



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOOTECNIA**



**JACKELINE TARGINO DE MOURA**

**IMPORTÂNCIA E VALOR NUTRICIONAL DO PÓLEN DE *COCOS NUCIFERA*  
PARA ABELHAS AFRICANIZADAS CULTIVADAS NO LITORAL ALAGOANO**

**RIO LARGO – ALAGOAS**

**2014**

**JACKELINE TARGINO DE MOURA**

**IMPORTÂNCIA E VALOR NUTRICIONAL DO PÓLEN DE *Cocos nucifera* PARA  
ABELHAS AFRICANIZADAS CULTIVADAS NO LITORAL ALAGOANO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Alagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Roger Nicolas Beelen

RIO LARGO – ALAGOAS

2014

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
**Bibliotecário Responsável: Valter dos Santos Andrade**

M922i    Moura, Jackeline Targino de.  
          Importância e valor nutricional do pólen de *Cocos nucifera* para  
          Abelhas africanizadas cultivadas no litoral alagoano / Jackeline Targino  
          de moura. – 2014.  
          56 f. : il., tabs.

          Orientador: Roger Nicolas Beelen.  
          Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de  
          Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em  
          Zootecnia, Rio Largo, 2014.

          Bibliografia: f. 49-56.

          1. Pólen – *Cocos nucifera* – Valor nutricional. 2. Nutrição animal.  
          3. Abelhas – Criação - Alagoas. 4. Apicultura - Alagoas. I. Título.

CDU: 638.138


## TERMO DE APROVAÇÃO

Jackeline Targino de Moura

### **IMPORTÂNCIA E VALOR NUTRICIONAL DO PÓLEN DE *Cocos nucifera* PARA ABELHAS AFRICANIZADAS CULTIVADAS NO LITORAL ALAGOANO**


Esta dissertação foi submetida a julgamento como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Zootecnia, outorgado pela Universidade Federal de Alagoas. A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Aprovado em 11/09/2014




---

Prof. Dr. Roger Nicolas Beelen  
Orientador (CECA-UFAL)



---

Prof. Dr. Patricia Mendes Guimarães Beelen  
Membro (CECA/UFAL)



---

Prof. DSc. Rosália de Barros Nascimento  
Membro (UFAL)

RIO LARGO – ALAGOAS – BRASIL

2014

Aos meus familiares e marido por se fazerem sempre presentes em todos os momentos da minha vida, superando juntos todas as dificuldades durante a execução deste trabalho. Ao meu orientador e a professora Patrícia por todos ensinamentos. São eles os principais responsáveis pela obtenção deste título. Eternamente grata a todos.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me concedido a vida.

A minha avó, Ana Alice, por me guiar e olhar sempre por mim lá do céu.

Ao meu orientador Prof. Roger Nicolas Beelen por me conceder a oportunidade de trabalhar com as abelhas e me acompanhar desde a graduação. Pelos ensinamentos, atenção, dedicação e confiança.

A Prof<sup>a</sup>. Patrícia Guimarães Beelen por me motivar e colaborar sempre. E por ser essa pessoa maravilhosa, pela qual tenho profundo carinho e admiração.

A Prof<sup>a</sup>. Rosália de Barros por suas colaborações.

Aos meus pais, Micheline Lira Targino e Pedro Pereira de Moura Filho, por estarem sempre ao meu lado me apoiando em todas as minhas decisões, me confortando nos momentos difíceis e me incentivando a seguir em frente. Amo vocês.

Ao meu marido, Luciano Rodrigues Apinagés, pelo amor, carinho, dedicação, compreensão e ajuda que me foram imprescindíveis ao longo desse trabalho. Por aguentar meus estresses e ter sempre uma palavra de carinho para me confortar. Te amo mãe.

A minha irmã, Analice Targino Santiago, por trazer a paz e união para minha família. Irmã você é a razão da minha vida, te amo incondicionalmente.

Aos meus cachorros, Pitoco, Mel e Sara. O meu “trio da alegria”, sempre me transmitindo felicidade, amor e carinho. Amo!

Aos moradores da casa onde ficaram minhas colméias experimentais, Sr. Bio, Sra. Silvana e sua filha Larisse, por terem me acolhido e se tornado grandes amigos.

Ao secretário do programa de Pós-graduação em Zootecnia, Sr. Marquinhos.

Aos colegas do laboratório de abelhas, Thiago Silver, Dinayze Anita, Erica Gomes, Priscilla Nascimento e Livian Rafaella.

A minha amiga de turma Talita Almeida, pelo seu carinho e por estar sempre ao meu lado me aconselhando.

A Capes pelo suporte financeiro.

A todos que contribuíram para a concretização do presente trabalho. Muito obrigada.

É tão estranho. Os bons morrem jovens  
Assim parece ser. Quando me lembro de você  
Que acabou indo embora. Cedo demais.

Quando eu lhe dizia:  
"- Me apaixono todo dia e é sempre a pessoa errada."  
Você sorriu e disse: " Eu gosto de você também."  
Só que você foi embora cedo demais  
Eu continuo aqui, com meu trabalho e meus amigos  
E me lembro de você em dias assim.  
Um dia de chuva, um dia de sol  
E o que sinto não sei dizer.

Vai com os anjos! vai em paz. Era assim todo dia de tarde  
A descoberta da amizade até a próxima vez.

É tão estranho. Os bons morrem antes  
Me lembro de você e de tanta gente que se foi cedo demais

E cedo demais eu aprendi a ter tudo o que sempre quis  
Só não aprendi a perder  
E eu, que tive um começo feliz  
Do resto não sei dizer.

Lembro das tardes que passamos juntos  
Não é sempre mais eu sei  
Que você está bem agora  
Só que este ano  
O verão acabou  
Cedo demais.

**(Legião Urbana – Love in the afternoon)**

## RESUMO

O litoral alagoano é caracterizado por abundantes coqueirais e manguezais que favorecem a atividade apícola. Objetivou-se no presente trabalho determinar a participação do pólen de *Cocos nucifera* na dieta proteica de abelhas africanizadas em área característica de produção de própolis vermelha, assim como avaliar o seu valor nutricional. Amostras de pólen coletado pelas abelhas foram obtidas por meio de coletores de pólen instalados no alvado de três colmeias tipo Langstroth na região litorânea do estado de Alagoas. As colheitas foram realizadas semanalmente de novembro de 2013 a março de 2014. Amostras de pólen puro foram coletadas manualmente das inflorescências de 30 coqueiros escolhidos aleatoriamente. Foi realizada análise palinológica visando à caracterização morfológica do pólen de coqueiro e sua quantificação nas amostras colhidas pelas abelhas. Em seguida, determinou-se a composição nutricional do pólen de coqueiro puro, ou seja, matéria seca, cinzas, proteína bruta e extrato etéreo. Determinou-se igualmente o seu perfil em aminoácidos e ácidos graxos e quantificou-se os teores de alguns minerais. O pólen de coqueiro apresentou-se em média com 25µm, sendo classificado como médio pela classificação de Erdman (1952). O pólen de coqueiro apresentou simetria bilateral e três aberturas alongadas (colpos), o que o classifica como tricolpado. A quantidade de pólen coletado pelas abelhas variou de 13,2 g/dia a 32,9 g/dia ao longo do período de estudo. Foram encontrados nove tipos polínicos nas amostras de pólen coletado pelas abelhas. Observou-se que o pólen de coqueiro constitui o pólen dominante (>45%) em todos meses amostrados. No mês de novembro o pólen de coqueiro chegou a representar 72,23% dos tipos polínicos encontrados nas amostras de pólen coletado pelas abelhas. O pólen puro de coqueiro apresentou 33,48% proteína bruta, 6,61% de extrato etéreo e 3,28% de cinzas. Foram quantificados onze minerais no pólen puro de coqueiros. Os teores de macro minerais apresentaram valores superiores aos reportados na literatura para pólen apícola e os níveis de micro minerais foram compatíveis com os da literatura. Destaca-se porém os elevados níveis de ferro (245,15 ppm). Dezenove aminoácidos estão presentes no pólen puro de coqueiro, incluindo os dez aminoácidos essenciais. Todos os aminoácidos essenciais, com exceção do triptofano, aparecem em quantidades superiores aos requerimentos mínimos estabelecidos para as abelhas. A fração lipídica do pólen puro de *Cocos nucifera* inclui 21 ácidos graxos, sendo o palmítico, oleico, linoleico e linolênico os dominantes. Esse é o primeiro estudo a determinar o valor nutricional de um único tipo polínico de importância para a apicultura brasileira.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ácidos graxos. Aminoácidos. Apicultura. Minerais. Própolis Vermelha de Alagoas



## ABSTRACT

Large coconut fields and mangroves characterize Alagoas coastline. The present study aimed at determining the nutritional content of *Cocos nucifera* pollen and its participation in the diet of Africanized honeybees reared in that environment. A palinological approach was used to characterize and quantify pollen grains. Fresh and bee-collected pollen were harvested and analyzed for their nutritional content. Dry matter, crude protein, fat and ash, as well as some minerals and amino acid and fatty acid composition were determined. Coconut pollen showed a bilateral symmetry and three elongated apertures. The amount of bee-collected pollen harvested during this study varied from 13.2 g/day to 32.9 g/day. Nine pollen types were found in the bee-collected samples analyzed. Coconut pollen was the dominant pollen type (>45%) in all samples. In November its participation reached 72.23%. Protein content of fresh coconut pollen appeared to be 33.48% dry weight. Lipid content was 6.61% dry weight and ash 3.28%. Eleven minerals were quantified in fresh coconut pollen. Macro minerals appeared to be at higher levels than those reported in the literature for Brazilian bee-collected pollen. Micro minerals presented compatible values on average, but it is to be noted the high levels of iron (245.15 ppm). Nineteen amino acids were found in fresh coconut pollen, including the ten identified as essential for honeybees. Essential amino acids were present in higher amounts than the required minimum levels for honeybee development, with the exception of tryptophan. The lipid fraction of *Cocos nucifera* pollen includes 21 fatty acids, palmitic (C-16), oleic (C-18:1), linoleic (C-18:2) and linolenic (C-18:3) acids being the dominant ones. To our knowledge, this study is the first one to determine the nutritional value of the pollen of a single species important for beekeeping in Brazil.

