no pólen do caju e da jurema-preta, inicialmente foram obtidos extratos clorofórmicos e hidrometanólicos para ambas as amostras. Os rendimentos obtidos nas extrações estão descritos na Tabela 16 a seguir.

Tabela 16 - Rendimentos do extrato clorofórmico (EC) e extrato hidrometanólico (EHM) do pólen do *Anacardium occidentale* L. e da *Mimosa tenuiflora*.

	<i>Anacardium occidentale</i> L.		<i>Mimosa tenuiflora</i>	
	EC	EHM	EC	EHM
Rendimento (%)	34,25	24,13	19,38	38,99

Observa-se que os maiores rendimentos para extrato do *Anacardium occidentale* L. e da *Mimosa tenuiflora* foram encontradas nas frações clorofórmicas e hidrometanólicas, respectivamente. Gobo-Neto e Lopes (2007), destacam que diversos fatores, como climáticos (radiação solar, precipitação, temperatura), geográficos (poluição atmosférica,

altitude) fisiológicos (fenologia, nutrição, genética) e ecológicos (herbivoria e competição) podem alterar a produção e quantidade dos metabólitos secundários.

As frações apolares foram submetidas à análise em GC-MS para verificar as massas moleculares (m/z) dos constituintes. Para que fosse possível a identificação desses compostos, os espectros foram confrontados, posteriormente, com os dados da biblioteca NIST. Através dessas análises, detectou-se no extrato clorofórmico do caju 11 compostos (Ácido palmídico, *n*-eicosano, *n*-heneicosano, *n*-tricosano, *n*-tetracosano, *n*-pentacosano, *n*-hexacosano, *n*-heptacosano, escaleno, *n*-nonacosano e *n*-hentriacontano), enquanto que no extrato clorofórmico da jurema-preta constatou-se 09 substâncias (*n*-tricosano, *n*-pentacosano, ácido metil octadecenoico, *n*-heptacosano, escaleno, *n*-nonacosano, humuleno e sitosterol). No entanto, o composto de massa (M^+) 192 não foi identificado (Apêndice H e I).

Os lipídeos têm grande significância para a nutrição, desenvolvimento e reprodução das abelhas (MANNING; HARVEY, 2002). Komosinska-Vassev et al. (2015) relatam que certos esteróides, carotenóides e escaleno são encontrados na fração apolar do extrato polínico, além de uma variedade de ácidos graxos. Araújo et al. (2017) avaliaram o perfil lipídico do pólen apícola e identificaram 11 ácidos graxos, dentre eles o ácido linoleico e α -linolênico eram os principais, seguidos dos ácidos palmítico e oleico. Mouro (2014) estudou o pólen puro do *Cocos munifera* e encontrou 21 ácidos graxos, sendo o ácido palmítico, oleico, linoleico e linolênico os dominantes. Mărgăoan et al. (2014) reportaram que no pólen de abelhas coletado na Romênia detectou-se os ácidos α -linolênico, palmítico, linoleico, ácido capróico, caprílico, caprílico, laurico, mirístico, esteárico, oleico, elaídico, araquidônico, 11-eicosenótico e behênico.

Além das substâncias identificadas por GC-MS, constituintes polares foram detectados a partir da análise por HPLC-DAD-ESI-MS/MS. Nas frações hidrometanólicas do pólen de caju foram registrados 21 picos, enquanto que 31 substâncias estavam presentes no extrato hidrometanólico da jurema-preta (Apêndice J e L). Entretanto, só foi identificado o composto N', N'', N'''- tris-*p*-feruloylespermidina no extrato da jurema-preta, um derivado de amida de ácido hidroxicinâmico (NEGRI et al., 2012). Os demais compostos são inéditos e ainda estão sendo avaliados.

Estudos recentes demonstraram que entre os constituintes do pólen apícola está o resveratrol, quercetina, hesperetina, kaempferol, galangina, ácido gálico, ácido protocatequico, ácido vanílico e ácido *p*-coumarico (CHENG et al., 2013). Almeida et al. (2017) identificaram o kaempferol como o principal representante do pólen, enquanto que Lv et al. (2015) classificou o kaempferol e a quercetina como os constituintes primordiais. Shady

et al. (2016) detectaram em extratos polínicos o ácido gálico, o pirogalol, o ácido 4-aminobenzoico, 3-hidroxitirosol, o ácido protocatecunico, ácido clorogênico, epicatequina, catequina, catecol, cafeína, ácido p-OH-benzóico, ácido cafeico, ácido vanílico, ácido p-coumarico, ácido ferúlico, ácido isoferulico, resveratrol, ácido elagico, ácido e-vanílico, α -coumarico, ácido rosmarínico, ácido benzóico, ácido 3,4,5-metoxi-cinâmico, cumarina, ácido salicílico e ácido cinâmico.

Sobre os constituintes do cajueiro, Konan e Bacchi (2007) usando cromatografia líquida acoplada a espectrometria de massa (LC/ESI-MS) indicaram a presença de quercetina, miricetina, catequina, epicatequina, amentoflavona, tetrâmero de proantocianidina e glicósidos de quercetina no extrato hidroalcoólico das folhas dessa planta. Ajileye et al. (2015) também investigaram extratos etanólicos do *A. occidentale* e isolaram a agathisflavona, 3-O-rutinosido de quercetina e 3-O-rhamnosídeo de quercetina.

Quanto aos compostos da jurema-preta, Matthew et al (2015) relataram que a raiz da *Mimosa tenuiflora* é usada pela população indígena para preparar uma bebida psicoativa consumida para fins medicinais. Segundo o autor, a casca contém o agonista de serotonina psicodélico N, N-dimetiltriptamina (DMT). Gardner et al (2014) atribui o efeito teratogênico a alguns alcaloides encontrados nas folhas da *Mimosa tenuiflora*, entre eles a N, N-dimetiltriptamina, 2-metiltetra-hidro-p-carbolina e N-metiltriptamina.

Pereira (2015), analisou diferentes amostras monoflorais de pólen apícola e identificou 11 compostos no pólen da *Mimosa tenuiflora*, sendo os principais picos associados a flavonas e a quercetina o principal produto encontrado. O autor enfatiza que a espécie possui um grande espectro de substâncias bioativas a serem pesquisadas.

Ferreira et al. (2017) avaliaram duas amostras do própolis colhido no Estado do Rio Grande do Norte e ápices da jurema-preta com o objetivo de avaliar se essa planta seria a fonte dessa resina. Concluiu que os perfis químicos das amostras dos dois apiários e da planta são muito semelhantes e nas amostras de própolis detectou flavonóides, principalmente flavonóis e chalconas. Após a identificação dos constituintes do pólen da jurema-preta será possível avaliar se há similaridade entre as substâncias encontradas nos dois produtos apícolas.

Mohdaly et al. (2015) compararam a atividade antioxidante e os compostos fenólicos encontrados no própolis e no pólen de uma mesma localidade do Egito e observou que as suas atividades biológicas dependem da sua composição química, que, por sua vez, depende da diversidade e variedade genética das rainhas. Houveram diferenças entre os componentes presentes nesses dois produtos. O ácido cafeico, ácido ferúlico, rutina e ácido p-

coumarico foram detectados como principais compostos em extrato da própolis. O ácido 3,4-dimetoxicinâmico, ácido gálico, catequina e quercitina foram os principais componente fenólico no extrato do pólen. Com base nesse estudo, o extracto de própolis apresentou maior atividade antioxidante e antibacteriana em comparação com o extrato de pólen. De acordo com o mesmo autor, isso pode ser devido às suas maiores quantidades em cafeína, ácido ferrúlico e ácidos p-cumaricos presentes no própolis.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Houve oferta de pólen apícola durante todo o experimento, embora no período seco esse recurso tenha diminuíu. Na estação chuvosa a quantidade de pólen apícola retida nos coletores e números de tipos polínicos coletados pelas colônias aumentaram. Sendo os meses de abril, maio e junho os que demonstraram a maior riqueza polínica. O mês de julho apresentou uma menor diversidade de grãos de pólen em ambos os locais estudados

Foi coletada uma maior quantidade de pólen apícola no apiário localizado na Fazenda Experimental Rafael Fernandes da UFERSA/Mossoró. Enquanto que a maior diversidade polínica foi encontrada nas amostras originárias da Floresta Nacional de Assú.

Em ambos os apiários, a família Fabaceae foi a principal fonte polinífera utilizada pelas abelhas *Apis mellifera*. A *Mimosa tenuiflora*, *Mimosa sensitiva*, *Richardia grandiflora*, *Citrus sp.*, *Anacardium occidentale* L. e *Portulacaceae sp.* foram os táxa que mais se destacaram no material coletado.

Sobre a composição centesimal, as maiores frações encontradas foram para os teores de carboidratos e proteínas e as menores para cinzas e lipídeos. Verificou-se que o carboidrato total foi o principal componente presente nas amostras. De maneira geral, os resultados deste estudo, estão em concordância com a Instrução Normativa nº 3/2001.

O pólen apícola produzido em Mossoró apresentou maiores médias para cinzas, proteínas e lipídeos. Ao passo que a média de carboidratos foi superior para o pólen apícola coletado em Assú.

Quanto as propriedades biológicas, destaca-se a grande variação ao longo do experimento nos teores nos compostos fenólicos totais, flavonoides totais e atividade antioxidante. Os constituintes bioativos e a ação antioxidante do pólen apresentaram médias diferentes para o pólen coletado nos dois apiários. Verificou-se ainda que os maiores índices de compostos fenólicos e de flavonoides foram encontrados em amostras que apresentavam uma elevada frequência relativa do tipo polínico *Mimosa tenuiflora*.

Verificou-se para a frequência do tipo polínico *Mimosa tenuiflora* uma associação positiva significativa com os teores de proteínas, polifenóis e flavonoides nas amostras quinzenais de pólen apícola. Entretanto, para os índices de carboidratos, a relação estatística foi negativa. Os parâmetros cinzas, lipídeos e atividade antioxidante não apresentaram relação significativa com esse tipo polínico. Quanto ao pólen do *Anacardium occidentale* L., observou-se apenas uma correlação positiva entre esse e a atividade antioxidante.

No que se refere a análise de aminoácidos, em ambas as amostras foram identificados dezoito aminoácidos: arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptofano, valina, alanina, ácido aspártico, cistina, ácido glutâmico, glicina, prolina, serina e tirosina. Dentre esses, o ácido aspártico e o ácido glutâmico foram os predominantes. Todos os aminoácidos, com exceção do triptofano presente no pólen de jurema-preta, estavam em quantidades superiores aos percentuais recomendados a dieta das abelhas e humana.

Na identificação dos compostos presentes nas frações apolares e polares de ambas as amostras de pólen, obteve-se um maior rendimento para o extrato clorofórmico do caju e para o extrato hidrometanólico da jurema-preta. Através da análise em CG-MS, identificou-se onze compostos no extrato clorofórmico do caju (ácido palmídico, n-eicosano, n-heneicosano, n-tricosano, n-tetracosano, n-pentacosano, n-hexacosano, n-heptacosano, escaleno, n-nonacosano e n-hentriacontano) e nove compostos no extrato da jurema-preta (n-tricosano, n-pentacosano, ácido metil octadecenoico, n-heptacosano, escaleno, n-nonacosano, humuleno e sitosterol).

Na avaliação da fração polar em HPLC-DAD-ESI-MS/MS detectou-se vinte e um compostos no pólen apícola do *Anacardium occidentale* L. e trinta e uma substâncias no extrato hidrometanólico da *Mimosa tenuiflora*. Entretanto, até o momento, só foi possível identificar a substância o N', N'', N'''-tris-p-feruloylespermidina no extrato da jurema-preta, indicando que são necessários mais estudos para a caracterização dos compostos presentes nesses tipos polínicos.

Por fim, os resultados apontam que existe uma grande variabilidade e disponibilidade de pólen utilizado pelas abelhas no bioma caatinga. Em virtude disso, são necessários mais estudos de identificação e caracterização desse produto, principalmente em nível monofloral, como também estudos que possam tornar viável esse tipo de exploração na região. Espera-se que esses resultados sirvam de subsídios para outras pesquisas e contribuam como fonte de informação aos apicultores.

REFERÊNCIAS

- ALCÁRCEL, L.C. **Avaliação de formulações alimentares ao desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) na Savana Amazônica de Roraima.** 2011. 69 p. Dissertação apresentada ao Programa de Recursos Naturais da Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2011.
- ALMARAZ-ABARCA, N.; DA GRAÇA CAMPOS, M; AVILA-REYES, JA; NARANJO-JIMENEZ, N.; HERRERA CORRAL, J.; GONZALEZVALDEZ, L.S. Antioxidant activity of polyphenolic extract of monofloral honeybee-collected pollen from mesquite (*Prosopis juliflora*, Leguminosae). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, n. 2, p. 119-124, 2007.
- ALMEIDA-MURADIAN, L.B. **Qualidade dos produtos apícolas e otimização quimiométrica dos métodos de análise do mel por espectroscopia no infravermelho (FT-IR ATR).** 2009. 120 p. Tese de livre docência apresentada à Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2009.
- ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; PAMPLONA, L. C.; COIMBRA, S.; BARTH O. M. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 18, n. 1, p. 105–111, 2005.
- ALMEIDA, J.F; REIS, A.S.; HELDT, L.F.S.; PEREIRA, D.; BIANCHIN, M.; MOURA, C.; PLATA-OVIEDO, M.V.; HAMINIUK, RIBEIRO, I.S.; LUZ, C.F.P.; CARPES, S.T. Lyophilized bee pollen extract: A natural antioxidant source to prevent lipid oxidation in refrigerated sausages. **J LWT - Food Science and Technology**, v. 76, p. 299-305, 2017.
- ALVARELLI, L.G. SANTOS, S.S.F.; LEÃO, M.V.P.; SANTOS, M.M.E.O.; BRAGA, T.C.; MOREIRA, R.M.; BARRETO, L.M.R.C. Índices microbiológicos na rota da coleta ao beneficiamento do pólen apícola em Canavieiras, estado da Bahia. **Revista Magistra**, v. 23, p. 22-25, 2011.
- ALVES, J. E.; NASCIMENTO, J. E. M. **A produção de pólen apícola na serra da Meruoca.** Anais da VI ExpoMel 2013: A apicultura com produtos padronizados e convivendo com a seca. Meruoca-CE-Brasil, 28 e 29 de maio. 2013,115-127.
- ALVES, M. L. T.M. F. Pólen - alimento e grande fonte de renda para o apicultor. **Apta regional**, v. 10, n. 2, 2013.
- AMÂNCIO, D.C.P.G. **Compostos bioativos do pólen.** 2014. 75 p. Dissertação apresentada ao Programa de Química Farmacêutica Industrial da Universidade de Coimbra. Coimbra, 2014.
- ÂNGELO, P. M; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos: uma breve revisão. **Instituto Adolfo Lutz**, n. 66, v. 1, p.1-9, 2007.
- ANJOS, O.; IGLESIAS, C.; PERES, F.; MARTÍNEZ, J.; GARCÍA, A.; TABOADA, J. Neural networks applied to discriminate botanical origin of honeys. **Food Chemistry**, v. 175, p.128-136, 2015.
- ARAÚJO, J.S.; CHAMBÓ, E.D.; M.A.P.C. COSTA, S.M.P.C., SILVA, CARVALHO, C. A. L.; ESTEVINHO; L. M. Chemical Composition and Biological Activities of

Mono- and Heterofloral Bee Pollen of Different Geographical Origins International. **Journal of Molecular Sciences**, v. 18, n. 5, p.1-15, 2017.

ARRUDA, V.A.S.; PEREIRA, A.A.S.; FREITAS, A.S.; BARTH, O.M.; ALMEIDA-MURADIAN, L.B. Dried bee pollen: B complex vitamins, physicochemical and botanical composition. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 29, n. 2. p. 100-105, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16576: Apicultura — Pólen apícola — Sistema de produção no campo**, Rio de Janeiro, 2017. 9 p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT/CEE-87 – Comissão de estudo especial de cadeia apícola**. São Paulo, 2015. Disponível em: <www.abnt.iso.org>. Acesso em 14 de agosto de 2017.

AZEREDO, L.C.; AZEREDO, M.A.A.; SOUZA, S.R.; DUTRA, V.M.L. Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. **Food Chemistry**, v. 80, n. 2, p. 249 -254, 2003.

AZEVEDO, S.M.A. **Crescimento de plântulas de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) em solos de áreas degradadas da caatinga**. Monografia, 41 p. Patos, 2011

BAKKE, I.A. **Potencial de acumulação de fitomassa e composição bromatológica da jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret.) na região semiárida da Paraíba**. 2005. 106 p. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2005.

BALDI, C. B.; GRASSO, D.; PEREIRA, S. C.; FERNÁNDEZ, G. Caracterización bromatológica Del pólen apícola argentino. **Ciencia, Docencia y Tecnologia**, v. 29, p. 145–181, 2004.

BARRETO, L. M. R. C.; FUNARI, R. C.; ORSI, R.O.; DIB, A.P.S. **Produção de pólen no Brasil**. Taubaté, SP: Cabral Editora e Livraria Universitária, 2006. 100p.

BARROS, L. M. **Caju. Produção: aspectos tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 148p.

BARTH, O.M. **O pólen no mel brasileiro**. Rio de Janeiro: Luxos, 1989. 150p.

BARTH, O. M.; FREITAS, A. S. F.; OLIVEIRA, E. S.; SILVA, R. A.; MAESTER, F. M.; ANDRELLA, R. R. S.; CARDOZO, G. M. B. Q. Evaluation of the botanical origin of commercial dry bee pollen load batches using pollen analysis: A proposal for technical standardization. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 82, n° 4, p. 893–902, 2010.

BARTH, O. M. Botanical resources used by *Apis mellifera* determined by pollen analysis of royal jelly in Minas Gerais, Brazil. **Journal of Apicultural Research**, v. 44, n.2, p.78-81, 2005.

BASTOS, E.M.A.F.; SILVEIRA, V.M.; SOARES, A.E.E. Pollen spectrum of honey produced in Cerrado áreas of Minas Gerais state (Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, n. 4, p. 599-615, 2003.

BENDINI, J.N.; SOUZA, D.C. Caracterização físico-química do mel de abelhas proveniente da florada do cajueiro. **Ciência Rural**, v.38, n.2, p.565-567, 2008

BOGDANOV, S. (2012). **Bee Product Science** (www.bee-hexagon.net). Acesso em 20/01/2017.

BORGUINI, R. G. **Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físicoquímicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional**. 2006. 178 p. Tese apresentada ao Programa de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **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, D.F. 23 de jan 2001, Seção 16-I, p. 18-23, 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga**. Brasília: Universidade Federal de Pernambuco, Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Conservação do Brasil, Fundação Biodiversidade, Embrapa Semiárido; 2002.

BRASIL. **Resolução RDC N. 54 de 12 de novembro de 2012**. A Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária aprova o Regulamento sobre Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da União, n. 219, Brasília, 13 nov. 2012, Seção 1, p. 122.

CAMPOS, M.G.R.; BOGDANOV, S.; ALMEIDA-MURADIAN, L.B.; SZCZESNA, T.; MANCEBO, Y.; FRIGERIO, C. Pollen composition and standardisation of analytical methods. **Journal of Apicultural Research and Bee World**, v. 47, p. 156–163, 2008.

CAMPOS, M. G. R.; FRIGERIO, C.; LOPES, J.; BOGDANOV, S. What is the future of Bee-Pollen? **Journal of ApiProduct and ApiMedical Science**, v. 2, n. 4, p. 131 – 144, 2010.

CAMPOS, M. G.; MARKHAM, K. R.; MITCHELL, K. A.; CUNHA, A. P. An approach to the characterization of bee pollens via their flavonoid/phenolic profiles. **Phytochemical Analysis**, v. 8, n. 4, p. 181-185, 1997.

CAMPOS, M. G.; OLENA, L.; ANJOS, O. **Chemical Composition of bee pollen in chemistry, biology and potential applications of honeybee plant derived products**. In S. M. Cardoso & A. M. S. Silva (Eds.). Bentham Science Publishers. 2016.

CARPES, S. T. **Estudo das características físicoquímicas e biológicas do pólen apícola de *Apis mellifera* L. da região Sul do Brasil**. 2008. 245 p. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

CARVALHO, C.A.L.; MARCHINI, L.C.; BENITES ROS, P.B. Fontes de pólen utilizadas por *Apis mellifera* W algumas espécies de *Trigonini* (apidae) em piracicaba (sp). **Bragantia**, v. 58, n.1, p. 49-56, 1999.

- CHANTARUDEE, A; PHUWAPRAISIRISAN, P.; KIMURA, K.; OKUYAMA, M.; MORI, H.; KIMURA, A.; CHANCHAO, C. Chemical constituents and free radical scavenging activity of corn pollen collected from *Apis mellifera* hives compared to floral corn pollen at Nan, Thailand. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 12, n. 45, p. 1-12, 2012.
- CHAVES, L.L.B. et al. Crescimento de mudas de angico-vermelho em substrato fertilizado e inoculado com rizóbio. **Revista Árvore**, v. 30, n. 6, p. 911-919, 2006.
- CHENG, H.; QIN, Z.H.; GUO, X.F.; HU, X.S.; WU, J.H. Geographical origin identification of própolis using GC-MS and electronic nose combined with principal component analysis. **Food Research International**, v. 51, p.813-822, 2013.
- COOK, S. M; AWMACK, C.S.; MURRAY, D.; WILLIAMS, I.H. Are honey bees' foraging preferences affected by pollen amino acid composition? **Ecological Entomology**, v. 28, p. 622-627, 2003.
- CORDÃO, M.A. **Feno de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.Poiret) e favela (*Cnidoscolus phyllacanthus* (Muell. Arg.) Pax et K. Hoffm.) na alimentação de ovinos.** Monografia, 39 p. Patos, 2008.
- COSTA, C. C. DE A. **Distribuição espaço-temporal de recursos florais e nicho trófico de *Melipona subnitida* e *Plebeia aff. flavocincta* Apidae, Meliponini em ambiente de caatinga.** 2015. 120 p. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Semiárido (UFERSA), Mossoró, 2015.
- COUTO, R. H. N.; COUTO, L. **Apicultura: manejo e produtos.** Jaboticabal: Unep, 2006. 193 p.
- CUNHA, A.P.; ROQUE, O.R. Compostos fenólicos: características e origem biossintética, In: CUNHA, A.P. **Farmacognosia e fitoquímica.** Lisboa: Fundação Calouste Benkian, 2009. Cap. 10. P. 211-224.
- DEGÁSPARI, C. H., WASZCZYNSKYJ, N. Antioxidant properties of phenolic compounds. **Visão Acadêmica**, v. 5, p. 33-40, 2004.
- DE GROOT, A.P. Protein and amino acid require- ments of the honeybee (*Apis mellifera*). **Physiol Comp Oecol**, v. 3, p. 197-285, 1953.
- DENISOWA, B.; DENISOW-PIETRZYKB, M. Biological and therapeutic properties of bee pollen: a review. **Journal of the Science of Food & Agriculture**, v. 96, n. 13, p. 4303-4310, 2016.
- DI-PAOLA, N.R.D.; SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, J.; GONZÁLEZ-PARAMÁS, A.M.; RIVAS-GONZALO, J.C. Liquid cromatographic-mass spectrometric analysis of anthocyanin composition of dark blue bee pollen from *Echiuplantagineum*. **Journal Cromatography**, v. 1054, n. 1, p.205-210, 2004.

DI PASQUALE, G.; SALIGNON, M.; Y.L, CONTE; BELZUNCES, L.P.; DECOURTYE, A.; KRETZSCHMAR, A.; SUCHAIL, S.; BRUNET, J. L. Influence of Pollen Nutrition on Honey Bee Health: Do Pollen Quality and Diversity Matter? **Plos One**, v. 8, n, 8, p. 1-13, 2013.

DONADIEU, D.Y. **El pollen: terapéutica natural**, 4º ed. Paris: Librairie Maloine, 1979. 32 p.

DÓREA, M. da C.; NOVAIS, J. S. ; SANTOS, F. de A. R.. Botanical profile of bee pollen from the southern coastal region of Bahia, Brazil. **Acta Botânica Brasiliis**, v.24, n.3, p. 862-867, 2010.

DORNAS, W.C.; OLIVEIRA, T.T.; RODRIGUES-DAS-DORES, R.G.; SANTOS, A.F.; NAGEM, T.J. Flavonóides: potencial terapêutico no estresse oxidativo. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 28, p. 241-249, 2007.

DUTRA, S.R. **Inventário polínico do entorno de um apiário localizado em Conceição da Aparecida, (21°5'39.47" S e 46°10'21.97" W), Minas Gerais**. 2011, 122p. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.

ECKHARDT, M.; HAIDER, M.; DORNAND, S.; MULLER, ANDREAS. Pollen mixing in pollen generalist solitary bees: a possible strategy to complement or mitigate unfavourable pollen properties? **Journal of Animal Ecology**, v. 83, n. 3, p. 588-597, 2014.

ECKERT, J.E. The pollen required by a colony of honey bees. **Journal of Economic Entomology**, v. 35, n. 3, p. 309 311, 1942.

ERDTMAN, G. The acetolysis method.; a revised description. **Svensk Bot. Tidskr**, v. 54, p. 561-564, 1960.

ELLIS, A M; HAYES, G W; ELLIS, J D. The efficacy of dusting honey bee colonies with powdered sugar to reduce Varroa mite populations. **Journal of Apicultural Research**, v. 48, n. 1, p. 72-76, 2009.

ESTEVINHO, L. M., RODRIGUES, S., PEREIRA, A. P., & FE AS, X. Portuguese bee pollen: palynological study, nutritional and microbiological evaluation. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, n. 2, p. 429-435, 2012.

FARDIN, K. M. **Avaliação do potencial antifúngico e antioxidante em *Avicennia schaueriana* Stapf e Leech. e comparação do perfil químico em diferentes locais de ocorrência**. 2014. 79 p. Dissertação apresentada ao Prograda de Biodiversidade vegetal e meio ambiente do Instituto de Botânica da Secretaria de Meio Ambiente, 2014.

Fazenda Rafael Fernandes é berço de pesquisa na UFERSA. Mossoró, 29 de setembro de 2014. Disponível em: <https://assecom.ufersa.edu.br/2014/09/29/fazenda-rafael-fernandes-e-berco-de-pesquisa-na-ufersa/>. Acesso em: 11 de junho de 2017.

FEÁS, X.; VÁZQUEZ-TATO, M.P.; ESTEVINHO, L. M.; SEIJAS, J. A.; IGLESIAS, A. Organic bee pollen: botanical origin, nutritional value, bioactive compounds, antioxidant activity and microbiological quality. **Molecules, Switzerland**, v. 17, p. 8359-8377, 2012.

FELDLAUFER, M. F., et al. Antimicrobial activity of fatty acids against *Bacillus* larvae, the causative agent of American foulbrood disease. **Apidologie**, n.24, p. 95–99, 1993.

FERNANDES L.; MESQUITA, A. M. *Anacardium occidentale* (cashew) pollen with allergic bronchial asthma. **The Journal of Allergic and Clinical Immunology**. v. 95, n 2, 1993.

FERREIRA, J.M.; FERNANDES-SILVA, C.C.; SALATINO, A.; NEGRIA, G.; MESSAGE, D. New propolis type from north-east Brazil: chemical composition, antioxidant activity and botanical origin. **J Sci Food Agric**; v. 97, p.3552–3558, 2017.

FREIRE, K. R. L.; LINS, A. C. S.; DÓREA, M. C.; SANTOS, F. A. R.; CAMARA, C. A.; SILVA, T. M. S. Palynological origin, phenolic content, and antioxidant properties of honeybee-collected pollen from Bahia, Brazil. **Molecules Switzerland**, v. 17, p. 1652-1664, 2012.

FERREIRA, J.M.; FERNANDES-SILVA, C.C.; SALATINO, A.; NEGRI, G.; MESSAGE, D. New propolis tpe from north-east Brazil: chemical composition, antioxidante activity and botanical origin. **J Sci Food Agric**, v. 97, p. 3552 – 3558, 2017.

Food and Agricultural Organization of The United Nations (FAO). Amino acid scoring pattern. In Protein Quality Evaluation; FAO/WHO **Food and Nutrition**, v. 51, p 21–25, 1991.

FRATINI, F.; TURCHI, G. M.; TORRACCA, G. M.; SAGONA S.; FELICOLI, A.; CERRI, D. Bee-gathered pollen loads suspension: preliminary assessment of interaction with microbial growth for a potential employment as a natural food additive. **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, v. 3, n. 6, p. 467-469, 2014.

FRATRCOVÁ-SRAMKOVA, K.; NOZKOVÁ, J.; KACANIOVÁ, M.; MÁRIÁSSYOVÁ, M.; ROVNÁ, K.; STRICK, M. Antioxidant and antimicrobial properties of monofloral bee pollen. **Journal of Environmental Science na Health, Part B: Pesticides, Food, Contaminants and Agricultural Wastes**, v. 48, n. 2, p. 133-138, 2013.

FREITAS, B. M.; SILVA, E. M. S. Potencial apícola da vegetação do semiárido brasileiro. In: SANTOS, F. A. R **Apium Plantae**. P. 19-32, Recife, 2006.

FREITAS, B. M.; NUNES-SILVA, P. **Polinização agrícola e sua importância no Brasil**. In.: IMPERATRIZ-FONSECA. V.L.; SARAIVA, A.M.; CANHOS, D.A.; ALVES, D.A. Polinizadores no Brasil. Contribuição e Perspectivas Para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais. São Paulo, EDUSP, 2012. p. 488.

FUENMAYOR, C; ZULUAGA, C; DÍAZ, C; QUICAZÁN, M; COSIO, M; MANNINO, S. Evaluation of the physicochemical and functional properties of Colombian bee pollen. **Rev MVZ Córdoba**, v. 19, p. 4003–4014, 2014.