**KEYWORDS:** Alagoas Red Propolis. Amino acids. Beekeeping. Fatty acids. Minerals.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Aminoácidos essenciais requeridos pelas abelhas (de Groot, 1953).....	21
Tabela 2 – Participação percentual de pólen de coqueiro identificado nas bolotas de pólen coletado por <i>Apis mellifera</i> no apiário Pescaria, de novembro de 2013 a março de 2014.....	37
Tabela 3 – Composição nutricional do pólen puro de coqueiro.....	41
Tabela 4 – Composição nutricional do pólen apícola brasileiro.....	42
Tabela 5 – Composição em minerais do pólen puro de coqueiro.....	43
Tabela 6 – Aminoácidos (g/100 g proteína) do pólen puro de coqueiro.....	45
Tabela 7 – Composição em ácidos graxos do pólen puro de coqueiro.....	47

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. APL Apicultura do Sertão.....	14
Figura 2. APL Apicultura Litoral e Lagoas.....	14
Figura 3. Selo de Identificação Geográfica da Própolis Vermelha de Alagoas...	16
Figura 4 – Instalação do coletor de pólen (A), Coletor de pólen fixado no alvado da colmeia (B), Processo de separação das impurezas do pólen (C), Pólen processado (D), Pesagem (E) e Armazenamento (F).....	27
Figura 5– Local de instalação das colônias experimentais.....	28
Figura 6– Foto aérea demonstrando as características da vegetação no entorno das colmeias experimentais.....	29
Figura 7 – Local de instalação das colônias experimentais e de colheita das inflorescências de coqueiro.....	30
Figura 8 – Inflorescência de coqueiro (A), Processo da retirada de pólen das anteras das flores (B e C).....	31
Figura 9. Fotomicrografia contendo grãos de pólen de <i>Cocos nucifera</i> vistos sob diferentes ângulos (40x).....	35
Figura 10. Fotomicrografias dos grãos de pólen encontrados nas amostras de pólen coletados pelas abelhas.....	36
Figura 11. Percentual dos tipos polínicos coletados pelas abelhas das colônias experimentais ao longo do período de estudo.....	38
Figura 12. Quantidade de pólen coletado pelas abelhas das colônias experimentais.....	39

## SÚMARIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
<b>2.1 Apicultura no estado de alagoas</b> .....	14
<b>2.2 Exigências nutricionais das abelhas apis mellifera</b> .....	17
<b>2.2.1 Néctar</b> .....	17
<b>2.2.2 Pólen</b> .....	19
<b>2.2.3 Minerais e vitaminas</b> .....	22
<b>2.2.4 Água</b> .....	24
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	25
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	26
<b>4.1 Colheita de pólen</b> .....	26
<b>4.2 Colheita de pólen puro de coqueiro</b> .....	30
<b>4.3 Análise palinológica do pólen puro de coqueiro</b> .....	31
<b>4.4 Análise palinológica do pólen coletado pelas abelhas</b> .....	31
<b>4.5 Análise bromatológica do pólen puro</b> .....	32
<b>4.5.1 Matéria seca</b> .....	32
<b>4.5.2 Material mineral</b> .....	32
<b>4.5.3 Extrato etéreo</b> .....	33
<b>4.5.4 Proteína bruta</b> .....	33
<b>4.6 Perfil de aminoácidos do pólen puro</b> .....	33
<b>4.7 Perfil de ácidos graxos de pólen puro</b> .....	34
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	35
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	48
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	49

## 1 INTRODUÇÃO

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é originário das ilhas de clima tropical e subtropical do Oceano Pacífico, tendo como sua principal referência de origem e diversidade o Sudeste Asiático. É uma das frutíferas que mais se propagaram naturalmente no mundo. Atualmente seu cultivo se dá de forma bastante expressiva devido sua boa adaptabilidade e fácil dissipação. Seu cultivo se estendeu também na América Latina, Caribe e África Tropical (FOALE; HARRIES, 2009).

Em 2008, a área cultivada com coqueiros no mundo era de aproximadamente 11,2 milhões de hectares, com uma produção de aproximadamente 60,7 milhões de toneladas. O Brasil é o quarto maior produtor mundial, com 1,99 bilhão de frutos colhidos em 2005 numa área de aproximadamente 276,8 mil hectares (FAO 2011).

O coqueiro foi introduzido no Brasil inicialmente no estado da Bahia, disseminando-se em seguida por todo litoral nordestino. Dentre os 10 maiores estados produtores de coco no Brasil, sete são da região Nordeste. Sendo os estados da Bahia, Sergipe e Ceará os principais produtores, seguidos pelo Pará, Espírito Santo, Pernambuco, Rio de Janeiro, Paraíba, Rio Grande do Norte e Alagoas (EMBRAPA, 2011).

A região litorânea do estado de Alagoas é igualmente propícia para a prática da apicultura. As extensas áreas de coqueirais entrecortadas por vastos e diversos manguezais permitem a exploração de dois importantes produtos apícolas: o pólen de palmáceas e a própolis vermelha, que é produzida principalmente a partir da resina (exsudato) de *Dalbergiae castophyllum*, popularmente conhecida como rabo-de-bugio, planta comum no entorno dos manguezais do litoral alagoano. A Própolis Vermelha de Alagoas constitui atualmente o produto apícola de maior valor comercial do Estado.

Tendo em vista a ampla disseminação de *Cocos nucifera* no litoral alagoano, aliado ao fato de apresentarem contínuo florescimento e frutificação ao longo do ano, acredita-se que os coqueirais sejam atualmente a principal fonte de pólen para as abelhas criadas nesse ambiente. Entretanto, não existem até o presente, trabalhos científicos que confirmem essa hipótese e que determinem o valor nutricional desse pólen para as abelhas.

Portanto, objetivou-se no presente trabalho determinar a participação do pólen de *Cocos nucifera* na dieta proteica de abelhas africanizadas em área característica de produção de própolis vermelha, assim como avaliar o seu valor nutricional.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Apicultura no Estado de Alagoas

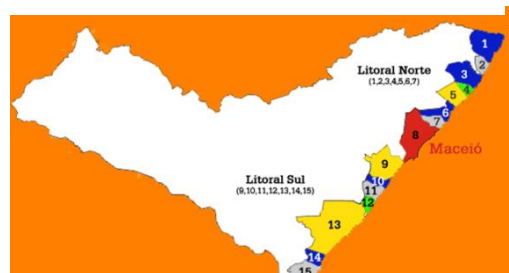
No estado de Alagoas, a apicultura vem sendo praticada desde o final da década de 80. Nos primeiros anos, a atividade era desenvolvida de forma artesanal. Na segunda metade da década de 90, a atividade se fortaleceu, investindo no profissionalismo (SOUZA, 2006). A cadeia produtiva da apicultura do Estado está organizada no conceito de Arranjo Produtivo Local (APL). Em Alagoas existem dois Arranjos Produtivos de Apicultura, o APL Apicultura do Sertão, formado por 13 municípios produtores, três cooperativas (COOPEAPIS, COOPMEL e COPASIL), 12 associações e três assentamentos, totalizando 212 produtores e aproximadamente 5.500 colmeias e o APL Apicultura Litoral e Lagoas, que envolve 15 municípios, uma cooperativa (UNIPROPOLIS) e 140 produtores. Os dois APLs estão representados geograficamente nas figuras 1 e 2 (SEBRAE, 2009).

**Figura 1 - APL Apicultura do Sertão.**



Fonte: SEBRAE, 2009.

**Figura 2 - APL Apicultura Litoral e Lagoas.**



Fonte: SEBRAE, 2009.

Embora a atividade apícola venha crescendo no Nordeste brasileiro os apicultores ainda enfrentam problemas, tais como: baixa produtividade, perda de pasto apícola, principalmente devido ao aumento de monoculturas visando a produção de “biocombustíveis”, pouca profissionalização e carência de pacotes tecnológicos específicos para o local e tipo de exploração apícola.