FUNARI, S. R. C.; ROCHA, H. C.; FORCIN, J. M.; FILHO, H. G.; CURI, P. R.; DIERCKX, S. M. A. G.; FUNARI, A. R. M.; ORSI, R. O. Composições bromatológica e mineral do pólen coletado por abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) em Botucatu, Estado de São Paulo. **Archivos Latinoamericano de Produção Animal**, v. 11, n. 2, p. 88-93, 2003.

GABRIELE, M.; PARRI, E.; FELICOLI, A.; SAGONA, S.; POZZO, L.; BIONDI, C.; DOMENICI, V.; PUCCI, L. 2015. Phytochemical composition and antioxidant activity of Tuscan bee pollen of different botanic origins. **Italian Journal of Food Science**, v. 27, n.2, p. 248-259, 2015.

GALVANI, Fábio; GAERTNER, Eliney. **Adequação da Metodologia Kjeldahl para determinação de Nitrogênio Total e Proteína Bruta**. EMBRAPA, Circular Técnica, Corumbá, 2006.

GARIGLIO, M.A.; SAMPAIO, E.V.S.B.; CESTARO, L.A.; KAGEYAMA, P.Y. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, p. 368, 2010.

GEORGIEV V., ANANGA A., TSOLOVA V. Recent advances and uses of grape flavonoids as nutraceuticals. **Nutrients**, v.6, n. 1, p. 391-415, 2014.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, p. 374-381, 2007.

GONÇALVES, P. J.S. ; ESTEVINHO, L. M. ; PEREIRA, A. P.; SOUSA, J. M.C. ; ANJOS, O. Computational intelligence applied to discriminate bee pollen quality and botanical origin. **Food Chemistry**, p. 1-7, 2017.

GOSSELIN, M.; MICHEZ, D.; VANDERPLANCK, M.; ROELANTS, D.; GLAUSER, G.; RASMONT, P. Does *Aconitum septentrionale* chemically protect floral rewards to the advantage of specialist bumblebees? **Ecological Entomology**, v. 38, p. 400–407, 2013.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. **Free radicals in biology and medicine**. 4 ed. New York: Oxford University Press Inc., 2007. 851 p.

HANGER S.R.; FROST, B., AUGUSTIN, J. Precolumn phenylisothiocyanate derivatization and liquid-chromatography of amino-acids in food. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v. 72, n. 6, p. 912-916, 1989.

HORST, M.A.; LAJOLO, F.M. **Biodisponibilidade de compostos bioativos de alimentos**, 2011. Disponível em: <www.fcf.usp.br>. Acesso em: 12 de julho de 2017.

HUMAN, H.; NICOLSON, S.W. Nutritional content of fresh, bee-collected and stored pollen of *Aloe greatheadii* var. *davyana* (*Asphodelaceae*). **Phytochemistry**, v. 67, p. 1486-1492, 2006.

KACANIOVA, M.; JURACEK, M.; CHLEBO, R.; KNAZOVICKA, V.; KADASHORAKOVA, M.; KUNOVA, S.; LEJKOVA, J.; HASCIK, P.; MARECEK, J.; SIMKO, M. Mycobiota and mycotoxins in bee pollen collected from different areas of Slovakia. **Journal of Environmental Science and Health**, v. 46, n° 7, p. 623-629, 2011.

KELLER, I. P.; FLURI, P.; IMDORF, A. Pollen nutrition and colony development in honey bees: part I. **Bee World**, v. 86, n. 1, p. 3-10, 2005.

KEMPF, M.; HEIL, S.; HASSLAUER, I.; SCHIMIDT, I.; VON DER OHE, K.; Theuring, C. Pyrrolizidi alkaloids in pollen and pollen products. **Molecular Nutrition and Food Reserarch**, v. 54, p. 292-300, 2010.

KETKAR S.S.; RATHORE A.S.; LOHIDASAN, S.; RAO, L.; PARADKAR, A.R.; Mahadik, K.R. Investigation of the nutraceutical potential of monofloral Indian mustard bee pollen. **Journal of Integrative Medicine**, v. 12, p. 379–389, 2014.

KĘDZIA, B.; HOŁDERNA-KĘDZIA, E. Biological properties and therapeutic action of bee pollen. **Postępy Fitoterapii**, v. 3-4, p. 103–108, 2005.

KĘDZIA, B.; HOŁDERNA-KĘDZIA, E. New studies on biological properties of pollen. **Postępy Fitoterapii**, v. 1, p. 48–54, 2012.

KOMOSINSKA-VASSEV, K.; OLCZYK, P.; KAFMIERCZAK, J.; MENCNER, L.; OLCZYK, K. Review Article Bee Pollen: Chemical Composition and Therapeutic Application. **Evidence Based Complementary Alternative Medicine**, p. 1-6, 2015.

KONAN, N.A., BACCHI, E.M. Antiulcerogenic effect and acute toxicity of a Hydroethanolic extract from the cashew (*Anacardium occidentale* L.) leaves. **J. Ethnopharmacol.** v.112, p. 237–242, 2007.

KROYER, G.; HEGEDUS, N. Evaluation of bioactive properties of pollen extracts as functional dietary food supplement. **Innovative Food Science & Emerging Technologies.**, v.2, p.171-174, 2001.

KUMAR S., PANDEY A.K. Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview. **Sci World Journal**. 16 p, 2013

JANNESAR, M.; SHOUSHTARI1, M.S.; MAJD, A.; POURPAK, Z. Bee Pollen Flavonoids as a Therapeutic Agent in Allergic and Immunological Disorders. **Iran Journal Allergy Asthma Immunoly**, v. 16, n. 3, p. 171-182, 2017.

LEJA M, MARECZEK A, WYZGOLIK G, KLEPACZ-BANIAK J, CZEKONSKA K. Antioxidative properties of bee pollen in selected plant species. **Food Chem.**, v. 100, n. 1, p. 237-40, 2007.

LILEK, N.; GONZALES, A.P.; BOŽIČ, J.; BOROVŠAK, A.K.; BERTONCEL, J. Chemical composition and contente of free tryptophan in Slovenian bee pollen. **Journal of Food and Nutrition Research**, v. 54, n. 4, p. 323–333, 2015.

LIMÃO, A.A.C. **A influência dos fatores bióticos e abióticos no néctar coletado por *Melipona subnida* (Apidae, Meliponini) na Caatinga.** Mossoró, 2015. 60 p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal do Semiárido (UFERSA), Mossoró, 2015.

LINSKENS, H.F. JORDE, W. Pollen as food and medicine – a review. **Economic Botany** , v. 51, n. 1, p. 78-87, 1997.

LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, M.; VORVOHL, G. Methods of melissopalynology. **Bee World**, v. 59, p.139–157, 1978.

LV, H.; WANG, X.; HE, Y; WANG, H.; SUO, Y. Identification and quantification of flavonoid aglycones in rape bee pollen from Qinghai-Tibetan Plateau by HPLC-DAD-APCI/MS. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 38, p. 49–54, 2015.

LUCAS, B; SOTELO, A. Effect of alkalies, temperature and hydrolysis times on tryptophan determination of pure proteins and of food. **Analytical Biochemistry**, v. 109, p. 192-197, 1980.

MAIA-SILVA, C. **Adaptações comportamentais de *Melipona subnitida* (Apidae, Meliponini) às condições ambientais do semiárido brasileiro**. 2013. 132 p. Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP, 2013.

MAGALHÃES, E. O. **Produção de pólen apícola**. Bahia: Ed. Itabuna, BA, 2005. CD ROOM,

MAMEDE, M. E. O; MIRANDA, M. P. S.; RITZINGER, R. ; GODOY, R. C. B. ; VELOZO, E. S. Physico-chemical and sensorial evaluation of new varieties of acerola. **British Food Journal**, v. 111, p. 387-395, 2009.

MANNING, R.; HARVEY, M. Fatty acids in honeybee-collected pollens from six endemic Western Australian eucalypts and the possible significance to the Western Australian bee keeping industry. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, n. 42, p. 217–223, 2002

MANNING, R.; RUTKAY, A.; EATON, L.; DELL, B. Lipid-enhanced pollen and lipid-reduced flour diet and their effect on the longevity of honey bees (*Apis mellifera* L.). **Australian Journal Entomology**, n. 46, p.251–257, 2007.

MĂRGĂOAN, R.; MĂRGHITAS, L.A.; DEZMIREAN, D.S.; MIHAI, C.M.; BOBIS, o. Bull uasvm. **Anim Sci Biotechnol** v. 67, p. 254–259, 2014.

MATOS, V.R. **Caracterização química e palinológica da própolis produzida no litoral norte do estado da Bahia. Feira de Santana, BA**. 2012,63p. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2012.

MATTHEW, B.; CALVERT; JONATHAN, SPERRY. Bioinspired total synthesis and structural revision of yuremamine, an alkaloid from the entheogenic plant *Mimosa tenuiflora*. **The Royal Society of Chemistry**, v. 51, p. 6202—6205, 2015.

MELO, A.A.M. **Perfil químico e microbiológico, cor, análise polínica e propriedades biológicas do pólen apícola desidratado**. 2015. 341p. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

MELO, I. L. P.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. Comparison of methodologies for moisture determination on dried bee pollen samples. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.31, n. 1, p. 194-197, 2011.

MELO, I.L.P.; FREITAS, A.S.; BARTH, O.M. ALMEIDA-MURADIAN, L.B. 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.

MENEZES, J. D. S. **Compostos bioativos do pólen apícola**. 2009. 63p. Dissertação no Programa de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos da Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

MENEZES, J.D.S.; MACIEL, L.F.; MIRANDA, M.S.; DRUZIAN, J.I. Compostos bioativos e potencial antioxidante do pólen apícola produzido por abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 69, p. 233–242, 2010.

MENSOR L.L.; MENEZES F.S.; LEITÃO G.G.; REIS A.S.; DOS SANTOS, T.C.; COUBE C.S.; LEITÃO, S.G. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytother**, v.15, p.127- 130, 2001.

MODRO, A. F. H. **Flora e caracterização polinífera para abelhas *Apis mellifera* L. na região de Viçosa, MG**. 2005. 98 p. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia da Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2005.

MODRO, A.F.H.; MESSAGE, D.; LUZ, C.F.P; da; NETO, J.A.A.M. Composição e qualidade de pólen apícola coletado em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n.8, p. 1057-1065, 2007.

MODRO, A.F. H; MESSAGE, D.; DA LUZ, C.F.P; MEIRA NETO, J.A.A. FLORA DE IMPORTÂNCIA POLINÍFERA PARA *Apis mellifera* (L.) NA REGIÃO DE VIÇOSA, MG. **Revista Árvore**, v.35, n.5, p.1145-1153, 2011.

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

MOHDALY, A.A.A.; MAHMOUD, A.A.; ROBY, M.H.H.; SMETANSKA, I; RAMADAN., M.F. Phenolic extract from propolis and bee pollen: composition, antioxidant and antibacterial activities. **Journal of food biochemistry**, v. 39, p. 538–547, 2015.

MONTERO, I.; TORMO, R. Analisis polínico de mieles de cuatro zonas montanñas de extremadura. **Nacional Associaón Palinologica Lengua Espanhola**, v. 5, p. 71-78, 1990.

MORETI, A. C. de C. C.; FONSECA, T. C.; RODRIGUEZ, A.P.M.; MONTEIRO-HARA, A.C.B.A.; BARTH, O. M. Pólen das Principais Plantas da Família Fabaceae com Aptidão Forrageira e Interesse Apícola. In: 57 Congresso Nacional de Botânica, 2006, Gramado. **Anais do 57 Congresso Nacional de Botânica**. Gramado: Sociedade Brasileira de Botânica, v. 57, 2006.

MORGANO, M.A.; MARTINS, M.C.T.; RABONATO, L.C.; MILANI, R.F.; YOTSUYANAGI, K.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Inorganic contaminants in bee pollen from southeastern Brazil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 11, p. 6876-6883, 2010.

MORO, M.F.; NIC LUGHADHA, E.; FILER, D.L.; ARAÚJO, F.S.; MARTINS, F.R. A catalogue of the vascular plants of the Caatinga phytogeographical domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. **Phytotaxa** v. 160, p.1-118, 2014.

MOURA, J.T. **Importância e valor nutricional do pólen de *cocos nucifera* para abelhas africanizadas cultivadas no litoral alagoano**. 2014. 56 p. Dissertação apresentada ao Programa em Zootecnia da Universidade Federal de Alagoa. Rio Largo, 2014.

NEGRÃO, A.F. **Efeito da sazonalidade no teor proteico e composição de aminoácidos no pólen apícola produzido em botucatu, Estado de São Paulo**. 2014. 48 p. Dissertação apresentada ao Programa de Zootecnida Universidade Estadual Paulista. São Paulo, 2014.

NEGRI, G.; TEIXEIRA, E. W.; FLORÊNCIO ALVES, M. L. T. M.; MORETI, A. C. C. C.; OTSUK, I. P.; BORGUINI, R. G.; SALATINO, A. Hydroxycinnamic Acid amide derivatives, phenolic compounds and antioxidant activities of extracts of pollen samples from Southeast Brazil. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.59, n. 10, p.5516-5522, 2011.

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*. **Braz Journal Food Technol.** p. 107-10, 2009.

NOGUEIRA, C.; IGLESIAS, A.; FEÁS, X.; ESTEVINHO, L.M. Commercial bee pollen with different geographical origins: A comprehensive approach. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 13, n. 9, p. 11173 -11187, 2012.

NOGUEIRA, C.M.P. **Estudo do pólen apícola comercial**. 2012. 52 p. Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para obtenção do grau de Mestre em Qualidade e Segurança Alimentar, Bragança, 2012.

NOVAIS, J.S.; 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.

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

OLIVEIRA, D.M.; BASTOS, D.H.M. Biodisponibilidade de ácidos fenólicos **Química Nova**, v.34, n.6, p. 1051-1056, 2011.

OLIVEIRA, R. C. D;QUEIROZ, S. C. DO N. ; DA LUZ, C.F.P. ; PORTO, R.S. ; RATH, S. Bee pollen as a bioindicator of environmental pesticide contamination **Chemosphere**, v.163, p.525-534, 2016.

OLIVEIRA, K.C.L.S.; MORIYA, M.; AZEDO, R.A.B.; ALMEIDA-MURADIAN, L.B.; TEIXEIRA, E.W. ALVES, M.L.T.M.F; MORETI, A.C.C.C. Repationship between botical

origin and antioxidants vitamins of bee-collected pollen. **Química Nova**, v. 32, n. 5, p. 1099-1102, 2009.

OLIVEIRA, R.R. **Gestão da apicultura no Distrito Federal. Brasília, DF.** 42p. 2011. Monografia apresentada a Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

OZEN, S.; AKYOL, O.; IRAZ, M.; SOUGUT, S.; OZUGURLU, F.; OZYURT, H.; ODACI, E.; YILDIRIM, Z.; Role of caffeic acid phenethyl ester, an active component of propolis, against cisplatin-induced nephrotoxicity in rats. **Journal appl toxicol**, v. 24, p. 27-35, 2004.