O estado de Alagoas é o que detém os piores índices produtivos do Nordeste. Entretanto, possui grande aptidão para a exploração apícola e um diferencial produtivo que permite a exploração de três importantes produtos das abelhas: mel, pólen e própolis vermelha. A caatinga alagoana é a região vocacionada para produção de mel, devido a diversidade de plantas silvestres que após serem submetidas a severo estresse climático devido à má distribuição das chuvas, florescem maciçamente no

inverno fornecendo pólen e néctar em abundância. A diversidade de floradas da Caatinga e o fato de não serem utilizados fertilizantes e/ou defensivos agrícolas conferem ao seu mel grande valor qualitativo, e a classificação de mel orgânico quando produzido dentro dos padrões exigidos pelos institutos certificadores (SEBRAE, 2009).

No outro extremo, a região litorânea do Estado possui aptidão para produção de pólen de palmáceas, tendo em vista as suas extensas áreas de coqueirais, assim como de própolis vermelha.

A própolis é uma substância produzida pelas abelhas a partir de resinas vegetais, botões florais e brotos de determinadas árvores e arbustos e elaborada com o acréscimo de suas secreções orais, pólen e cera (LIMA, 2006). A própolis vermelha é produzida principalmente a partir da resina (exsudato) de *Dalbergiae castophyllum*, planta comum no entorno dos vastos e diversos manguezais do litoral alagoano. Ao final da década de 90 as propriedades químico-farmacológicas da própolis vermelha ganharam destaque nas bancadas de cientistas brasileiros, face ao interesse despertado por agentes intermediários, particularmente japoneses, que demonstravam claro interesse na comercialização deste produto da apicultura (LOPEZ et al., 2011).

Estudos realizados na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e na Unibam revelaram por análises químicas e histológicas, que a própolis oriunda de colmeias das regiões litorânea e estuarino-lagunar do Estado de Alagoas pertenciam a um novo grupo, de origem botânica específica, tendo características farmacológicas e nutracêuticas únicas. Estes estudos, apontaram como diferencial da composição desta própolis a presença de resina da planta *Dalbergiae castophyllum* (L) Taub. (Leguminosae, nome popular: Rabo de Bugio), de ocorrência endêmica na região litorânea e lagunar de Alagoas (ALENCAR et al. 2009; DAUGSCH et al. (2006)).

O Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) outorgou em 17 de agosto de 2012, a Indicação Geográfica – Denominação de Origem, para o domínio “Própolis Vermelha e Extrato de Própolis Vermelha”, categoria Mista, incluindo a designação do selo “Denominação de Origem –Manguezais de Alagoas”. Conforme o documento de referência enviado ao INPI para solicitação da IG, entende-se por “Própolis Vermelha de Alagoas” o produto oriundo de substâncias resinosas, gomosas e balsâmicas, colhidas pelas abelhas da espécie *Apis mellifera*, de brotos, flores e exsudados



predominantemente da planta *Dalbergiae castophyllum* (L) Taub. (Leguminosae, nome popular: Rabo de Bugio), de ocorrência na região litorânea e estuarino-lagunar do Estado de Alagoas, acrescidos das secreções salivares desses insetos, além de cera e pólen, para elaboração final do produto cuja composição apresenta, entre outros compostos químicos, medicarpina, vestitol, isoliquiritigenina, formononetina e dadzeína (ALTEC, 2013). A certificação concedida é reconhecida internacionalmente e dá direito à propriedade intelectual autônoma, composta por um selo que permite a utilização de um nome geográfico indicando a origem de um determinado produto (Figura 3).

**Figura 3 – Selo de Identificação Geográfica da Própolis Vermelha de Alagoas**



**Espécie:** Denominação de Origem  
**Requerente:** União dos Produtores de Própolis Vermelha do Estado de Alagoas - Uniprópolis  
**Produto:** Própolis vermelha e extrato de própolis vermelha  
**Publicação da Concessão:** RPI nº 2167 de 17/07/2012

Fonte: <http://www.agricultura.gov.br>

Essa conquista abre um horizonte de novas possibilidades para os apicultores alagoanos e comunidades locais à medida que agrega valor ao produto e, com isso, pode gerar mais renda para a região.

Entretanto, isso só será possível se um adequado pacote tecnológico de produção seja gerado para a exploração comercial racional desse segmento apícola. Atualmente a produção da própolis vermelha (variedade exclusiva de alagoas) é baixa, apenas mil quilos do produto por ano.

Dois aspectos zootécnicos precisarão ser adequadamente abordados. A seleção e o melhoramento genético de abelhas constituem ferramenta essencial e de caráter obrigatório para o desenvolvimento e sucesso da cadeia produtiva da própolis em Alagoas. Tendo em vista a importância da alimentação das abelhas em sistema de produção mais intensivo, especialmente a nutrição proteica, será igualmente importante obter conhecimento mais aprofundado das fontes alimentares naturais disponíveis e a eventual elaboração de uma proposta de manejo alimentar para as colônias de produção.

## 2.2 Exigências nutricionais das abelhas *Apis mellifera*

As abelhas necessitam de proteínas, carboidratos, minerais, lipídeos, vitaminas e água para seu completo desenvolvimento e crescimento. O pólen das plantas é fonte de proteínas, minerais, lipídeos e vitaminas e o néctar fornece energia (NOGUEIRA-COUTO; COUTO, 2006).

### 2.2.1 Néctar

A fonte de carboidrato natural das abelhas é o néctar recolhido das flores e/ou o pseudonéctar colhido de outras partes das plantas e de alguns insetos sugadores (honeydew). A transformação dessas soluções açucaradas em mel, reserva energética da colônia, é gradual e começa durante o voo de retorno das operárias para a colmeia. Nesse processo, o teor de água é reduzido para 16 - 20% e são adicionadas enzimas (invertases, diástases e glicose oxidase) para dissociação dos polissacarídeos em monossacarídeos (NICOLSON; HUMANS, 2008).

O valor energético do néctar floral depende do conteúdo disponibilizado e de sua concentração em açúcares (CORBET, 2003). As abelhas conseguem discernir entre néctares de alta e baixa concentração em açúcares e demonstram preferir os mais concentrados (NICOLSON, 2007).

A larga maioria dos néctares é dominada pelos açúcares sacarose, glicose e frutose. Os néctares ricos em hexoses de espécies vegetais como girassol, canola e eucaliptos demonstram ser altamente atrativos para as abelhas (NEFF; SIMPSON 1990; NICOLSON 1994; WESTCOTT; NELSON 2001).

CRAILSHEIM, 1988, descreveu a absorção de monossacarídeos em abelhas como sendo um processo passivo, mas estudos mais recentes sugerem a presença, nos insetos, de transportadores específicos de glicose como nos mamíferos (CACCIA *et al.*, 2007).

O conteúdo em água do néctar pode sofrer amplas variações em função da espécie vegetal, assim como das condições ambientais. As abelhas têm preferência por néctares mais concentrados, os quais maximizam os seus ganhos energéticos (ROUBIK; BUCHMANN, 1984). Néctares com maior teor de água quando liberados e expostos ao ambiente podem sofrer evaporação, tornando-se mais atraentes para as abelhas. Por outro lado, as abelhas também são capazes de evaporar o excesso

de água do néctar, expondo-o a ventilação, sobre sua probóscide, no interior da colmeia. Esse processo auxilia inclusive na termorregulação em regiões áridas (ROUBIK; BUCHMANN, 1984). O conteúdo de água do néctar determina a sua viscosidade e parece existir um limite máximo na concentração de açúcar de 60% peso/volume de sacarose, para que possa ocorrer uma sucção eficiente (HARDER, 1986).

Outros compostos podem estar presentes em menores quantidades no néctar, mas com importante função microbiológica e de palatabilidade. Os aminoácidos costumam estar presentes no néctar, mas em pequenas quantidades em flores de polinização entomófila e sugere-se também que a presença de pólen pode ser responsável pelos aminoácidos encontrados no néctar (GARDENER; GILLMAN 2001). A presença de prolina e a glicina no néctar parecem exercer a atração das abelhas (KIM; SMITH, 2000; CARTER *et al.*, 2006). No mel a prolina é o aminoácido mais abundante e as altas concentrações parecem ser derivadas das secreções glandulares adicionadas pelas abelhas no decorrer do processo de transformação do néctar em mel (HERMOSIN *et al.*, 2003).

Pouco se sabe sobre a presença de íons inorgânicos no néctar, mas a presença de sais no néctar pode ser importante para a osmorregulação das abelhas (NICOLSON, 2007 e 2011). Metabólitos secundários como alcalóides e fenóis podem estar presentes no néctar. Sua função em termos de atração é paradoxal, mas sugere-se que sirvam para atrair polinizadores especializados e afastar visitantes oportunistas (ADLER, 2000).