Palinoteca Grupo ASA (Abelhas Semiárido) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFRSA.

PAULO, L.; ANTUNES, P.; CAMPOS, M. G.; ANJOS, O. (2012). **Utilização do Teor em Metais Pesados no Pólen Como Marcador Ambiental** – Estudo Preliminar. II Congresso Ibérico de Apicultura., Guadalajara, Espanha. p.75 – 76.

PARK, Y.K.; PAREDES-GUZMAN, J.F.; AGUIAR, C.L.; ALENCAR, S.M.; FUJIWARA, F.Y. Chemical constituents in *Baccharis dracunculifolia* as the main botanical origin of southeastern Brazilian propolis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 1100-1103, 2004.

PASCOAL, A.; RODRIGUES, S.; TEIXEIRA, A.; FEÁS, X.; ESTEVINHO, L. M. Biological activities of commercial bee pollens: Antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. **Food and Chemical Toxicology**, v. 63, p. 233–239, 2014.

PEREIRA, R. F. **Prospecção e identificação botânica de pólenes apícolas monoflorais para fins biotecnológicos.** 2015. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Sergipe, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, RENORBIO, Aracaju. 2015.

PETERSEN, J.; SOUZA, E.M.P.; MOREIRA, R.M.; PASIN, L.E.V ; NORDI, J.C.; BARRETO, L.M.R.C. Comercialização do pólen apícola em 11 países da América Latina. Seminário Brasileiro de Própolis e Pólen, Bahia, v.23, 2011.

R Development Core Team. **R version 3.3.2: A language and environment for statistical computing.** Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2016.

RAMOS, G.Q.; COTTA, E.A.; FONSECA FILHO, H.D. Análise morfológica das folhas de *Anacardium occidentale* L. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 1, p. 16-19, 2016.

RAMOS, G.Q.; COTTA, E.A.; FONSECA FILHO, H.D. Studies on the Ultrastructure in *Anacardium occidentale* L. Leaves From Amazon in Northern Brazil by Scanning Microscopy **Scanning**, v. 38, p. 329–335, p. 2016.

Rede de catálogos polínicos online. Disponível em: <<http://chaves.rcpol.org.br/>>. Acesso em 15 de julho de 2017.

REINHARD, K. J.; HAMILTON, D.L.; HEVLY, R.H. Use of pollen concentration in palaeopharmacology: coprolite evidence in medical plants. **Journal of Ethnobiology**, v. 11, p. 117-132, 1991.

ROCHA, J. F.M. **Avaliação do efeito do armazenamento na qualidade do pólen apícola**. 2013. 96 p. Dissertação apresentada à Escola Superior de Bragança para a obtenção do título de mestre em Qualidade e Segurança Alimentar. Bragança, 2013.

RODAL, M.J.N.; NASCIMENTO, L.M. The arboreal component of a dry forest in Northeastern Brazil. **Brazilian Journal Biology**, v. 66, p. 479–491, 2006.

RODRÍGUEZ-CARRASCO, Y.; FONT, G.; MAÑES, H.; BERRADA, H.; Determination of mycotoxins in bee pollen by gas chromatography-tandem mass spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, n 8, p. 1999-2005, 2013.

ROSS, J. A.; KASUM, C. M. Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects, and safety. **Annual Review of Nutrition**, v. 22, p. 19-34, 2002.

ROULSTON T.H., CANE J.H. Pollen nutritional content and digestibility for animals, **Plant Syst.** v. 222, p. 187–209, 2000.

RZEPECKA-STOJKO, A.; STOJKO, J.; KUREK-GORECKA, A.; GORECKI, M.; KABALA-DZIK, A.; KUBINA, R. Polyphenols from bee pollen: structure, absorption, metabolism and biological activity. **Molecules**, v. 20, n. 12, p. 21732-21749, 2015.

SAAVEDRA, K.I.C.; ROJAS, C.I.; DELGADO, G.E.P. Características polínicas y composición química del polen apícola colectado en Cayaltí (Lambayeque – Perú). **Revista Chilena de Nutrición**, v. 40, p. 71–78, 2013.

SABINO, F.G.S.; CUNHA, M.C.L.; SANTANA, G.M. Estrutura da Vegetação em Dois Fragmentos de Caatinga Antropizada na Paraíba. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n.4, p. 487-497, 2016.

SAGONA, S.; BOZZICOLONNA, R.; NUVOLONI, R.; CILIA, G.; TORRACCA, B., FELICOLI, A. Water activity of fresh bee pollen and mixtures of bee pollen-honey of different botanical origin. **Food Science and Technology**, v. 84, p. 595 -600, 2017.

SÁNCHEZ-AZOFEIFA, G.A.; KALACSKA, M.E.R.; QUESADA, M., CALVO, J., NASSAR, J.; RODRIGUEZ, J.P. Need for integrated research for a sustainable future in tropical dry forests. **Conservation Biology**, v.19, p. 1–2, 2005.

SÁ-OTERO, M.P.; DÍAZ, E.; LOSADA, S.B.S.B. Método de determinación del origen geográfico del polen apícola comercial, **Lazaroa**, v. 23, p. 25–34, 2002.

SALLES, J.; CARDINAULT, N.; PATRAC, V.; BERRY, A.; GIRAUDET, C.; COLLIN, M.L.; ELLIPSIS WALRAND, S. Bee pollen improves muscle protein and energy metabolism in malnourished old rats through interfering with the Mtor signaling pathway and mitochondrial activity. **Nutrients**, v. 6, n.12, p.5500–5516, 2014.

SATTLER, J.A.G.; MELO, I.L.P.; GRANATO, D.; ARAÚJ, E.; FREITAS, A.S.; BARTH, O.M.; SATTLER, A.; ALMEIDA-MURADIAN, L.G. Impact of origin on bioactive compounds and nutritional composition of bee pollen from southern Brazil: A screening study. **Food Research International**, v. 77, 82–91, 2015.

SATTLER, J.A.G. Quantificação das vitaminas antioxidantes E (α -, β -, γ -, δ -tocoferol), C (ácido ascórbico), pró-vitamina A (α -, β -Caroteno) e composição química do pólen apícola desidratado produzido em apiários georreferenciados da região Sul do Brasil. São Paulo, 2013. 140 p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo.

SEDIVY, C.; PISKORSKI, R.; MULLER, A.; DORN, S. Too low to kill: concentration of the secondary metabolite ranunculin in buttercup pollen does not affect bee larval survival. **Journal of Chemical Ecology**, v. 38, p. 996–1002, 2012.

SEELEY, T.D. The ecology at temperate and tropical honeybees societies. **Am. Scin.**, n. 71, p. 264-72, 1983.

SERRA-BONVEHI, J. S.; ESCOLA JORDÀ, R. Nutrient composition and microbiological quality of honeybee-collected pollen in Spain. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 45, p. 725-732, 1997.

SERRANO, L.A.L.; PAULA PESSOA, P.F.A. **Embrapa agroindústria tropical. sistema de produção**, v. 1, 2016. Disponível em < www.spo.cnptia.embrapa.br >. Acesso em 20 de junho de 2017.

SERRANO, M.I.A. **Identificação de compostos fenólicos e teor de minerais no pólen**. 78 p. 2014. Dissertação apresentada ao Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal, 2014.

SHADY, H.M.A.; MOHAMED, W.F.; SAYED-AHMED, E.F.; AMER, S.A. A comparative study on própolis and pollen extracts: chemical profile analysis, antioxidant and anticancer activity. **Int J Curr Microbiol Appl Sci**, v. 5, p. 397–414, 2016.

SINGLETON, V. L.; JOSEPH, A.; ROSSI, J. Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 16, p. 144-149, 1965.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R., orgs. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5 ed. Porto Alegre. UFRGS; Florianópolis: UFSC, 2004. 1102 p.

STANLEY, R.; LINSKENS, H. **Pollen: biochemistry, biology, and management**. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg e New York, 1974.

SZCZESNA, T.; RYBAK-CHIMIELEWSKA, H.; BORNUS, L. Effect of storage on variation of contents vitamin c in pollen collected bees. **Apiacta**, v. 2, p. 1-3, 1991.

SZCZESNA, T. Long chain fatty acids composition of honeybee collected pollen. **Journal of Apicultural Science**, v. 50, no. 2, p. 65–79, 2006.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, L. B.A.; SANTOS, Francisco de Assis Ribeiro dos; GASSON, Peter and CUTLER, David. **Estudo comparativo da madeira de *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth e *Mimosa tenuiflora*(Willd.) Poir. (Fabaceae-Mimosoideae) na caatinga nordestina.** *Acta Bot. Bras.* [online]. 2011, vol.25, n.2, pp.301-314.

SILVA, A.S. **Aumento do aporte de pólen em colônias de abelhas *Apis mellifera* pela indução do florescimento da jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) durante o período seco na caatinga do baixo jaguaribe cearense.** 51 p. 2013. Dissertação apresentada ao Programa de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, 2013.

SILVA, E.A. **Apicultura Sustentável: produção e comercialização de mel no sertão sergipano.** 2010. 175p. Dissertação apresentado ao Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2010.

SILVA, C. I. da; ALEIXO, K. P.; NUNES-SILVA, B.; FREITAS, B. M.; IMPERATRIZFONSECA, V. L. **Guia ilustrado de abelhas polinizadoras do Brasil.** São Paulo: Ministério do Meio Ambiente, 2014. 54 p.

SILVEIRA, T.A. **Caracterização sazonal do pólen apícola quanto à origem botânica, aspectos físico-químicos e elementos trações como bioindicador de poluição ambiental.** 2012. 67 p. Dissertação apresentada a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012. 67 p.

SOARES, S.E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de nutrição**, v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002.

SODRÉ, G.S.; MARCHINI, L.C.; MORETI, A.C.C.C.; OTSULK, I.P. CARVALHO, C.A.L. Caracterização físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) do Estado do Ceará. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, p. 1139-1144, 2007.

SOUZA, B.R. **Quantificação das vitaminas do complexo B (B1, B2) e vitâmeros das vitaminas B3 e B6 em amostras de pólen apícola desidratados provenientes da Região Sul do Brasil.** São Paulo, 2014. 125 p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo.

SOMMERVILLE, D. Fat bees, skinny bees: a manual on honey bee nutrition for beekeepers. Rural industries research and development corporation. Goulburn: Dept. Primary Industries, 2005.

SHUBHARANI, R.; ROOPA, P.; SIVARAM, V. Pollen morphology of selected bee forage plants. **Global Journal of Bio-Science and Biotechnology**, v. 2, n. 1, p. 82–90, 2013.

TERRADILLOS, L. A., MUNIATEGUI, S., SANCHO, M. T., HUIDOBRO, J. F., SIMAL-LOZANO, J. An alternative method for analysis of honey sediment. **BeeScience**, v. 3, n. 2 p. 86, 1994.

TOHAMY, A.A.; ABDELLA, E.M.; AHMED, R.R.; AHMED, Y.K. Assessment of anti-mutagenic, anti-histopathologic and antioxidant capacities of Egyptian bee pollen and propolis extracts. **Cytotechnology**, v. 66, n. 2, p. 283-297, 2014.

TU, X.; ZHAOSHENG, S.M.; SHAO KANG, G.J.W.; CHENA, H.W. One-Step Extraction and Hydrolysis of Flavonoid Glycosides in Rape Bee Pollen Based on Soxhlet-Assisted Matrix Solid Phase Dispersion. **Phytochemical Analysis**, v. 28, n. 6, p. 505-511, 2017.

UNICAMP. Universidade Estadual de Campinas. **Tabela brasileira de composição de alimentos** – TACo, 2011. Disponível em <www.unicamp.br/nepa/taco>. Acesso em 23 de junho de 2017.

ULUSOY, E.; KOLAYLI, S. Phenolic composition and antioxidant properties of Anzer bee pollen. **Journal of Biochemistry**, v. 38, p. 73-82, 2014.

VÁSQUEZ, A.; T. C. OLOFSSON. The lactic acid bacteria involved in the production of bee pollen and beebread. **Journal Apicultural Research**, n. 48, p. 189-195, 2009.

VELLOSO, A.L., SAMPAIO, E.V.S.B.; PAREYN, F.G.C. Ecorregiões propostas para o bioma Caatinga. Recife: **Associação Plantas do Nordeste**. The Nature Conservancy do Brasil, 76p, 2002.

VIANA, B. F.; KLEINERT, A. M. P.; A community of flower-visiting bees (Hymenoptera: Apoidea) in the coastal sand dunes of northeastern Brasil. **Biota Neotropica**, v.5, n. 2, p. 1-13, 2005.

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.

WEINER, C.N.; HIPERT, A.; WERNER, M.; LINSSENMAIR, K.E.; BLUTHEGEN, N. Pollen amino acids and flower specialization in solitary bee. **Apicologia**, v. 41, p. 476-487, 2010.

WHITE, J.A.; HART, R.J.; FRY, J.C. Na evaluation of the Waters pico-tag system for the amino-acido-analysis of food materials. **Journal of automatic Chemistry**, v. 8, n. 4, p. 170-177, 1986.

WOLFF, L. F. **Apicultura sustentável na propriedade familiar de base ecológica. Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, 2007. 15 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular técnica, 64).

YANG, K.; WU, D.; YE, X.; LIU, D.; CHEN, J.; SUN, P. Characterization of Chemical Composition of Bee Pollen in China. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 61, n. 3, p. 708-718, 2013.

YILDIZ, O.; KARAHALIL, F.; CAN, Z.; SAHIN, H.; KOLAYLI, S. Total monoamine oxidase (MAO) inhibition by chestnut honey, pollen and propolis. **Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry**, v. 29, p. 690-694, 2014.

ZAROBKIEWICZ, M. K; WOŹNIAKOWSKI, MATEUSZ. M.; SŁAWIŃSKI MIROSŁAW, A.; WAWRYK-GAWDA, EWELINA.; JODŁOWSKA-JĘDRYCH, BARBARA Bee pollen in allergy and immunology. **Herba Polonica**, v. 63, n. 1, p.88-94, 2017.

ANEXOS

ANEXO A – DETERMINAÇÃO DE MINERAIS OU CINZAS

Amostra	N° do Cadinho	Peso do Cadinho (g)	Cadinho + ASA (g)	ASA (g)	Cadinho + Cinzas (g)	Peso da Cinza (g)	Cinza (%)	ASE (%)	MS (%)	MO (%)

ASA - Amostra seca ao ar;

ASE - Amostra seca à estufa;

MS – Matéria seca;

MO – Matéria orgânica;

ANEXO B – DETERMINAÇÃO DO EXTRATO ETÉREO

Amostra	Tara	Tara + ASA (g)	ASA (g)	ASE (%)	MS (g)	Peso do balão (g)	Balão + Gordura (g)	Peso da gordura (g)	M.S (%)	MO (%)

ASA - Amostra seca ao ar;

ASE - Amostra seca à estufa;

MS – Matéria seca;

MO – Matéria orgânica;

APÊNDICES

**APÊNDICE A – FREQUÊNCIAS RELATIVAS DOS TIPOS POLÍNICOS IDENTIFICADOS NAS BOLOTAS DE PÓLEN
COLETADAS POR *Apis mellifera* NO APIÁRIO EXPERIMENTAL LOCALIZADO EM ASSÚ/RN
DE 29 SETEMBRO DE 2014 A 30 DE MARÇO DE 2015.**

Tipos polínicos	Período da coleta												
	29/set	13/out	27/out	10/nov	24/nov	08/dez	22/dez	05/jan	19/jan	02/fev	16/fev	02/mar	16/mar
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13/out (A01)	27/out (A02)	10/nov (A03)	24/nov (A04)	08/dez (A05)	22/dez (A06)	05/jan (A07)	19/jan (A08)	02/fev (A09)	16/fev (A10)	02/mar (A11)	16/mar (A12)	30/mar (A13)
Acanthaceae													
<i>Ruellia aspérula</i>									2,50	5,00			
Amaranthaceae													
<i>Alternanthera tenella</i>													
<i>Chamissoa</i> sp.												2,00	1,50
<i>Froelichia humboldtiana</i>													
Anacardiaceae													
<i>Anacardium occidentale</i> L.	65,25	46,50	40,50	8,75	14,50	6,00	6,00						
<i>Mangifera indica</i> L.	5,25	5,00											
<i>Myracrodruon urundeuva</i>				19,50	19,50	21,50	5,00						
<i>Spondias tuberosa</i>				8,25	9,25	4,00	2,00						
Apocynaceae													
<i>Alamanda blanchetii</i>												0,25	0,25
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>						1,25							
Arecaceae													
<i>Cocos nucifera</i>						1,00	10,50	20,25	21,25				
<i>Copernicia prunifera</i>		6,00	8,75	3,00			10,50	14,50	11,75				

(Continua)

Continuação ...

Tipos polínicos	Período da coleta										16/fev	02/mar	16/mar		
	29/set	13/out	27/out	10/nov	24/nov	08/dez	22/dez	05/jan	19/jan	02/fev					
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	13/out (A01)	27/out (A02)	10/nov (A03)	24/nov (A04)	08/dez (A05)	22/dez (A06)	05/jan (A07)	19/jan (A08)	02/fev (A09)	16/fev (A10)	02/mar (A11)	16/mar (A12)	30/mar (A13)		
Bignoniaceae															
<i>Handroanthus impetiginosus</i>															
Bixaceae															
<i>Cochlospermum vitifolium</i>													3,50		
Boraginaceae															
<i>Varronia leucocephala</i>													5,00		
Burseraceae															
<i>Commiphora leptophloeos</i>															
Cactaceae															
<i>Pilosocereus pachycladus</i>															
Chrysobalanaceae															
<i>Licania rígida</i>											6,75	10,50	9,50	9,50	8,00
Combretaceae															
<i>Combretum leprosum</i>													4,75		
Convolvulaceae															
<i>Evolvulus sp.</i>															
<i>Jacquemontia sp</i>													4,00		
<i>Ipoema sp.</i>															
<i>Merremya aegyptya</i>															
Cucurbitaceae															

(Continua)

Continuação ...

Tipos polínicos	Período da coleta												
	29/set	13/out	27/out	10/nov	24/nov	08/dez	22/dez	05/jan	19/jan	02/fev	16/fev	02/mar	16/mar
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13/out (A01)	27/out (A02)	10/nov (A03)	24/nov (A04)	08/dez (A05)	22/dez (A06)	05/jan (A07)	19/jan (A08)	02/fev (A09)	16/fev (A10)	02/mar (A11)	16/mar (A12)	30/mar (A13)
<i>Citrus</i> sp.													
Euphorbiaceae													
<i>Cnidosculos urens</i>									9,75	7,75	2,50	5,00	
<i>Croton sonderianus</i>	3,25						2,00	2,00					
<i>Croton</i> sp1													
<i>Jatropha molíssima</i>					1,50								
<i>Manihot dichotoma</i>													
<i>Ricinus communis</i> L.												5,00	6,25
Fabaceae													
<i>Anadenanthera</i> sp.				6,25	2,75								
<i>Anadenanthera colubrina</i> .													
<i>Chamaecrista pilosa</i>													
<i>Centrosema brasilianum</i>													
<i>Indigofera hirsuta</i> L													
<i>Libidibia férrea</i>													
<i>Mimosa arenosa</i>												9,50	2,00
<i>Mimosa caesalpinifolia</i>													
<i>Mimosa sensitiva</i>		22,50	27,75	42,25	37,00	11,00	12,50	29,75	36,00	38,00	36,00	17,750	72,25
<i>Mimosa tenniflora</i>				0,50						44,50	48,75		
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>													

(Continua)

Continuação ...

Tipos polínicos	Período da coleta													
	29/set	13/out	27/out	10/nov	24/nov	08/dez	22/dez	05/jan	19/jan	02/fev	16/fev	02/mar	16/mar	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	13/out (A01)	27/out (A02)	10/nov (A03)	24/nov (A04)	08/dez (A05)	22/dez (A06)	05/jan (A07)	19/jan (A08)	02/fev (A09)	16/fev (A10)	02/mar (A11)	16/mar (A12)	30/mar (A13)	
<i>Senna</i> sp.			4,00	0,75	4,25									
Lamiaceae														
<i>Hyptis suaveolens</i>														
Malpighiaceae														
<i>Malpighia emarginata</i>	6,50	1,25	1,25							1,00				
Malvaceae														
<i>Herisantia tiubae</i>												16,25	3,75	
<i>Pavonia cancellata</i>														
<i>Sida galheirensis</i>														
<i>Waltheria</i> sp.														
Myrtaceae														
<i>Psidium guajava</i> L.	11,00		6,25			4,00						15,00		
Nyctaginaceae														
<i>Boerhavia diffusa</i> L.														
<i>Syzygium cumini</i>							0,50	1,25						
Oxalideae														
<i>Oxalis divaricata</i>														
Polygalaceae														
<i>Polygala violácea</i>														
Portulacaceae														
<i>Portulacaceae</i> sp.	0,50	7,00	2,00	1,25	0,50	1,50	1,50	1,75	1,75	1,50	1,00			
<i>Talinum triangulare</i>														

(Continua)

Continuação ...

Tipos polínicos	Período da coleta												
	29/set	13/out	27/out	10/nov	24/nov	08/dez	22/dez	05/jan	19/jan	02/fev	16/fev	02/mar	16/mar
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13/out (A01)	27/out (A02)	10/nov (A03)	24/nov (A04)	08/dez (A05)	22/dez (A06)	05/jan (A07)	19/jan (A08)	02/fev (A09)	16/fev (A10)	02/mar (A11)	16/mar (A12)	30/mar (A13)
Proteaceae													
<i>Grevillea sp.</i>							0,50	1,00	4,50				
Rhamnaceae													
<i>Ziziphus joazeiro</i>						45,00	45,25	26,75	12,25				
Rubiaceae													
<i>Borreria verticillata</i>													
<i>Richardia gandiflora</i>						0,50							
<i>Rubiaceae sp.1</i>						0,75	0,75					6,00	5,00
<i>Rubiaceae sp. 2</i>													
Rutaceae													
<i>Citrus sp.</i>	1,25	1,25									8,00	12,00	
Sapindaceae													
<i>Serjania sp.</i>													
Turneraceae													
<i>Turnera subulata</i>										1,00	3,00	2,25	
<i>Turnera cearenses</i>													
Verbenaceae													
<i>Lantana câmara</i>	0,25												0,50
Outros						0,50		0,75	0,25	1,25	0,75	0,25	
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

* As colunas em cinza representam o período chuvoso durante o período de estudo e em branco o período seco.

**APÊNDICE B – FREQUÊNCIAS RELATIVAS DOS TIPOS POLÍNICOS IDENTIFICADOS NAS BOLOTAS DE PÓLEN
COLETADAS POR *Apis mellifera* NO APIÁRIO EXPERIMENTAL LOCALIZADO EM ASSÚ/RN DE
30 DE MARÇO DE 2015 A 12 DE OUTUBRO DE 2015.**

Tipos polínicos	Período da coleta																							
	30/mar	13/abr	27/abr	11/mai	25/mai	08/jun	22/jun	06/jul	20/jul	03/ago	17/ago	31/ago	14/set	28/set										
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
	13/abr (A14)	27/abr (A15)	11/mai (A16)	25/mai (A17)	08/jun (A18)	22/jun (A19)	06/jul (A20)	20/jul (A21)	03/ago (A22)	17/ago (A23)	31/ago (A24)	14/set (A25)	28/set (A26)	12/out (A27)										
Acanthaceae																								
<i>Ruellia aspérula</i>												1,25		0,75										
Amaranthaceae																								
<i>Alternanthera tenellan</i>														12,00	7,25		4,00		8,00	7,50	5,00			
<i>Chamissoa</i> sp.															3,00	3,00	3,00							
<i>Froelichia humboldtiana</i>												1,00	1,00											
Anacardiaceae																								
<i>Anacardium occidentale</i> L.																							26,5	26,5
<i>Mangifera indica</i> L.																					4,00	5,25	3,75	2,00
<i>Myracrodruon urundeuva</i>																								
<i>Spondias tuberosa</i>																								3,75
Apocynaceae																								
<i>Alamanda blanchetii</i>																								
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>																								4,00
Arecaceae																								
<i>Cocos nucifera</i>																								
<i>Copernicia prunifera</i>																				3,00	1,00	3,50	5,25	0,25
Bignoniaceae																								
<i>Handroanthus impetiginosus</i>																								

(Continua)

Continuação ...

Tipos polínicos	Período da coleta														
	30/mar	13/abr	27/abr	11/mai	25/mai	08/jun	22/jun	06/jul	20/jul	03/ago	17/ago	31/ago	14/set	28/set	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	13/abr (A14)	27/abr (A15)	11/mai (A16)	25/mai (A17)	08/jun (A18)	22/jun (A19)	06/jul (A20)	20/jul (A21)	03/ago (A22)	17/ago (A23)	31/ago (A24)	14/set (A25)	28/set (A26)	12/out (A27)	
Bixaceae															
<i>Cochlospermum vitifolium</i>										3,00			10,00	7,50	
Boraginaceae															
<i>Varronia leucocephala</i>	1,00	1,00	1,00	1,00											
Burseraceae															
<i>Commiphora leptophloeos</i>			4,00	2,50											
Cactaceae															
<i>Pilosocereus pachycladus</i>	1,5	2,00	1,25	0,25											
Chrysobalanaceae															
<i>Licania rígida</i>															
Combretaceae															
<i>Combretum leprosum</i>					1,25	2,50									
Convolvulaceae															
<i>Evolvulus sp.</i>			0,75		0,50		2,00								
<i>Jacquemontia sp.</i>				1,00											
<i>Ipoema sp.</i>			0,25	0,50											
<i>Merremya aegyptya</i>				1,25											
Cucurbitaceae															
<i>Citrulus sp</i>				5,25			3,00	2,75							
Euphorbiaceae															
<i>Cnidosculos urens</i>					2,25										
<i>Croton sp1</i>	20,25														

(Continua)

Continuação ...

Tipos polínicos	Período da coleta														
	30/mar	13/abr	27/abr	11/mai	25/mai	08/jun	22/jun	06/jul	20/jul	03/ago	17/ago	31/ago	14/set	28/set	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	13/abr (A14)	27/abr (A15)	11/mai (A16)	25/mai (A17)	08/jun (A18)	22/jun (A19)	06/jul (A20)	20/jul (A21)	03/ago (A22)	17/ago (A23)	31/ago (A24)	14/set (A25)	28/set (A26)	12/out (A27)	
<i>Croton sonderianus</i>															
<i>Jatropha molíssima</i>			1,00	1,00					0,25	1,50	0,75	1,00	2,00		
<i>Manihot dichotoma</i>		1,25													
<i>Ricinus communis L.</i>	3,00	1,50													
Fabaceae															
<i>Anadenanthera sp.</i>															
<i>Anadenanthera colubrina</i>										4,50			5,75	5,50	
<i>Centrosema brasilianum</i>															
<i>Chamaecrista pilosa</i>		0,50	0,50			1,00									
<i>Indigofera hirsuta L</i>			0,75	0,75											
<i>Libidibia férrea</i>							1,50								
<i>Mimosa arenosa</i>	15,75	15,00		13,00											
<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	2,50	3,00	3,00	2,00											
<i>Mimosa sensitiva</i>	37,00	40,25	57,00	33,25	41,00	26,00	38,50		5,00	55,00	45,25	42,50			
<i>Mimosa tenniflora</i>					20,75	34,50	1,00	94,00	78,00	13,75	1,00		33,25	18,50	
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>			0,50											24,75	
<i>Senna sp.</i>	2,00	0,75								4,50					
Lamiaceae															
<i>Hyptis suaveolens</i>			0,50												
Malpighiaceae															
<i>Malpighia emarginata</i>										2,00					
Malvaceae															

(Continua)

Continuação ...

Tipos polínicos	Período da coleta														
	30/mar	13/abr	27/abr	11/mai	25/mai	08/jun	22/jun	06/jul	20/jul	03/ago	17/ago	31/ago	14/set	28/set	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	13/abr (A14)	27/abr (A15)	11/mai (A16)	25/mai (A17)	08/jun (A18)	22/jun (A19)	06/jul (A20)	20/jul (A21)	03/ago (A22)	17/ago (A23)	31/ago (A24)	14/set (A25)	28/set (A26)	12/out (A27)	
<i>Herisantia tiubae</i>	2,50	3,00	3,00	2,50	1,00										
<i>Pavonia cancellata</i>	1,50	3,50	1,25												
<i>Sida galheirensis</i>				0,50	0,75										
<i>Waltheria</i> sp.								1,00	4,00						
Myrtaceae															
<i>Psidium guajava</i> L.					4,00		17,00			14,00	10,00	28,00	7,50	1,50	
Nyctaginaceae															
<i>Boerhavia difusa</i> L.	1,25	1,00													
<i>Syzygium cumini</i>															
Oxalideae															
<i>Oxalis divaricata</i>				0,75	0,50										
Polygalaceae															
<i>Polygala violácea</i>				1,00											
Portulacaceae															
<i>Portulacaceae</i> sp.		1,00	0,75	1,00	0,50	2,50	4,50	1,50			6,00				
<i>Talinum triangulare</i>						2,00									
Proteaceae															
<i>Grevillea</i> sp.										1,00					
Rhamnaceae															
<i>Ziziphus joazeiro</i>															
Rubiaceae															
<i>Borreria verticillata</i>		0,75	0,50	7,50					2,00		2,00	4,00			
<i>Richardia grandiflora</i>	2,50	14,75	4,50	1,25				0,50	2,50		4,00	6,00		2,75	

(Continua)

Continuação ...