Em relação as exigências energéticas, as abelhas adultas são fortemente dependentes dos estoques da colônia para sobreviver. Isto se deve ao fato de possuírem pouquíssimas reservas de carboidrato, assim como de proteínas e lipídeos em seu corpo (KUNERT; CRAILSHEIM, 1988; HRASSNIGG; CRAILSHEIM, 2005). Abelhas adultas tem menos reserva de glicogênio que as abelhas no estágio larval, de 0,05 a 0,47 mg (HRASSNIGG; CRAILSHEIM, 2005). Uma abelha operária adulta necessita de 4 mg de açúcar por dia para sobreviver (BARKER; LEHNER, 1974). Calcula-se que sejam necessários 59,4 mg de carboidrato par alimentar uma larva de operária durante o seu desenvolvimento (RORTAIS *et al.*, 2005). Portanto, a falta de carboidratos tem impacto direto na produção de cria da colônia.

### 2.2.2 Pólen

A fonte natural de proteína e aminoácidos das abelhas é o pólen. O pólen é produzido nas anteras das flores e contém os gametas masculinos das plantas (PORTELA; GALLEGU, 1999). O pólen das plantas além de ser a fonte proteica das abelhas, é também a fonte de lipídeos e a principal fonte de minerais e vitaminas (NOGUEIRA-COUTO; COUTO, 2006).

A quantidade de pólen coletado por uma colônia pode variar de acordo com a espécie ou raça da abelha, a disponibilidade de florada e as necessidades nutricionais da colônia (SEELEY, 1983). A quantidade e a qualidade do pólen coletado pelas abelhas afetam a criação de larvas e a longevidade das abelhas, a reprodução, assim como a produção da colônia (BRODSCHNEIDER; CRAILSHEIM, 2010). Colônias de *Apis* coletam de 10 a 26 kg de pólen por ano (WILLE *et al.*, 1985).

Os grãos de pólen apresentam uma parede externa denominada exina, a qual é quimicamente resistente e indigestível. Os animais que se alimentam de pólen precisam dispor de mecanismos que permitam sobrepor essa barreira para que possam ter acesso aos nutrientes presentes no citoplasma dos grãos de pólen (ROULSTON, 2005).

As abelhas não consomem o pólen fresco. No interior da colmeia inóculos microbianos (*Lactobacillus*, *Pseudomonas* e *Saccharomyces sp.*) promovem a fermentação do pólen, transformando-o em pão-de-abelha, produto do qual as abelhas se alimentam. As bactérias lácticas, que já podem estar presentes no pólen fresco, podem constituir fontes de vitaminas (VASQUEZ; OLOFSSON, 2009)

São as abelhas adultas jovens que demandam grandes quantidades de pólen. Isto se deve ao fato de terem que desenvolver plenamente suas glândulas hipofaríngeas (BRODSCHNEIDER; CRAILSHEIM, 2010). Durante os seis primeiros dias de vida adulta, as abelhas consomem grandes quantidades de pólen, em média 3,4 a 4,3 mg de pólen por dia. Essas abelhas jovens são denominadas nutrizas, por terem a função de alimentar crias, rainha e zangões com uma secreção das glândulas hipofaríngeas e mandibulares, denominada geleia real. Já as abelhas mais velhas, as forrageadoras, se alimentam com pouco ou até não se alimentam com pólen (MICHEU *et al.*, 2000).

CRAILSHEIM *et al.* (1992) demonstram que os requerimentos de pólen de colônias de abelhas contendo 10 quadros de ninho foram de 13, 4 e 17, 8 kg de pólen

por ano. O pólen é estocado em pequena quantidade no interior da colônia e os estoques diminuem rapidamente quando ocorre escassez de pólen na natureza (SCHMICKL; CRAILSHEIM, 2001, 2002).

Sabe-se que as abelhas têm preferência pelo pólen de plantas entomófilas, ou seja, plantas polinizadas por insetos. Entretanto, estudos demonstram que dependendo das condições elas podem consumir grandes quantidades de pólen de plantas anemófilas, e que esse pólen não difere muito nutricionalmente do pólen de plantas entomófilas (KELLER *et al.*, 2005).

A quantidade de proteína presente no pólen varia largamente em função da espécie vegetal. ROULSTON *et al.*, 2000 descrevem variações de proteína bruta de 2,5% a 60% na matéria seca do pólen coletado manualmente de 377 espécies vegetais.

Análises químicas de pólen fresco são difíceis de serem realizadas em plantas polinizadas por insetos, pois a maioria dos métodos analíticos demandam quantidades de pólen praticamente impossíveis de serem coletadas manualmente. Por esse motivo, a maioria das análises do valor nutricional dos diferentes tipos de pólen, atualmente disponíveis são em sua maioria feitas a partir do pólen coletado em caça-pólen, ou seja, do pólen coletado pelas abelhas. Entretanto, esse pólen já sofreu alterações em sua composição devido ao fato das abelhas adicionarem néctar e secreções glandulares durante o processo de colheita, para facilitar a agregação dos grãos e o seu transporte, nas corbículas, até a colmeia (ROULSTON, 2005).

A composição em aminoácidos é o fator mais importante na determinação das quantidades de pólen requeridas pelas abelhas. DE GROOT, 1953 demonstrou a importância dos aminoácidos no crescimento e desenvolvimento das abelhas e estabeleceu os requerimentos mínimos em aminoácidos das abelhas melíferas, os quais estão apresentados a tabela 1.

**Tabela 1 - Aminoácidos essenciais requeridos pelas abelhas (de Groot, 1953).**

Aminoácidos	g/16g N
Arginina	3,00
Histidina	1,50
Isoleucina	4,00
Leucina	4,50
Lisina	3,00
Metionina	1,50
Fenilalanina	1,50
Treonina	3,00
Triptofano	1,00
Valina	4,00

Fonte: de Groot, 1953

As abelhas precisam, portanto, ingerir dez aminoácidos essenciais em sua dieta. Os requerimentos mais importantes sendo para leucina, isoleucina e valina. Limitações em um desses dez aminoácidos na alimentação proteica causam importantes deficiências nutricionais limitando o desenvolvimento da colônia (SCHMIDT *et al.*, 1987).

Algumas espécies vegetais apresentam o pólen deficiente nas quantidades desses aminoácidos (STANDIFER *et al.*, 1977; SOMMERVILLE, 2005).

Em condições normais de forrageamento todos os requerimentos em lipídeos das abelhas são igualmente fornecidos pelo pólen coletado. Os lipídeos são constituídos de ácidos graxos, esteróis e fosfolipídios. Os fosfolipídios são importantes para a integridade estrutural e funcionamento das membranas dos insetos (SOMMERVILLE, 2005).

Os lipídeos são principalmente metabolizados durante os estágios larvais e são vistos como importantes fontes de energia, assim como precursores de outras biossínteses (CANTRILL *et al.*, 1981).

Os esteróis do pólen, por exemplo, são indispensáveis às abelhas, pois as operárias convertem os fitoesteróis em 24-methylenecholesterol, sitosterol e isofucoestero, necessários a síntese de colesterol e produção de hormônios. A maioria dos pólenes contém menos de 0,5% de esteróis (WINSTON, 1987). Tirando as necessidades de colesterol, os requerimentos em lipídeos das abelhas não são bem conhecidos (BRODSCHNEIDER; CRAILSHEIM, 2010).

A quantidade de lipídeos do pólen também está sujeita a variações importantes em função da espécie vegetal. ROULSTON e CANE, 2000 demonstraram variações de 0,8% a 18,9% de lipídeos na análise do pólen de diversas espécies vegetais.

TOTH *et al.* (2005) verificaram que abelhas nutrizes possuem grandes estoques de lipídeos em seus corpos gordurosos, os quais são esgotados na transição para as atividades de forrageamento. Esses pesquisadores foram capazes de induzir o forrageamento precoce por meio da administração de inibidores da síntese de ácidos graxos.

As composições em ácidos graxos dos lipídeos presentes no pólen foram pouco estudadas até o momento. Os poucos estudos existentes demonstram existir grandes variações em função das espécies vegetais estudadas. Dos 73 ácidos graxos identificados por Manning (2007), somente cinco são comuns a todas as plantas estudadas.

A adição dos ácidos graxos linoleico e oleico a dietas de pólen pobre em lipídeos não demonstrou efeitos benéficos na longevidade e inibiu o desenvolvimento das glândulas hipofaringeanas de abelhas criadas em gaiolas experimentais (MANNING *et al.*, 2007).

Pólens contendo altos teores dos ácidos graxos láurico, linoleico e linolênico parecem ser mais atrativos para as abelhas, possivelmente devido a suas ações antimicrobianas na colônia (FELDLAUFER *et al.*, 1993).

### **2.2.3 Minerais e vitaminas**

As abelhas obtêm seus elementos inorgânicos principalmente do pólen. Segundo IMDORF *et al.* (1998) abelhas criadas em períodos de escassez de pólen contêm as mesmas quantidades de minerais que abelhas criadas em condições favoráveis de forrageamento. Isto sugere que as abelhas tenham outras fontes importantes de minerais como, por exemplo, o néctar e a água, ou até mesmo a existência de reservas endógenas nos adultos.

Pouco se sabe sobre os requerimentos em minerais das abelhas. Sabe-se que quantidades substanciais de potássio e magnésio são requeridas pelos insetos, mas níveis elevados de sódio, cloreto de sódio e cálcio demonstraram ser tóxicos para as abelhas (SOMMERVILLE, 2005).

Vários minerais foram encontrados no pólen incluindo: potássio, magnésio, cálcio, sódio, ferro, cobre, manganês, zinco, alumínio, cádmio, cromo, chumbo, níquel e selênio. Em média o pólen costuma conter de 2 a 7 % de cinzas.

A produção de cria aumentou significativamente com a adição de 1% de cinzas de pólen em dietas artificiais, mas níveis excedendo 2% mostraram-se desvantajosos (HERBERT; SHIMANUKI, 1978). Esses autores recomendaram dietas contendo 1000 ppm potássio, 500 ppm cálcio, 300 ppm magnésio e 50 ppm parasódio, zinco, manganês, ferro e cobre para futuras pesquisas de determinação dos requerimentos em minerais das abelhas.

Pesquisas que determinem os níveis ideais de macro e micro minerais em abelhas não têm sido frequentemente conduzidas devido as dificuldades de administração de pequenos níveis nos alimentos, e do tempo e custo envolvidos nas pesquisas (SOMMERVILLE, 2005).

Pouco se sabe também sobre os requerimentos em vitaminas das abelhas. Aparentemente as vitaminas não estão ligadas a longevidade de abelhas adultas, mas sim intimamente ligadas ao desenvolvimento larval.

As vitaminas do complexo B são essenciais para a maioria dos insetos e o pólen tem demonstrado ser uma ótima fonte dessas vitaminas. As vitaminas hidrossolúveis são mais frequentes no pólen do que as lipossolúveis (ROULSTON; CANE, 2000).

Quatro vitaminas do complexo B, ácido pantotênico, tiamina, riboflavina e piridoxina, assim como as vitaminas A e D têm sido correlacionadas ao desenvolvimento das glândulas hipofaringeanas e, conseqüentemente, com a produção de cria das colônias (HERBERT *et al.*, 1985).

A mistura de vitaminas lipossolúveis A, D, E e K em dietas experimentais de abelhas aumentou consideravelmente a produção de crias (HERBERT e SHIMANUKI, 1978).

Existem evidências que as abelhas, os seus microrganismos simbiotes, são capazes de sintetizar algumas vitaminas como o ácido pantotênico e a vitamina C (HERBERT *et al.*, 1987).

Muitas vitaminas são instáveis e deterioram rapidamente no pólen. Isso pode estar na origem do baixo valor nutricional do pólen estocado por períodos superiores a um ano (SOMMERVILLE, 2005).

#### **2.2.4 Água**

A água é um elemento vital para a vida das abelhas, tanto nos processos fisiológicos de digestão e metabolismo, como para manter a temperatura e umidade relativa da colônia. O consumo de água pela colônia varia de acordo com o tamanho



e a localização da colônia (HERBERT,1992). Tendo em vista que as abelhas não estocam água, é fundamental que haja fonte de água de qualidade a proximidade.

### 3 OBJETIVOS

O presente trabalho teve por objetivos:

1. Determinar a participação do pólen de *Cocos nucifera* na dieta proteica de abelhas africanizadas cultivadas em áreas de produção de própolis vermelha no Estado de Alagoas;
2. Avaliar o valor nutricional do pólen fresco (puro) de *Cocos nucifera* coletado manualmente na região litorânea do Estado de Alagoas.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Colheita de pólen**

As amostras de pólen coletado pelas abelhas foram obtidas por meio de coletores de pólen instalados no alvado de três colmeias tipo Langstroth, que foram instaladas em uma propriedade particular na região litorânea do estado de Alagoas (Coordenadas geográficas: S 09°32.483' W035°37.254' - Altitude: 12m). Os coletores de pólen foram instalados por 24 horas (colocados as 10h00 e recolhidos as 10h00 do dia seguinte). As colônias foram previamente equalizadas, ou seja, apresentavam-se no mesmo estágio de desenvolvimento, com postura, cria aberta, cria fechada e mel. As colheitas foram realizadas semanalmente de novembro de 2013 a março de 2014. As amostras de pólen colhidas foram imediatamente levadas ao laboratório para processamento. No laboratório as impurezas foram retiradas com auxílio de pinças e as amostras foram, em seguida, pesadas e devidamente embaladas em sacos plásticos e acondicionadas a -20°C até a utilização nas análises subsequentes (Figura 4).

O local de colheita foi escolhido por apresentar as características das áreas de produção de Própolis Vermelha de Alagoas, ou seja, localizado no entorno de um manguezal e circundado por coqueirais (Figuras 5, 6 e 7). Segundo a classificação de Köppen o clima local é identificado como AMS, caracterizado por ser tropical chuvoso, com períodos seco no verão e temperaturas variando de 23° a 28°C.

Figura 4 – Instalação do coletor de pólen (A), Coletor de pólen fixado no alvado da colmeia (B), Processo de separação das impurezas do pólen (C), Pólen processado (D), Pesagem (E) e Armazenamento (F).



Fonte: Autora.

Figura 5 – Local de instalação das colônias experimentais



Fonte: <https://maps.google.com.br>

Figura 6 – Foto aérea demonstrando as características da vegetação no entorno das colmeias experimentais



Fonte: Google Maps - ©2013 Google.

**Figura 7 – Local de instalação das colônias experimentais e de colheita das inflorescências de coqueiro**

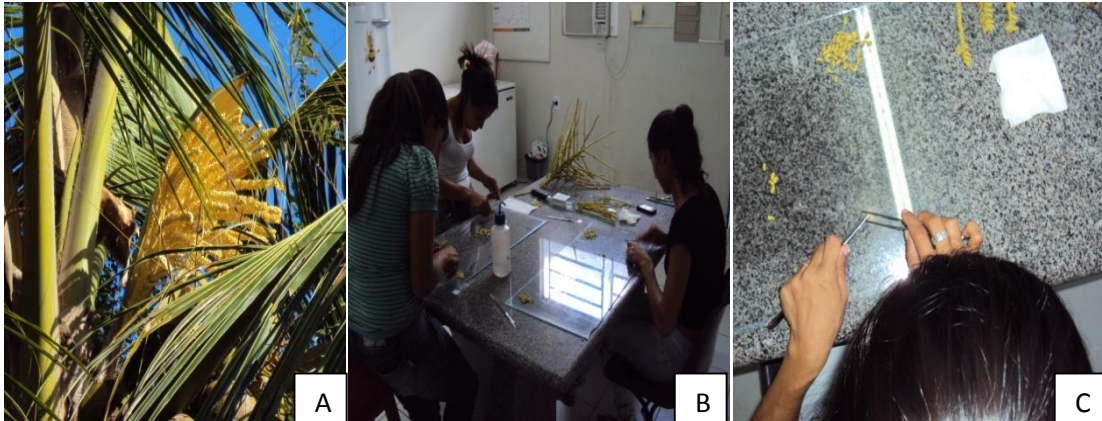


Fonte: Autora.

#### **4.2 Colheita do pólen puro de coqueiro**

Para obtenção de pólen puro de coqueiro, inflorescências foram coletadas de 30 coqueiros escolhidos aleatoriamente e levadas ao laboratório para remoção dos grãos de pólen. O pólen fresco foi coletado das anteras das flores masculinas sobre uma superfície vitrificada por meio de leve agitação e auxílio de pinças (Figura 8). O pó fino obtido desse processo foi devidamente embalado e congelado a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  para posterior realização das análises bromatológicas, de minerais e dos perfis de ácidos graxos e aminoácidos.

**Figura 8 – Inflorescência de coqueiro (A), Processo da retirada de pólen das anteras das flores (B e C).**



Fonte: Autora.

#### **4.3 Análise palinológica do pólen puro de coqueiro**

Foi realizada análise palinológica visando à caracterização do pólen de coqueiro, seguindo a metodologia descrita por Louveaux et *al.* 1970. Os grãos de pólen coletados manualmente foram montados em lâminas para microscopia com gelatina glicerinada. Com auxílio de microscópio óptico, os grãos de pólen foram observados e caracterizados quanto ao tamanho e número de aberturas.

#### **4.4 Análise palinológica do pólen coletado pelas abelhas**

As bolotas de pólen constituem as cargas de pólen trazidas pelas abelhas em suas corbículas do campo para a colmeia. Essas bolotas são compostas basicamente pelos diversos grãos de pólen coletados das plantas visitadas.

Visando quantificar a proporção de grãos de pólen de coqueiro presentes no pólen coletado pelas abelhas das colmeias experimentais, os tipos polínicos presentes nas bolotas foram quantificados. As amostras semanais de cada mês foram homogeneizadas. Dez bolotas de pólen de cada amostra mensal foram colocadas em tubos de ensaio e diluídas em 10 mL de água destilada, agitadas com auxílio de Vortex e centrifugadas a 2500 rpm por 5 minutos. O processo de lavagem e separação dos grãos de pólen foi repetido a fim de retirar as secreções glandulares e de néctar que são adicionadas pelas abelhas para agregar o pólen em bolotas. Após centrifugação do material, o sobrenadante foi descartado e o sedimento contendo os grãos de pólen



foi montado em lâminas para microscopia com gelatina glicerinada. Os tipos polínicos de cada lâmina foram identificados quando possível com auxílio de um laminário de referência. A análise quantitativa dos tipos polínicos presentes nas bolotas foi realizada por meio da contagem de 3000 grãos de pólen por amostra. Foram determinadas as porcentagens desses grãos de pólen que foram classificados nas classes de frequência: pólen dominante (>45%), pólen acessório (15-44%), pólen isolado importante (3-14%) e pólen isolado ocasional (<3%) de acordo com LOUVEAUX *et al.* 1970.