Tipos polínicos	Período da coleta														
	30/mar	13/abr	27/abr	11/mai	25/mai	08/jun	22/jun	06/jul	20/jul	03/ago	17/ago	31/ago	14/set	28/set	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	13/abr (A14)	27/abr (A15)	11/mai (A16)	25/mai (A17)	08/jun (A18)	22/jun (A19)	06/jul (A20)	20/jul (A21)	03/ago (A22)	17/ago (A23)	31/ago (A24)	14/set (A25)	28/set (A26)	12/out (A27)	
Rubiaceae sp. 1					2,00		3,00								
Rubiaceae sp. 2		1,00	1,00	1,50	14,50	24,00	15,00				3,00				
Rutaceae															
Citrus sp.						7,50	8,00	0,25		9,00	16,00	8,00	5,50	1,75	
Sapindaceae															
Serjania sp.									0,25						
Turneraceae															
Turnera subulata	9,25	8,50	16,00	9,50											
Turnera cearenses														1,25	
Verbenaceae															
Lantana câmara		0,25	0,25	0,25											
Outros				0,50			1,00			2,25	2,00	1,75	0,50		
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

* As colunas em cinza representam o período chuvoso durante o período de estudo e em branco o período seco.

**APÊNDICE C – FREQUÊNCIAS RELATIVAS DOS TIPOS POLÍNICOS IDENTIFICADOS NAS BOLOTAS DE PÓLEN
COLETADAS POR *Apis mellifera* NO APIÁRIO EXPERIMENTAL DA FAZENDA EXPERIMENTAL RAFAEL FERNANDES DA
UFERSA, DE 29 SETEMBRO DE 2014 A 30 DE MARÇO DE 2015**

Tipos polínicos	Período da coleta												
	29/set	13/out	27/out	10/nov	24/nov	08/dez	22/dez	05/jan	19/jan	02/fev	16/fev	02/mar	16/mar
	- 13/out (M01)	- 27/out (M02)	- 10/nov (M03)	- 24/nov (M04)	- 08/dez (M05)	- 22/dez (M06)	- 05/jan (M07)	- 19/jan (M08)	- 02/fev (M09)	- 16/fev (M10)	- 02/mar (M11)	- 16/mar (M12)	- 30/mar (M13)
Acanthaceae													
<i>Ruellia asperula</i>													
Amaranthaceae													
<i>Alternanthera tenella</i>												1,25	0,50
<i>Froelichia humboldtiana</i>													
Anacardiaceae													
<i>Anacardium occidentale L.</i>	22,5	1,00	13,00	21,50	56,00	45,00	94,25	26,00	17,25				
<i>Mangifera indica L.</i>				2,50									
<i>Myracrodruon urundeuva</i>					5,50	3,75							
<i>Spondias tuberosa</i>					1,00	14,25		6,00	3,50	2,00	1,25		
Boraginaceae													
<i>Cordia oncocalyx</i>													
<i>Varronia leucocephala</i>												2,50	2,50

(Continua)

Continuação ...

Tipos polínicos	Período da coleta												
	29/set	13/out	27/out	10/nov	24/nov	08/dez	22/dez	05/jan	19/jan	02/fev	16/fev	02/mar	16/mar
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13/out (M01)	27/out (M02)	10/nov (M03)	24/nov (M04)	08/dez (M05)	22/dez (M06)	05/jan (M07)	19/jan (M08)	02/fev (M09)	16/fev (M10)	02/mar (M11)	16/mar (M12)	30/mar (M13)
Capparaceae													
<i>Cynophalla flexuosa</i>						0,25							
Caricaceae													
<i>Carica papaya L</i>								2,00	4,25				
Cucurbitaceae													
<i>Citrulus sp.</i>	0,75	0,25									4,00		8,75
Euphorbiaceae													
<i>Cnidosculos urens</i>													
<i>Croton sonderianus</i>										14,25	32,25	27,00	20,00
Fabaceae													
<i>Anadenanthera colubrina</i>			6,25		30,50								
<i>Bauhinia longifolia</i>													
<i>Centrosema brasilianum</i>													
<i>Chamaecrista rotundifolia</i>													
<i>Libidibia férrea</i>													
<i>Mimosa arenosa</i>													11,00

(Continua)

Continuação ...

Tipos polínicos	Período da coleta													
	29/set	13/out	27/out	10/nov	24/nov	08/dez	22/dez	05/jan	19/jan	02/fev	16/fev	02/mar	16/mar	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13/out (M01)	27/out (M02)	10/nov (M03)	24/nov (M04)	08/dez (M05)	22/dez (M06)	05/jan (M07)	19/jan (M08)	02/fev (M09)	16/fev (M10)	02/mar (M11)	16/mar (M12)	30/mar (M13)	
<i>Mimosa caesalpinifolia</i>												1,75		
<i>Mimosa sensitiva</i>				0,50	1,00	1,00					37,00		1,00	
<i>Mimosa tenniflora</i>	74,50	98,75	74,25	0,50				40,75			3,00	36,00	4,00	
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>						16,00	5,75	14,25	45,00	70,25				
<i>Poincianella bracteosa</i>														
<i>Senegalia polyphylla</i>														
Lamiaceae														
<i>Hyptis suaveolens</i>														
Malpighiaceae														
<i>Malpighia emarginata</i>														
Malvaceae														
<i>Herissantia tiubae</i>											5,75	6,00	6,25	
<i>Sida sp.</i>														
<i>Waltheria sp.</i>	0,25													
<i>Triumfetta rhomboidea</i>														
Myrtaceae														

(Continua)

Continuação ...

Tipos polínicos	Período da coleta												
	29/set	13/out	27/out	10/nov	24/nov	08/dez	22/dez	05/jan	19/jan	02/fev	16/fev	02/mar	16/mar
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13/out (M01)	27/out (M02)	10/nov (M03)	24/nov (M04)	08/dez (M05)	22/dez (M06)	05/jan (M07)	19/jan (M08)	02/fev (M09)	16/fev (M10)	02/mar (M11)	16/mar (M12)	30/mar (M13)
<i>Eucalyptus sp.</i>			5,00	74,00	6,00	0,50			0,50	1,50	0,25		
<i>Psidium guajava</i> L.	0,50					2,00							
Plantaginaceae													
<i>Scoparia dulcis</i>												4,00	5,50
Polygalaceae													
<i>Polygala violácea</i>													
Portulacaceae													
<i>Talinum triangulare</i>													
Rhamnaceae													
<i>Ziziphus joazeiro</i>						17,25		11,00	10,75				
Rubiaceae													
<i>Borreria verticillata</i>												3,25	6,75
<i>Richardia grandiflora</i>	0,50			0,50							1,75	2,00	6,00
<i>Rubiaceae sp. 1</i>			1,00	0,50					18,00	12,00	6,00	8,00	5,00
Rutaceae													
<i>Citrus sp.</i>											2,00		7,00
Sapindeaceae													
<i>Cardiospermum corindum</i>													8,25

(Continua)

Continuação ...

Tipos polínicos	Período da coleta												
	29/set	13/out	27/out	10/nov	24/nov	08/dez	22/dez	05/jan	19/jan	02/fev	16/fev	02/mar	16/mar
	13/out (M01)	27/out (M02)	10/nov (M03)	24/nov (M04)	08/dez (M05)	22/dez (M06)	05/jan (M07)	19/jan (M08)	02/fev (M09)	16/fev (M10)	02/mar (M11)	16/mar (M12)	30/mar (M13)
Turneraceae													
<i>Turnera subulata</i>													
Outros	1,00		0,50						0,75				
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

* As colunas em cinza representam o período chuvoso durante o período de estudo e em branco o período seco.

**APÊNDICE D – FREQUÊNCIAS RELATIVAS DOS TIPOS POLÍNICOS IDENTIFICADOS NAS BOLOTAS DE PÓLEN
COLETADAS POR *Apis mellifera* NO APIÁRIO EXPERIMENTAL DA FAZENDA EXPERIMENTAL RAFAEL FERNANDES DA
UFERSA, DE 30 DE MARÇO A 12 DE OUTUBRO DE 2015.**

Tipo polínico	Período da coleta													
	30/mar	13/abr	27/abr	11/mai	25/mai	08/jun	22/jun	06/jul	20/jul	03/ago	17/ago	31/ago	14/set	28/set
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13/abr (M14)	27/abr (M15)	11/mai (M16)	25/mai (M17)	08/jun (M18)	22/jun (M19)	06/jul (M20)	20/jul (M21)	03/ago (M22)	17/ago (M23)	31/ago (M24)	14/set (M25)	28/set (M26)	12/out (M27)
Acanthaceae														
<i>Ruellia asperula</i>										11,25	2,50			
Amaranthaceae														
<i>Alternanthera tenella</i>					0,50	0,50								
<i>Froelichia humboldtiana</i>					0,25	0,50	0,75	0,25		1,50	1,50			
Anacardiaceae														
<i>Anacardium occidentale L.</i>														7,00
<i>Mangifera indica L.</i>												1,75	1,00	
<i>Myracrodruon urundeuva</i>											4,00	18,00	10,00	11,75
<i>Spondias tuberosa</i>			1,50	0,75	22,00	5,00								
Boraginaceae														
<i>Cordia oncocalyx</i>				1,50	1,75	1,25								
<i>Varronia leucocephala</i>	0,25	1,00	1,25	14,00	52,50	18,75	90,00			1,00				

(Continua)

Continuação ...

Tipo polínico	Período da coleta													
	30/mar	13/abr	27/abr	11/mai	25/mai	08/jun	22/jun	06/jul	20/jul	03/ago	17/ago	31/ago	14/set	28/set
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13/abr (M14)	27/abr (M15)	11/mai (M16)	25/mai (M17)	08/jun (M18)	22/jun (M19)	06/jul (M20)	20/jul (M21)	03/ago (M22)	17/ago (M23)	31/ago (M24)	14/set (M25)	28/set (M26)	12/out (M27)
Capparaceae														
<i>Cynophalla flexuosa</i>														
Caricaceae														
<i>Carica papaya L</i>														
Cucurbitaceae														
<i>Citrulus sp.</i>		0,50		1,00										
Euphorbiaceae														
<i>Cnidosculos urens</i>							0,25							
<i>Croton sonderianus</i>	1,25	1,00												
Fabaceae														
<i>Anadenanthera colubrina</i>														5,00
<i>Bauhinia longifolia</i>			1,25	1,50										
<i>Centrosema brasilianum</i>			0,50	0,50	0,50	0,25								
<i>Chamaecrista rotundifolia</i>		1,75	3,00	1,25	2,75	0,25								
<i>Libidibia férrea</i>							0,50			5,25	6,25			
<i>Mimosa arenosa</i>				1,00	5,00	1,00	5,50			3,00				

(Continua)

Continuação ...

Tipo polínico	Período da coleta													
	30/mar	13/abr	27/abr	11/mai	25/mai	08/jun	22/jun	06/jul	20/jul	03/ago	17/ago	31/ago	14/set	28/set
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13/abr (M14)	27/abr (M15)	11/mai (M16)	25/mai (M17)	08/jun (M18)	22/jun (M19)	06/jul (M20)	20/jul (M21)	03/ago (M22)	17/ago (M23)	31/ago (M24)	14/set (M25)	28/set (M26)	12/out (M27)
<i>Mimosa caesalpinifolia</i>						10,25	0,50	1,00	1,00					
<i>Mimosa sensitiva</i>		6,00	5,25											
<i>Mimosa tenniflora</i>	96,50	84,25	73,25	61,25		55,75	2,50	98,00	99,00	7,00	40,50	26,25	50,75	32,75
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>														
<i>Poincianella bracteosa</i>				0,75	0,75	0,50								
<i>Senegalia polyphylla</i>	1,50	0,50	3,75		1,75	0,50								
Lamiaceae														
<i>Hyptis suaveolens</i>					0,75									
Malpighiaceae														
<i>Malpighia emarginata</i>				0,25	3,50	2,50								
Malvaceae														
<i>Herisantia tiubae</i>			0,25	0,75	0,50	0,25				10,00				
<i>Sida sp.</i>			0,50	0,50										
<i>Waltheria sp.</i>										2,00		4,00	2,00	
<i>Triumfetta rhomboidea</i>				0,25	0,50	0,25								
Myrtaceae														
<i>Eucalyptus sp.</i>										15,75	30,50	30,75	28,00	25,50
<i>Psidium guajava</i> L.														13,00

(Continua)

Continuação ...

Tipo polínico	Período da coleta													
	30/mar	13/abr	27/abr	11/mai	25/mai	08/jun	22/jun	06/jul	20/jul	03/ago	17/ago	31/ago	14/set	28/set
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13/abr (M14)	27/abr (M15)	11/mai (M16)	25/mai (M17)	08/jun (M18)	22/jun (M19)	06/jul (M20)	20/jul (M21)	03/ago (M22)	17/ago (M23)	31/ago (M24)	14/set (M25)	28/set (M26)	12/out (M27)
Plantaginaceae														
<i>Scoparia dulcis</i>			1,25	1,50	0,25									
Polygalaceae														
<i>Polygala violacea</i>				0,50										
Portulacaceae														
<i>Talinum triangulare</i>			1,25	1,25	1,00	1,50								
Rhamnaceae														
<i>Ziziphus joazeiro</i>														
Rubiaceae														
<i>Borreria verticillata</i>					1,50	0,25								
<i>Richardia grandiflora</i>			4,75	1,75	1,75	0,50				34,25	13,00	7,25	0,50	
<i>Rubiaceae sp. 1</i>		1,00												1,50
Rutaceae														
<i>Citrus sp.</i>	0,25			1,25						7,75		11,25	7,50	3,00
Sapindeaceae														
<i>Cardiospermum corindum</i>		3,25	2,00	7,50	2,00	0,25								
Turneraceae														
<i>Turnera subulata</i>	0,25	0,75	0,25	0,50	0,50									
Outros				0,50				0,75		1,25	1,75	0,75	0,25	0,50
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

* As colunas em cinza representam o período chuvoso durante o período de estudo e em branco o período seco.