#### **4.5 Análise bromatológica do pólen puro**

As análises da porcentagem de matéria seca e matéria mineral foram realizadas utilizando o método de Weende, e os teores em proteína bruta pelo método Kjeldahl, todos descritos por SILVA e QUEIROZ (2002). A análise de extrato etéreo baseou-se na metodologia descrita por MANZKE *et al.* (2008).

##### **4.5.1 Matéria seca**

Para a determinação de matéria seca, dois gramas de pólen foram pesados em cadinhos previamente secos e pesados. Na sequência os cadinhos com pólen sofreram secagem em estufa a 105°C durante 16 horas. Ao término da secagem, as amostras foram retiradas da estufa e levadas ao dessecador durante 30 minutos para regulação da temperatura. Depois de frias, as amostras foram novamente pesadas em balança analítica e seus valores registrados.

##### **4.5.2 Matéria mineral**

A análise da matéria mineral foi realizada logo após a análise da matéria seca, utilizando as mesmas amostras que passaram pelo processo de secagem definitiva. Tais amostras foram colocadas em forno mufla, onde permaneceram durante 3 horas à temperatura de 600°C. Após a queima, os cadinhos foram levados ao dessecador onde permaneceram por 30 minutos para regulação da temperatura. Posteriormente foram pesados em balança analítica e registrados os valores de cinzas.

### **4.5.3 Extrato Etéreo**

Foi adicionado um grama de pólen em cartuchos extratores feitos de papel filtro previamente pesados e numerados. Os cartuchos de papel foram introduzidos em extratores de vidro Soxhlet. Erlenmeyers previamente secos, pesados e numerados, foram acoplados aos extratores de vidro e colocados no aparelho extrator de gordura. 80 mL de hexano foram utilizados como solvente no processo de extração conduzido por período de seis horas. Os Erlenmeyers que continham a gordura extraída foram colocados na estufa a 105°C por 30 minutos, para a completa evaporação do hexano. A gordura extraída foi calculada por diferença de pesagem.

### **4.5.4 Proteína Bruta**

Um grama de pólen foi pesado em balança analítica e levado a tubos digestores junto a 5 mL de ácido sulfúrico e meio grama de mistura digestora que catalisa a digestão, aumentando o ponto de ebulição do ácido sulfúrico. Em seguida, os tubos foram colocados em blocos digestores à temperatura máxima de 350°C até a amostra ser digerida e tornar-se transparente. A amostra digerida foi levada ao aparelho destilador com a adição de 25 mL de hidróxido de sódio. A amônia liberada na destilação foi recebida em um Erlenmeyers com 25 mL de solução mista (ácido bórico + álcool) até completar o volume de 75 mL. A solução receptora tem a finalidade de fixar a amônia para que se proceda à titulação. A amônia contida no Erlenmeyers, liberada na fase da destilação, foi titulada com ácido clorídrico até a viragem do indicador em cor rósea. A quantidade de ácido clorídrico utilizado foi registrada para a determinação do nitrogênio da amostra.

## **4.6 Perfil de aminoácidos do pólen puro**

Amostras de 0,02 g de pólen puro foram analisadas em duplicata para determinação do perfil de aminoácidos pelo método PicoTag em colunas de 3,9 mm x 5 cm) ligadas a um HPLC (Waters, Millipore Corp., Milford, MA).

As amostras foram hidrolisadas com 6 N HCl e derivatizadas com fenilisocianato para produzir aminoácidos feniltiocarbamil, em seguida analisados por HPLC em fase reversa. Foram usados como tampão água/acetonitrila (60:40) e

acetato de sódio trihidratado 0,14 M. Foi utilizado um espectrofotômetro UV para detecção da absorvância a 254nm com a coluna operando a 46°C e fluxo de 1 mL/min.

A metionina e o triptofano foram analisados separadamente em virtude da sensibilidade a hidrólise ácida. Para determinação dos aminoácidos sulfurados cistina e metionina, as amostras foram pré-oxidadas com ácido fórmico a 0°C por 12 horas. A reação foi interrompida com hidróxido de bromo para em seguida serem processadas como descrito acima. Para determinação do triptofano as amostras foram hidrolisadas com hidróxido de bário a 110°C por 16 horas e, em seguida, analisados por cromatografia líquida de alta eficiência HPLC em fase reversa utilizando uma coluna de 4,6 x 150 mm e absorvância de 285 nm.

#### **4.7 Perfil de ácidos graxos do pólen puro**

Antes da determinação da composição de ácidos graxos realizou-se a metilação dos lipídeos utilizando procedimentos padrão com amostras de 0,7g de pólen por análise.

Os ácidos graxos foram, em seguida, identificados por meio de cromatógrafo (Varian3300 FID–AssInc. 1985, USA) ligado a colunas capilares de sílica (CPSIL 88; 100 m, 0.25 mm). A temperatura da coluna foi de 140–240°C, enquanto o injetor e FID foram mantidos a 250 °C. Foi utilizado hélio como gás carreador e a taxa de fluxo foi de 50 mL/min. Os ácidos graxos foram identificados por comparação com os tempos relativos de retenção de ácidos graxos éster metílicos de padrões obtidos da SigmaAldrich (Germany).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os grãos de pólen de *Cocos nucifera* estão apresentados na figura 9. A caracterização morfológica dos grãos de pólen engloba aspectos como seu tamanho, forma, aberturas, caracterização de sua superfície e estratificação da exina (PLÁ JÚNIOR, 2006).

**Figura 9 – Fotomicrografia contendo grãos de pólen de *Cocos Nucifera* vistos sob diferentes ângulos (40x)**

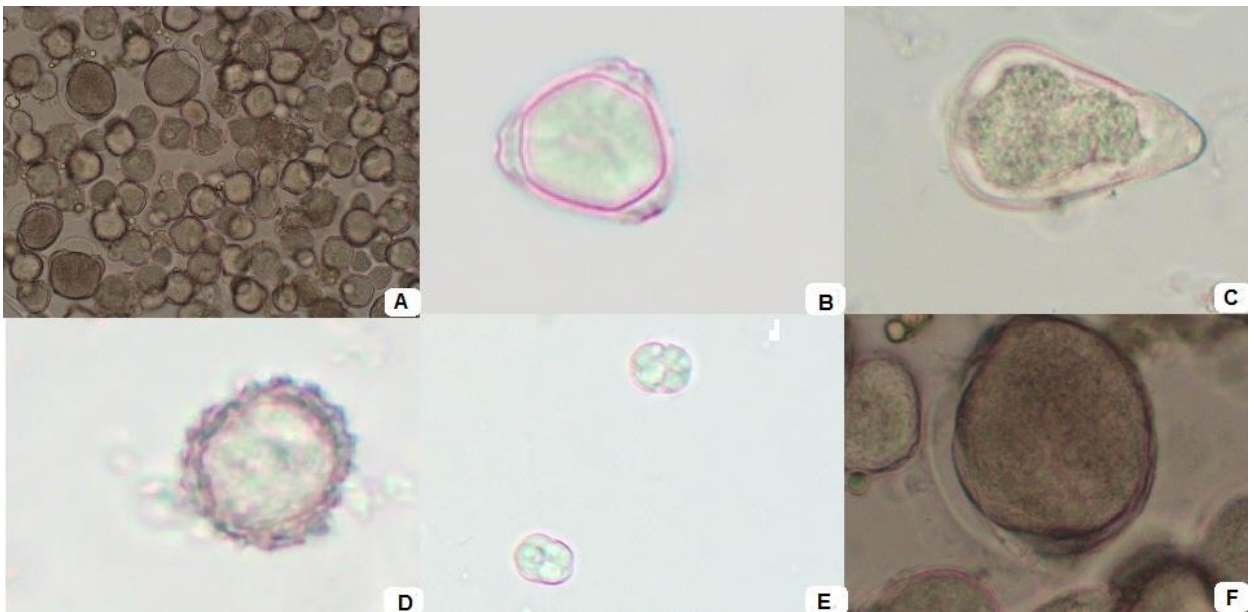


Fonte: Autora

O pólen de coqueiro estudado apresentou-se em média com 25 $\mu$ m, sendo, portanto, considerado de tamanho médio de acordo com a classificação de Erdman (1952) que classifica os grãos de pólen em muito pequenos (<10 $\mu$ m), pequenos (10-25 $\mu$ m), médios (25-50 $\mu$ m), grandes (50-100 $\mu$ m) e gigantes (>200). O pólen de coqueiro apresentou simetria bilaterale três aberturas alongadas (colpos), o que o classifica como tricolpado.

Foram encontrados nove tipos polínicos nas amostras de pólen coletado pelas abelhas e três deles foram identificados. Por falta de um laminário de referência mais completo para a região litorânea não foi possível identificar exatamente a que plantas todos os nove tipos polínicos observados pertencem. Alguns dos tipos polínicos encontrados são apresentados a figura 10.

**Figura 10. Fotomicrografias dos grãos de pólen encontrados nas amostras de pólen coletados pelas abelhas. Fig. A – Aspecto geral dos diferentes tipos polínicos presentes nas amostras; Fig. B - Pólen não identificado (NI1); Fig. C – Pólen não identificado (NI2); Fig. D – Pólen de Rubiaceae; Fig. E - Pólen de Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* - Fabaceae); Fig. F – Pólen de coqueiro (*Cocos nucifera*- Arecaceae).**



Fonte: Autora.

O percentual de cada tipo polínico nas amostras de pólen coletado pelas abelhas está apresentado na tabela 2 e figura 11.

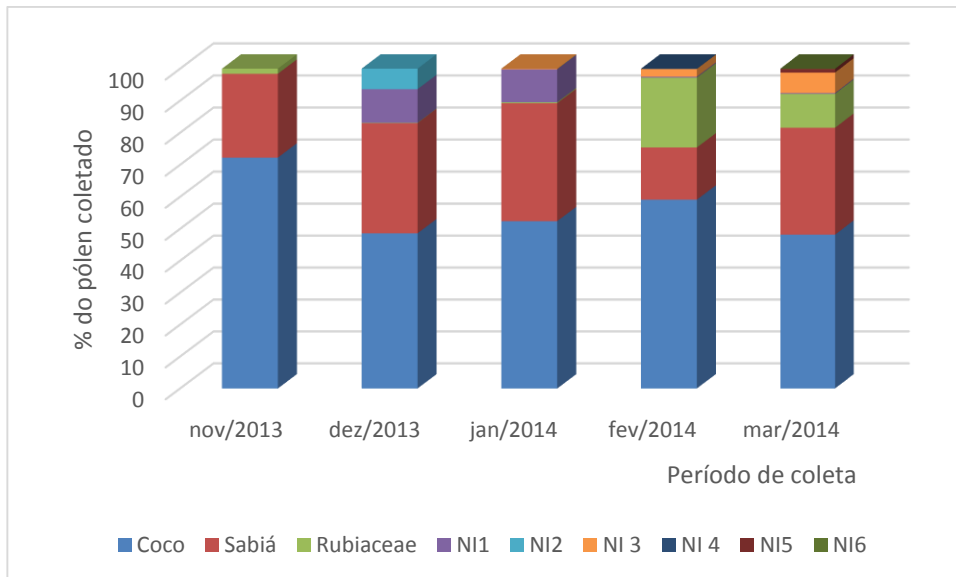
Tabela 2 - Participação percentual de pólen de coqueiro identificado nas bolotas de pólen coletado por *Apis mellifera* no apiário Pescaria, de novembro de 2013 a março de 2014.

Mês/ Ano	Nome vulgar	Nome científico	Percentual
<b>Novembro</b>			
	Coco	<i>Cocos Nucifera L.</i>	<b>72,23</b>
	Sabiá	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	26,17
	NI 1		1,60
<b>Dezembro</b>			
	Coco	<i>Cocos Nucifera L.</i>	<b>48,60</b>
	Sabiá	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	34,40
	NI 1		10,50
	Rubiaceae		0,10
	NI 2		6,40
<b>Janeiro</b>			
	Coco	<i>Cocos Nucifera L.</i>	<b>52,40</b>
	Sabiá	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	36,80
	NI 1		10,30
	Rubiaceae		0,30
	NI 2		0,03
	NI 3		0,17
<b>Fevereiro</b>			
	Coco	<i>Cocos Nucifera L.</i>	<b>59,10</b>
	Sabiá	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	16,30
	NI 1		0,30
	Rubiaceae		21,80
	NI 3		2,40
	NI 4		0,10
<b>Março</b>			
	Coco	<i>Cocos Nucifera L.</i>	<b>48,17</b>
	Sabiá	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	33,37
	NI 1		0,27
	Rubiaceae		10,6
	N3		6,37
	NI 5		1,16
	NI 6		0,06

Observa-se que o pólen de coqueiro constitui o pólen dominante (>45%) em todos meses amostrados. No mês de novembro o pólen de coqueiro chegou a representar 72,23% dos tipos polínicos encontrados nas amostras de pólen coletado pelas abelhas. Esses resultados demonstram que o coqueiro é a principal fonte

proteica das abelhas cultivadas na região de estudo e possivelmente em toda a região litorânea de Alagoas.

**Figura 11- Percentual dos tipos polínicos coletados pelas abelhas das colônias experimentais ao longo do período de estudo.**



A morfologia e a coloração das flores nas inflorescências de coqueiro, assim como a grande quantidade de pólen disponível, atraem numerosas categorias de himenópteros alados (CONCEIÇÃO *et al.*, 2004). Esses autores identificaram 12 espécies de abelhas visitando as inflorescências de coqueiro na Bahia. As mais frequentes foram: *Apis mellifera* (70,41%), *Trigonaspinipes* (36,56%), e *Trigonaguiana* (23,64%).

No presente estudo, verificou-se igualmente uma importante participação do pólen de Sabiá, *Mimosa caesalpinifolia*, como pólen acessório (15- 44%) no pólen coletado pelas abelhas. O Sabiá é uma espécie vegetal muito utilizada como cerca viva na delimitação de propriedades rurais.

Mesmo com os percentuais elevados de pólen de coqueiro encontrado nas amostras de pólen coletado pelas abelhas, é possível que sua real participação na dieta proteica das abelhas, na região de estudo, ainda esteja sendo subestimada em nossas análises. Isso se deve ao fato de que os percentuais foram estabelecidos por contagem, ou seja, por uma análise quantitativa. O pólen de Sabiá é muito menor do que o de coqueiro e, portanto, contado em grande quantidade quando aparece nas amostras apesar de contribuir muito pouco em termos de volume. Seria interessante

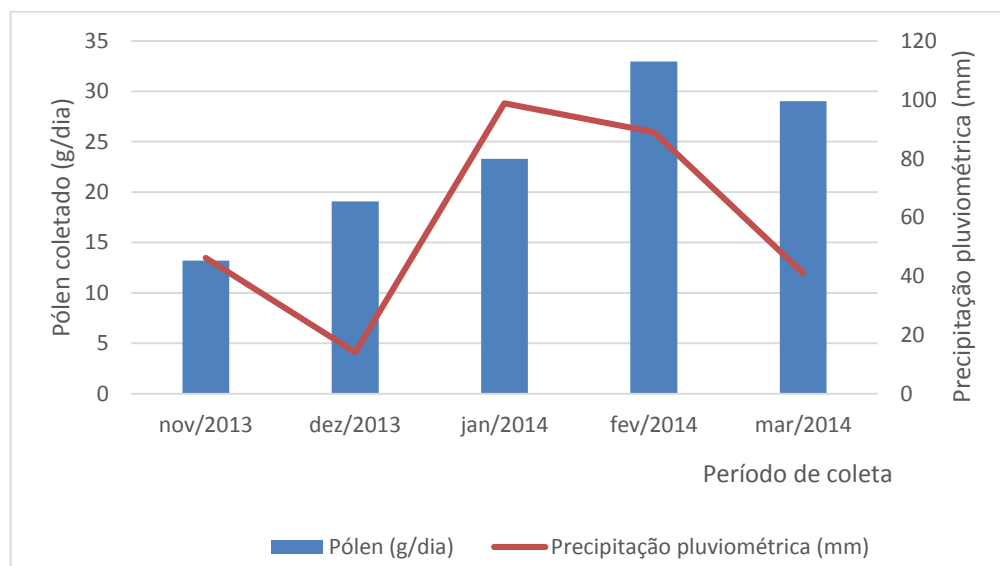
para avaliar a importância relativa de diferentes espécies vegetais na dieta proteica das abelhas fazer uma análise com base no volume do grão ao invés de sua análise quantitativa.

Os resultados obtidos também evidenciaram a pequena diversidade de espécies vegetais no pólen coletado pelas abelhas na região litorânea estudada. Somente nove tipos polínicos foram observados nas amostras analisadas, e as fontes de pólen mais importantes para as abelhas parecem ser provenientes das plantas que estão em maior densidade, que no caso são plantas cultivadas: coqueiro e sabiá.

Esses resultados refletem de certa forma os efeitos antrópicos na área de estudo e chamam a atenção para a eventual fragilidade do ecossistema e vulnerabilidade da atividade apícola que é fortemente dependente de pólen de em quantidade e de qualidade.

Na figura 12 são apresentadas as quantidades de pólen coletado pelas abelhas em grama/dia, assim como a precipitação pluviométrica ao longo do período de estudo.

**Figura 12 - Quantidades de pólen coletado pelas abelhas em grama/dia e precipitação pluviométrica no período de estudo.**



Foram colhidas 20 amostras de pólen ao longo dos cinco meses de estudo. A média em gramas de pólen coletado nos coletores de pólen das três colmeias experimentais variou de 13,2 g/dia (novembro) a 32,9 g/dia (fevereiro).