**APÊNDICE E – PESO ÚMIDO (EM GRAMAS) DE PÓLEN RETIDO NOS
COLETORES DAS COLMEIAS DOS APIÁRIOS LOCALIZADOS EM ASSÚ E
MOSSORÓ, NO PERÍODO DE 29 DE SETEMBRO DE 2014 A 12 DE OUTUBRO DE
2015.**

Período da coleta	Amostras de Assú	Peso (g)	Amostras de Mossoró	Peso (g)
29/09 à 13/10/14	A1	53,81	M1	65,94
13/10 à 27/10/14	A2	67,49	M2	545,41
27/10 à 10/11/14	A3	75,69	M3	545,24
10/11 à 24/11/14	A4	56,19	M4	76,27
24/11 à 08/12/14	A5	51,27	M5	71,87
08/12 à 22/12/14	A6	54,04	M6	59,33
22/12 à 05/01/15	A7	55,37	M7	107,69
05/01 à 19/01/15	A8	42,48	M8	2339,05
19/01 à 02/02/15	A9	48,36	M9	80,91
02/02 à 16/02/15	A10	47,44	M10	59,37
16/02 à 02/03/15	A11	46,92	M11	51,03
02/03 à 16/03/15	A12	40,45	M12	152,61
16/03 à 30/03/15	A13	121,96	M13	234,40
30/03 à 13/04/15	A14	387,39	M14	153,04
13/04 à 27/04/15	A15	161,82	M15	168,63
27/04 à 11/05/15	A16	387,39	M16	382,29
11/05 à 25/05/15	A17	173,92	M17	942,90
25/05 à 08/06/15	A18	137,08	M18	859,93
08/06 à 22/06/15	A19	189,26	M19	387,13
22/06 à 06/07/15	A20	76,58	M20	370,65
06/07 à 20/07/15	A21	581,19	M21	1432,16
20/07 à 03/08/15	A22	181,35	M22	1263,47
03/08 à 17/08/15	A23	51,53	M23	53,84
17/08 à 31/08/15	A24	40,60	M24	85,81
31/08 à 14/09/15	A25	35,99	M25	72,45
14/09 à 28/09/15	A26	36,74	M26	68,70
28/09 à 12/10/15	A27	41,37	M27	80,91
Total		3.243,68		10.711,03

APÊNDICE F – ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS REALIZADAS EM BOLOTAS DE PÓLEN, DE COLMÉIAS DE ABELHAS *Apis mellifera* DO APIÁRIO LOCALIZADO EM ASSÚ/RN E MOSSORÓ/RN, NO PERÍODO DE 29 DE SETEMBRO DE 2014 A 09 DE OUTUBRO DE 2015.

Período de coleta	Amostra	Cinzas	Proteínas	Lipídeos	Carboidratos
----- (%) -----					
Assú/RN					
29/09 a 13/10	A1	2,96 ± 0,02	19,78 ± 0,15	2,85 ± 0,17	74,41 ± 0,20
13/10 a 27/10	A2	2,41 ± 0,01	14,17 ± 0,18	2,80 ± 0,11	80,61 ± 0,20
27/10 a 10/11	A3	2,96 ± 0,00	13,33 ± 0,10	2,60 ± 0,20	81,11 ± 0,55
10/11 a 24/11	A4	3,25 ± 0,00	15,63 ± 0,20	3,02 ± 0,10	78,10 ± 0,14
24/11 a 08/12	A5	2,89 ± 0,00	15,99 ± 0,50	3,23 ± 0,50	77,89 ± 0,21
08/12 a 22/12	A6	3,53 ± 0,12	20,13 ± 0,10	3,14 ± 0,11	73,19 ± 0,30
22/12 a 05/01	A7	3,05 ± 0,30	18,49 ± 0,14	3,32 ± 0,34	75,14 ± 1,10
05/01 a 19/01	A8	2,77 ± 0,32	14,82 ± 0,11	2,89 ± 0,10	79,52 ± 0,20
19/01 a 02/02	A9	3,12 ± 0,00	17,62 ± 0,15	3,16 ± 0,61	76,09 ± 0,00
02/02 a 16/02	A10	3,20 ± 0,10	16,79 ± 0,12	3,54 ± 0,30	74,47 ± 0,70
16/02 a 02/03	A11	2,98 ± 0,20	14,36 ± 0,60	3,36 ± 0,71	79,29 ± 0,10
02/03 a 16/03	A12	2,47 ± 0,23	24,81 ± 0, 15	3,26 ± 0,15	69,44 ± 0,60
16/03 a 30/03	A13	2,35 ± 0,40	22,45 ± 0,11	3,66 ± 0,16	71,53 ± 0,20
30/03 a 13/04	A14	2,45 ± 0,13	23,47 ± 0, 14	4,82 ± 0,32	69,25 ± 0,10
13/04 a 27/04	A15	2,51 ± 0,27	21,34 ± 0,11	4,56 ± 0,11	71,58 ± 0,16
27/04 a 11/05	A16	2,08 ± 0, 18	22,25 ± 0,10	4,28 ± 0,15	71,38 ± 0,00
11/05 a 25/05	A17	3,14 ± 0,63	23,17 ± 0,20	4,36 ± 0,06	69,32 ± 0,18
25/05 a 08/06	A18	3,05 ± 0,14	22,15 ± 0,15	4,11 ± 0,04	70,68 ± 0,00
08/06 a 22/06	A19	2,86 ± 0,15	21,77 ± 0, 81	4,34 ± 0,30	71,02 ± 0,34
22/06 a 06/07	A20	2,98 ± 0,11	23,21 ± 0,14	4,54 ± 0,14	69,26 ± 0,02
06/07 a 20/07	A21	3,07 ± 0,00	20,15 ± 0,34	4,22 ± 0,11	72,55 ± 0,19
20/07 a 03/08	A22	3,09 ± 0,19	19,44 ± 0,15	4,12 ± 0,05	73,34 ± 0,20
03/08 a 17/08	A23	3,11 ± 0,00	17,36 ± 0, 26	4,00 ± 0,60	75,52 ± 0,10
17/08 a 31/08	A24	2,67 ± 0,22	18,14 ± 0, 17	3,98 ± 0,07	75,20 ± 0,10
31/08 a 14/09	A25	2,73 ± 0,36	24,33 ± 0,11	3,14 ± 0,03	69,79 ± 0,00
14/09 a 28/09	A26	2,88 ± 0,12	20,63 ± 0,01	3,25 ± 0,09	73,23 ± 0,16
28/09 a 12/10	A27	2,96 ± 0,00	20,36 ± 0,04	3,03 ± 0,29	73,64 ± 0,86
Intervalo		2,08 – 3,53	13,33 – 24, 81	2,60 – 4,82	69,25 – 81,11
Mossoró/RN					
29/09 a 13/10	M1	4,23 ± 0,40	20,74 ± 0,64	3,55 ± 0,33	71,48 ± 0,00
13/10 a 27/10	M2	2,87 ± 0,00	25,17 ± 0,14	3,47 ± 0,25	68,49 ± 0,26
27/10 a 10/11	M3	3,90 ± 0,15	19,62 ± 0,52	3,50 ± 0,03	72,98 ± 0,10
10/11 a 24/11	M4	3,95 ± 0,03	14,63 ± 0,06	3,21 ± 0,21	78,21 ± 0,24
24/11 a 08/12	M5	3,96 ± 0,17	25,59 ± 0,12	3,48 ± 0,11	66,97 ± 1,30

(Continua)

Continuação ...

Período de coleta	Amostra	Cinzas	Proteínas	Lipídeos	Carboidratos
----- (%) -----					
08/12 a 22/12	M6	3,96 ± 0,02	22,71 ± 0,00	3,76 ± 0,15	69,58 ± 0,50
22/12 a 05/01	M7	3,80 ± 0,00	23,50 ± 0,15	3,57 ± 0,16	69,14 ± 0,20
05/01 a 19/01	M8	3,28 ± 0,14	16,70 ± 0,00	3,67 ± 0,32	76,35 ± 0,17
19/01 a 02/02	M9	3,48 ± 0,09	17,62 ± 0,20	3,89 ± 0,11	75,00 ± 0,22
02/02 a 16/02	M10	3,92 ± 0,00	24,36 ± 0,16	4,22 ± 0,17	67,50 ± 0,14
16/02 a 02/03	M11	4,40 ± 0,58	18,47 ± 0,11	4,24 ± 0,12	72,90 ± 0,00
02/03 a 16/03	M12	2,80 ± 0,00	16,26 ± 0,18	4,37 ± 0,14	76,57 ± 0,35
16/03 a 30/03	M13	2,43 ± 0,05	15,40 ± 0,10	4,80 ± 0,30	77,37 ± 0,12
30/03 a 13/04	M14	3,64 ± 0,03	23,38 ± 0,00	4,86 ± 0,03	68,12 ± 0,00
13/04 a 27/04	M15	3,95 ± 0,00	22,37 ± 0,11	4,64 ± 0,20	69,05 ± 0,15
27/04 a 11/05	M16	3,90 ± 0,11	22,27 ± 0,33	4,77 ± 0,16	69,06 ± 0,20
11/05 a 25/05	M17	4,95 ± 0,18	21,33 ± 0,26	4,52 ± 0,31	69,20 ± 0,23
25/05 a 08/06	M18	4,55 ± 0,12	22,34 ± 0,00	4,31 ± 0,11	68,81 ± 0,18
08/06 a 22/06	M19	4,96 ± 0,19	19,12 ± 0,00	4,32 ± 0,16	71,60 ± 0,00
22/06 a 06/07	M20	5,00 ± 0,16	21,34 ± 0,15	4,51 ± 0,04	69,15 ± 0,80
06/07 a 20/07	M21	3,80 ± 0,02	24,16 ± 0,38	4,23 ± 0,19	67,82 ± 0,30
20/07 a 03/08	M22	3,58 ± 0,30	24,57 ± 0,11	3,89 ± 0,17	67,17 ± 0,22
03/08 a 17/08	M23	3,49 ± 0,07	24,37 ± 0,50	3,58 ± 0,06	68,56 ± 0,10
17/08 a 31/08	M24	3,89 ± 0,13	23,45 ± 0,14	3,51 ± 0,13	69,15 ± 0,26
31/08 a 14/09	M25	3,98 ± 0,06	22,24 ± 0,03	3,85 ± 0,17	69,93 ± 0,00
14/09 a 28/09	M26	3,98 ± 0,03	19,25 ± 0,21	3,94 ± 0,16	72,83 ± 0,12
28/09 a 12/10	M27	3,77 ± 0,00	18,24 ± 0,31	3,88 ± 0,11	74,11 ± 0,46
Intervalo		2,43 – 5,00	14,63 – 25,59	3,21 – 4,86	66,97 – 78,21
Legislação Brasileira		Máximo 4	Mínimo 8	Mínimo 1,8	-
Legislação Argentina		Máximo 4	Entre 15 e 29	-	-
Legislação Francesa		Entre 2 e 6	Entre 10 e 41	Entre 1 e 10	-
Legislação Russa		Máximo 4	Mínimo 21	-	-
Legislação Suíça		Entre 2 e 6	Entre 10 e 40	Entre 1 e 10	-

* Análises realizadas em triplicata e os resultados expressos em média ±desvio padrão

APÊNDICE G – TEORES DE COMPOSTOS FENÓLICOS, FLAVONÓIDES E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE AMOSTRAS DE PÓLEN APÍCOLA COLETADOS EM APIÁRIOS LOCALIZADOS NOS MUNICÍPIOS DE ASSÚ E MOSSORÓ/RN NO PERÍODO DE 29 DE SETEMBRO DE 2014 A 12 DE OUTUBRO DE 2015.

Período de coleta	Amostra	Compostos fenólicos totais (mg GAE/ g de pólen)	Flavonóides (mg quercetina/ g de pólen)	Atividade antioxidante (% AA)
Assú/RN				
29/09 a 13/10	A1	27,49 ± 1,10	12,72 ± 0,21	82,43 ± 0,80
13/10 a 27/10	A2	11,23 ± 0,22	5,93 ± 0,11	91,61 ± 0,46
27/10 a 10/11	A3	12,38 ± 0,41	6,57 ± 0,19	91,13 ± 0,38
10/11 a 24/11	A4	12,33 ± 0,00	7,81 ± 0,03	89,42 ± 0,29
24/11 a 08/12	A5	13,48 ± 0,20	6,42 ± 0,18	89,77 ± 0,70
08/12 a 22/12	A6	14,22 ± 0,11	4,46 ± 0,11	93,17 ± 0,88
22/12 a 05/01	A7	19,68 ± 0,14	6,21 ± 0,05	95,13 ± 0,75
05/01 a 19/01	A8	8,89 ± 0,04	3,31 ± 0,03	89,28 ± 1,14
19/01 a 02/02	A9	9,34 ± 0,39	4,63 ± 0,60	96,42 ± 0,83
02/02 a 16/02	A10	20,64 ± 0,16	14,23 ± 0,14	91,46 ± 0,38
16/02 a 02/03	A11	26,33 ± 0,31	19,35 ± 0,62	92,27 ± 1,43
02/03 a 16/03	A12	17,42 ± 0,06	12,39 ± 0,11	91,38 ± 0,98
16/03 a 30/03	A13	18,53 ± 0,08	15,37 ± 0,17	91,33 ± 0,48
30/03 a 13/04	A14	17,34 ± 0,23	11,59 ± 0,07	94,25 ± 0,74
13/04 a 27/04	A15	16,28 ± 0,08	12,34 ± 0,16	91,58 ± 0,83
27/04 a 11/05	A16	14,78 ± 0,00	10,48 ± 0,14	91,86 ± 0,64
11/05 a 25/05	A17	15,67 ± 0,15	11,88 ± 0,22	89,81 ± 0,66
25/05 a 08/06	A18	11,67 ± 0,19	9,55 ± 0,18	90,86 ± 0,28
08/06 a 22/06	A19	14,97 ± 0,05	12,56 ± 0,16	91,04 ± 0,88
22/06 a 06/07	A20	10,36 ± 0,08	7,87 ± 0,05	91,44 ± 1,43
06/07 a 20/07	A21	59,11 ± 0,16	47,90 ± 0,15	92,96 ± 0,81
20/07 a 03/08	A22	8,56 ± 0,11	7,90 ± 0,09	93,34 ± 1,67
03/08 a 17/08	A23	7,78 ± 0,54	4,56 ± 0,27	85,32 ± 0,12
17/08 a 31/08	A24	14,04 ± 0,16	6,79 ± 0,16	95,31 ± 0,48
31/08 a 14/09	A25	7,68 ± 0,02	1,68 ± 0,14	93,97 ± 0,50
14/09 a 28/09	A26	29,36 ± 0,07	18,64 ± 0,06	88,33 ± 0,39
28/09 a 12/10	A27	29,55 ± 0,11	16,48 ± 0,16	88,64 ± 0,37
Intervalo		7,68 – 59,11	1,68 – 47,9	82,43 – 96,42
Mossoró/RN				
29/09 a 13/10	M1	58,80 ± 0,28	27,17 ± 0,13	88,96 ± 0,65
13/10 a 27/10	M2	63,32 ± 0,13	48,16 ± 0,22	91,23 ± 0,94
27/10 a 10/11	M3	58,66 ± 0,03	27,15 ± 0,00	87,55 ± 1,22
10/11 a 24/11	M4	46,36 ± 0,09	11,31 ± 0,20	92,34 ± 0,13
24/11 a 08/12	M5	12,38 ± 0,93	8,61 ± 0,59	92,22 ± 0,49
08/12 a 22/12	M6	16,81 ± 0,62	8,59 ± 0,02	92,87 ± 0,16
22/12 a 05/01	M7	38,32 ± 0,19	19,61 ± 0,18	85,45 ± 0,13
05/01 a 19/01	M8	35,83 ± 1,73	26,61 ± 0,15	84,22 ± 1,27
19/01 a 02/02	M9	53,16 ± 0,00	13,38 ± 0,01	83,87 ± 0,67
02/02 a 16/02	M10	48,79 ± 0,28	11,50 ± 0,01	78,96 ± 0,82

(Continua)

Continuação ...

Período de coleta	Amostra	Compostos fenólicos totais (mg GAE/ g de pólen)	Flavonóides (mg quercetina/ g de pólen)	Atividade antioxidante (% AA)
16/02 a 02/03	M11	14,76 ± 0,11	13,37 ± 0,90	81,23 ± 0,63
02/03 a 16/03	M12	34,83 ± 0,00	9,14 ± 0,12	93,77 ± 0,44
16/03 a 30/03	M13	8,53 ± 0,37	4,92 ± 0,43	89,59 ± 0,16
30/03 a 13/04	M14	63,47 ± 0,28	48,94 ± 0,16	93,62 ± 0,84
13/04 a 27/04	M15	53,63 ± 0,00	42,51 ± 0,07	91,92 ± 0,19
27/04 a 11/05	M16	44,85 ± 0,07	38,08 ± 0,00	87,22 ± 0,91
11/05 a 25/05	M17	32,16 ± 0,02	13,14 ± 0,19	93,88 ± 0,55
25/05 a 08/06	M18	15,33 ± 1,03	3,47 ± 0,04	88,36 ± 0,49
08/06 a 22/06	M19	16,55 ± 0,31	8,68 ± 0,17	85,35 ± 0,74
22/06 a 06/07	M20	18,41 ± 0,04	9,82 ± 0,00	94,37 ± 0,43
06/07 a 20/07	M21	70,31 ± 0,29	49,03 ± 0,16	91,59 ± 0,18
20/07 a 03/08	M22	65,42 ± 0,03	48,03 ± 0,14	93,44 ± 0,39
03/08 a 17/08	M23	19,38 ± 0,28	3,44 ± 0,19	92,92 ± 0,22
17/08 a 31/08	M24	38,29 ± 0,19	24,63 ± 0,00	90,39 ± 0,83
31/08 a 14/09	M25	28,26 ± 0,14	12,16 ± 0,10	87,62 ± 0,41
14/09 a 28/09	M26	19,20 ± 0,11	9,72 ± 0,18	81,12 ± 0,17
28/09 a 12/10	M27	12,45 ± 0,39	8,35 ± 0,02	88,37 ± 0,52
Intervalo		8,53 – 70,31	3,44 – 49,03	78,96 – 94,37

* Análises realizadas em triplicata e os resultados expressos em média ±desvio padrão

**APÊNDICE H – DADOS DE ESPECTROS DE MASSAS DOS CONSTITUINTES
DETECTADOS NO EXTRATO CLOROFÓRMICO DO POLEN DE CAJU
POR GC-MS.**

Tr Min.	IE - [M]⁺ <i>m/z</i>	Estrutura proposta
16.35	256 (13) C ₁₆ H ₃₂ O ₂ 213 (14), 185 (11), 171 (11), 157 (13), 129 (34), 115 (13), 97 (18), 87 (21), 73 (100)	Ácido palmídico
17.64	282 (1) C ₂₀ H ₄₂ 211 (1), 127 (2), 113 (7), 99 (23), 85 (40), 71 (90)	<i>n</i> -eicosano
18.50	296 (2) C ₂₁ H ₄₄ 211 (1), 127 (2), 113 (7), 99 (23), 85 (40), 71 (90)	<i>n</i> -heneicosano
19.39	324 (10) C ₂₃ H ₄₈ 211 (1), 127 (5), 113 (20), 99 (30), 85 (60), 71 (90)	<i>n</i> -tricosano
20.21	338 (5) C ₂₄ H ₅₀ 211 (1), 127 (2), 113 (7), 99 (13), 85 (40), 71 (87)	<i>n</i> -tetracosano
21.00	352 (5) C ₂₅ H ₅₂ 211 (1), 127 (20), 113 (30), 99 (40), 85 (70), 71 (90)	<i>n</i> -pentacosano
21.76	366 (1) C ₂₆ H ₅₄ 127 (10), 113 (20), 99 (30), 85 (70), 71 (90)	<i>n</i> -hexacosano
22.49	380 (5) C ₂₇ H ₅₆ 127 (27), 113 (30), 99 (50), 85 (70), 71 (90), 57 (100)	<i>n</i> -heptacosano
23.50	410 (1) C ₃₀ H ₅₀ 136 (8), 121 (10), 95 (15), 81 (55), 69 (100)	Escaleno
23.99	408 (10) C ₂₉ H ₆₀ 155 (20), 141 (30), 127 (40), 113 (50), 99 (60), 85 (70), 71 (90)	<i>n</i> -nonacosano
26.02	436 (10) C ₃₁ H ₆₄ 155 (10), 141 (20), 127 (40), 113 (50), 99 (60), 85 (70), 71 (90)	<i>n</i> -hentriacontano

**APÊNDICE I – DADOS DE ESPECTROS DE MASSAS DOS CONSTITUINTES
DETECTADOS NO EXTRATO CLOROFÓRMICO DO POLEN DE JUREMA-PRETA
POR GC-MS.**

Tr Min.	IE - [M]⁺ m/z	Estrutura proposta
19.40	324 (10) C ₂₃ H ₄₈ 211 (1), 127 (5), 113 (20), 99 (30), 85 (60), 71 (90)	<i>n</i> -tricosano
21.00	352 (5) C ₂₅ H ₅₂ 211 (1), 127 (20), 113 (30), 99 (40), 85 (70), 71 (90)	<i>n</i> -pentacosano
21.14	298 (20) (C ₁₈ H ₃₈ O ₂) 255 (20), 199 (20), 143 (40), 87 (80), 74 (100)	Ácido metil octadecenoico
22.49	380 (5) C ₂₇ H ₅₆ 127 (27), 113 (30), 99 (50), 85 (70), 71 (90), 57 (100)	<i>n</i> -heptacosano
22.58	192 (1) C ₁₃ H ₂₀ O 191 (60), 135 (40), 121 (80), 107 (70), 95 (90), 79 (100)	NI
23.50	410 (1) C ₃₀ H ₅₀ 136 (8), 121 (10), 95 (15), 81 (55), 69 (100)	Escaleno
23.99	408 (10) C ₂₉ H ₆₀ 155 (20), 141 (30), 127 (40), 113 (50), 99 (60), 85 (70), 71 (90)	<i>n</i> -nonacosano
24.52	204(1) C ₁₅ H ₂₄ 136 (8), 121 (10), 95 (15), 81 (55), 69 (100)	Humuleno
29.81	414 (35) C ₂₉ H ₅₀ O 399 (18), 396 (19), 381 (21), 329 (33), 303 (17), 273 (13), 255 (22), 213 (39), 207 (41), 173 (21), 161 (36), 147 (28), 133 (32)	Sitosterol

NI – Não identificado

**APÊNDICE J – DADOS DE ESPECTROS DE MASSAS DOS CONSTITUINTES
DETECTADOS NO EXTRATO HIDROMETANÓLICO DO POLEN DE CAJU
POR HPLC-DAD-ESI-MS/MS.**

Nº	Tr min	HPLC/DAD Max (nm)	HPLC/(+)ESI-MS/MS <i>m/z</i> (% base peak)	HPLC/(-)ESI-MS/MS <i>m/z</i> (% base peak)	Identificação
1	35.5	-	[M + H] ⁺ - 284.30		AP*
2	35.9	-	[M + H] ⁺ - 330.27		AP
3	36.4	-	MS/MS – 312.29 (100) [M + Na] ⁺ - 453.14 [M + H] ⁺ - 437.24 MS/MS – 303.09		NI**
4	40.3		[M + Na] ⁺ - 301.13 MS/MS – 245.03		NI
5	41.9	260 – 360	[M + H] ⁺ - 317.15	[M - H] ⁻ - 293.15	NI
6	42.0			[M - H] ⁻ - 293.15	NI
7	42.4		[M + H] ⁺ - 309.14 MS/MS – 277.12 (100), 221.04 (100)	MS/MS – 275.10 (100), 235.07	NI
8	42.6		[M + H] ⁺ - 362.24 MS/MS – 307.08, 249.02		AP
9	43.1		[M + H] ⁺ - 494.52 MS/MS – 298.30, 270.29		AP
10	43.9		[M + Na] ⁺ - 522.67 MS/MS – 298.30 (50), 270.29 (40)		AP
11	44.3		[M + Na] ⁺ - 375.25 [M + H] ⁺ - 353.27 MS/MS – 335.21 (80), 261.18 (100)		AP
12	44.8		[M + H] ⁺ - 550.72 MS/MS – 298.31		AP
13	45.4		[M + Na] ⁺ - 659.27 [M + H] ⁺ - 637.26 MS/MS – 581.29 (100), 525.25		NI
14	45.3			[M - H] ⁻ - 681.34 MS/MS – 653.29	NI
15	46.1		[M + Na] ⁺ - 323.20 [M + H] ⁺ - 301.10		NI
16	46.2			[M - H] ⁻ - 277.05 MS/MS – 233.12	NI
17	46.4			[M - H] ⁻ - 617.39 MS/MS – 601.46 (100), 531.39 (80), 363.07	NI
18				[M - H] ⁻ - 279.10	NI
19				[M - H] ⁻ - 255.08	NI
20	50.1		[M + Na] ⁺ - 413 MS/MS - 301.11		NI
21				[M - H] ⁻ - 687.62 MS/MS – 641.59	NI

* Alcalólide pirrolizidinico; ** NI – Não identificado;

**APÊNDICE L – DADOS DE ESPECTROS DE MASSAS DOS CONSTITUINTES
DETECTADOS NO EXTRATO HIDROMETANÓLICO DO POLEN DE JUREMA-
PRETA POR HPLC-DAD-ESI-MS/MS.**

Nº	Tr min	HPLC/DAD Max (nm)	HPLC/(+)ESI-MS/MS <i>m/z</i> (% base peak)	HPLC/(-)ESI-MS/MS <i>m/z</i> (% base peak)	Identificação
1	2.9		[M + Na] ⁺ - 233.00 [M + H] ⁺ - 211.00		NI
2	20.0		[M + H] ⁺ - 791.29 MS/MS – 774.34 (20), 597.38 (60), 335.15 (100), 264.08	[M - H] ⁻ - 789.27 MS/MS – 609.27 (100), 429.17 (50)	NI
3	20.2		[M + H] ⁺ - 761.32 MS/MS – 744.38 (20), 585.37 (100), 335.20 (70), 264.08		NI
4	20.5			[M - H] ⁻ - 623.09 MS/MS – 591.05 (20), 459.02 (70), NI315.00 (100)	NI
5	20.8		[M + Na] ⁺ - 427.09 MS/MS – 409.07 (20), 295.04 (100)	[M - H] ⁻ - 403.04 MS/MS – 270.91	NI
6	25.2		[M + H] ⁺ - 273.00 MS/MS – 153	[M - H] ⁻ - 271.04 MS/MS – 150.91	NI
7	25.2		[M + Na] ⁺ - 427.09 MS/MS – 295.04 (100)	[M - H] ⁻ - 403.04 MS/MS – 270.91	NI
8	26.0	300 – 330	[M + Na] ⁺ - 756.22 MS/MS – 550.31 (100), 374.20 (40) [M + H] ⁺ - 734.29 MS/MS – 558.00 (80), 540.33 (100)	[M - H] ⁻ - 732.21 MS/MS – 552.28 (100), 372.14 (20)	NI
9	26.4	300 - 330	[M + Na] ⁺ - 696.22 MS/MS – 520.33 (100), 344.18 (40) [M + H] ⁺ - 674.24 MS/MS – 498.00 (60), 480.29 (100)	[M - H] ⁻ - 672.25 MS/MS – 522.23 (100), 372.12 (20)	N',N'',N'''-tris-p- feruloyl spermidina***
10	26.6			[M - H] ⁻ - 271.04 MS/MS – 150.91	NI
11	27.1	300 – 330	[M + Na] ⁺ - 756.22 MS/MS – 550.31 (100), 374.20 (40) [M + H] ⁺ - 734.29 MS/MS – 558.00 (80), 540.33 (100)	[M - H] ⁻ - 732.26 MS/MS – 552.25 (100), 372.09 (20)	NI
12	28.1	300 – 330	[M + Na] ⁺ - 756.22 MS/MS – 550.31 (100), 374.20 (40) [M + H] ⁺ - 734.29 MS/MS – 558.00 (80), 540.33 (100)	[M - H] ⁻ - 732.26 MS/MS – 552.25 (100), 372.09 (20)	NI
13	28.3			[M - H] ⁻ - 702.22 MS/MS – 552.19 (70), 522.22 (100)	AP

(Continua)

Continuação ...

No	Tr min	HPLC/DAD Max (nm)	HPLC/(+)ESI-MS/MS m/z (% base peak)	HPLC/(-)ESI-MS/MS m/z (% base peak)	Identificação
14	29.0		[M + Na] ⁺ - 989.37 MS/MS – 783.39 (100), 607.40 (40) [M + H] ⁺ - 967.38 MS/MS – 791.41	[M - H] ⁻ - 965.36 MS/MS – 785.34 (100), 605.28 (50)	
15	40.3		[M + Na] ⁺ - 301.13 MS/MS – 245.03 (100), 170.97 (20)		NI
16	43.1		[M + H] ⁺ - 494.52 MS/MS – 298.30, 270.29		AP
17	43.4		[M + Na] ⁺ - 540.27 MS/MS – 481.27 (100) [M + H] ⁺ - 518.32 MS/MS – 500.38 (100), 184.00 (30)		AP
18	43.5			[M - H] ⁻ - 562.36 MS/MS – 502.29	NI
19	43.7			[M - H] ⁻ - 617.45 MS/MS – 601.46 (100), 531.37 (80), 363.11 (50)	NI
20	43.9		[M + Na] ⁺ - 522.67 MS/MS – 298.30 (50), 270.29 (40) [M + H] ⁺ - 500.28 MS/MS – 457.26		AP
21	44.2			[M - H] ⁻ - 476.29 MS/MS – 279.09	AP
22	44.6			[M - H] ⁻ - 564.41 MS/MS – 504.31	AP
23	44.8		[M + Na] ⁺ - 542.29 MS/MS – 483.29 (100), 359.25 (20) [M + H] ⁺ - 520.31 MS/MS – 502.40 (80), 183.99 (100)		AP
24	45.2			[M - H] ⁻ - 452.26 MS/MS – 255.09	NI
25	45.4		[M + Na] ⁺ - 659.23 [M + H] ⁺ - 637.29 MS/MS – 581.27 (100), 525.24 (50)		NI
26	45.9		[M + Na] ⁺ - 518.27 MS/MS – 459.27 (100) [M + H] ⁺ - 496.30 MS/MS – 478.35		NI
27	46.1			[M - H] ⁻ - 540.37 MS/MS – 480.28	AP
28	47.0		[M + H] ⁺ - 353.21		NI
29	47.6			[M - H] ⁻ - 279.07	NI
30	50.0		[M + H] ⁺ - 413.30 MS/MS – 301.07		NI
31	50.4		[M + H] ⁺ - 393.26 MS/MS – 363.38 (10), 281.11 (100)		NI

* Negri et al. (2011) e Mihajlovic et al., (2015). NI – Não identificado.