Variações na oferta de pólen ao longo dos meses do ano são muito comuns pois os fluxos polínicos costumam ser sazonais, especialmente no hemisfério norte



onde as estações climáticas são bem marcadas (KELLER, 2005). De acordo com os dados pluviométricos apresentados a figura 12 é possível observar que os meses de novembro e dezembro fazem parte da estação seca na região de estudo. Era, portanto, de se esperar uma menor quantidade de pólen recolhido nesses meses. Com a chegada das chuvas observou-se aumento da quantidade de pólen coletado assim como da diversidade polínica. As chuvas proporcionaram o crescimento de um extrato herbáceo que se mostrou importante na diversificação da dieta proteica das abelhas.

Ainda em relação a quantidade de pólen coletado no presente trabalho observou-se variações relativamente importantes entre as colônias. IMDORF, (1983) observou variações de 15 – 43% nas quantidades de pólen coletado entre diferentes colônias experimentais. Variações nas quantidades de pólen coletado por colônia podem ser explicadas pelo fato da coleta de pólen ser diretamente proporcional ao tamanho populacional e/ou estado nutricional da colônia. Apesar das colônias experimentais utilizadas no presente trabalho terem sido equalizadas antes das coletas, variações populacionais foram observadas e podem estar na origem das variações na quantidade de pólen coletado entre as colônias. Além disso, as abelhas também podem mudar o seu comportamento forrageiro tanto em função da ausência quanto da presença de estoques de pólen na colônia. KELLER, 2005 observou que colônias aumentavam a intensidade de forrageamento quando coletores de pólen eram instalados de maneira permanente, diminuindo assim a entrada de proteína na colmeia e que elas reduziam a atividade de forrageio quando existiam importantes estoques de pólen na colônia.

A estimativa de quantidades de pólen coletado em coletores de pólen deve ser feita com cautela devido as limitações do método. Existem vários tipos de coletores, que por sua vez diferem também no diâmetro das aberturas, fazendo com que os percentuais de pólen retidos na gaveta do coletor sofram variações importantes. A literatura cita variações na eficiência de coleta ou retenção dos grãos de pólen de 25% a 60%. O tamanho das abelhas assim como dos grãos de pólen também pode estar na origem das variações encontradas na eficiência de retenção dos coletores de pólen (KELLER, 2005). Portanto, o uso de coletores de pólen não parece ser uma abordagem que permita estimar de maneira acurada a quantidade de pólen coletado por colônias de abelhas.

3. A composição nutricional do pólen puro de coqueiro está apresentada a Tabela 3.

**Tabela 3 - Composição nutricional do pólen puro de coqueiro.**

Variáveis	% da MS
MS	87,10
PB	33,48
EE	6,61
MM	3.28

MS: matéria seca, PB: proteína bruta, EE: extrato etéreo, MM: cinzas

A proteína bruta (PB) do pólen é considerada uma medida da sua qualidade nutricional (PERNAL; CURRIE, 2000). A quantidade de proteína bruta presente no pólen varia largamente em função da espécie vegetal. Existem espécies que apresentam baixos teores de proteína bruta como, por exemplo, *Cupressus arizonica* (2,3% de PB) e algumas variedades de Eucaliptose outras espécies com valores extremamente altos como *Aloe greatheadii var. davyana* (50,8% de PB) (HUMAN; NICOLSON, 2006). ROULSTON et al., 2000 descrevem variações de proteína bruta de 2,5% a 61% na matéria seca do pólen coletado manualmente de 377 espécies vegetais. De acordo com SOMMERVILLE (2005) as abelhas necessitam de pólen contendo de 20 a 23% de proteína bruta para o adequado desenvolvimento da colônia. Portanto, a quantidade de proteína bruta encontrada na matéria seca do pólen puro de coqueiro coletado no presente trabalho (33,48%) pode ser considerada elevada, colocando o coqueiro como uma rica fonte proteica para as abelhas.

Não existe na literatura dados de composição nutricional de pólen puro de espécies vegetais brasileiras. A maioria das análises do valor nutricional dos diferentes tipos de pólen, atualmente disponíveis, são em sua maioria feitas a partir do pólen obtido em coletores de pólen, ou seja, do pólen coletado pelas abelhas. Na tabela 4 são apresentados dados de composição nutricional do pólen coletado por abelhas no Brasil obtidos da literatura.

Tabela 4 – Composição nutricional do pólen apícola brasileiro.

Variáveis (%)	Referências		
	MODRO <i>et al</i> (2007)	MARCHINI <i>et al</i> (2006)	FUNARI <i>et al</i> (2003)
MS	72,9	76,3	75,9
PB	28,2	21,4	26,2
MM	2,8	2,8	2,6
EE	2,6	3,5	5,1

Análises químicas de pólen fresco são difíceis de serem realizadas em plantas polinizadas por insetos, pois a maioria dos métodos analíticos demandam quantidades de pólen praticamente impossíveis de serem coletadas manualmente.

O pólen puro de coqueiro apresentou 6,61% de extrato etéreo (EE). Esse valor pode ser considerado relativamente baixo quando comparado aos valores obtidos para outras espécies vegetais. HUMAN; NICOLSON (2006) encontraram 10% de EE para o pólen puro de *Aloe greatheadii*, uma das mais importantes plantas apícolas da África do Sul. NICOLSON; HUMAN (2013) reportaram um valor de 9,40% de EE para o pólen puro de girassol. Entretanto, o pólen de coqueiro apresenta valores de EE superiores a maioria das espécies de Eucaliptos, os quais possuem em média <2% de EE e constituem importante fonte polínica para a apicultura australiana (SOMERVILLE, 2001).

Os lipídeos presentes no pólen provêm de gotículas intracitoplasmáticas e do “pollenkit” uma camada gordurosa extracelular presente em alguns tipos de pólen (MANNING, 2001). Os lipídeos são importantes fontes de energia para as abelhas e são utilizados para síntese de reservas de gordura e glicogênio, contribuindo de maneira importante para produção de geleia real (CRAILSHEIM, 2001). As abelhas parecem ter preferência por pólen rico em lipídeos (SINGH *et al.* (1999); MANNING, 2001).

O pólen puro de coqueiro apresentou teor de cinzas (MM) de 3,28% na matéria seca. Análises do teor de cinzas do pólen de 33 espécies vegetais norte americanas mostraram variações de 0,9 a 6,4% (TODD; BRETHERICK, 1942). Em média o pólen costuma conter de 2 a 7 % de cinzas. Abelhas criadas com dietas artificiais contendo várias concentrações de cinzas de pólen demonstraram maior habilidade na produção de crias nos níveis de 0,5 a 1% de cinzas. Concentrações crescentes de minerais no pólen demonstraram inibir a produção de cria. Pólen com níveis superiores a 8% em cinzas reduziram drasticamente a produção de crias

(SOMMMERVILLE, 2005). Portanto, podemos dizer que o pólen de coqueiro apresenta concentrações em cinzas em níveis aceitáveis ao bom desenvolvimento das abelhas.

A composição em macro e micro minerais do pólen puro de coqueiro está apresentada a tabela 5.

**Tabela 5 – Composição em minerais do pólen puro de coqueiro.**

<b>Ca</b>	%	<b>0,68</b>
<b>P</b>	%	1,25
<b>Na</b>	%	0,06
<b>K</b>	%	1,08
<b>Mg</b>	%	0,21
<b>Cu</b>	PPM	14,81
<b>Mn</b>	PPM	45,41
<b>Fe</b>	PPM	245,17
<b>Zn</b>	PPM	120,32
<b>Mo</b>	ppm	0,67
<b>Cr</b>	ppm	11,41

Ca: Cálcio, P: fósforo, Na: sódio, K: potássio, Mg: magnésio, Cu: cobre, Mn: manganês, Fe: ferro, Zn: zinco, Se: selênio, Mo: molibidênio, Cr: Cromo. Os macrominerais estão expressos em % da matéria seca e os microminerais em ppm (parte por milhão).

Pouco se sabe sobre os requerimentos em minerais das abelhas. Sabe-se que quantidades substanciais de potássio e magnésio são requeridas pelos insetos, mas níveis elevados de sódio, cloreto de sódio e cálcio demonstraram ser tóxicos para as abelhas (SOMMENVILLE, 2005).

Vários minerais foram encontrados em pólen incluindo: potássio, magnésio, cálcio, sódio, ferro, cobre, manganês, zinco, alumínio, cádmio, cromo, chumbo, níquel e selênio (HERBERT; SHIMANUKI, 1978).

Não existem dados sobre a composição em minerais de pólen puro de espécies vegetais brasileiras. FUNARI (2003) encontrou os valores a seguir para amostras de pólen coletado por abelhas no Brasil: 0,26% de Ca, 0,43% de P, 0,67% de K, 0,21% de S, 0,08 % de Mg, 15mg/kg de Cu, 32,4mg/kg de Mn, 114,2mg/kg de Fe, 88,4mg/kg de Zn e 9,9mg/kg de B.

Os teores de macro minerais do pólen puro de coqueiros apresentaram valores superiores aos reportados por FUNARI para o pólen apícola, especialmente em relação ao fósforo e potássio. A propriedade onde foram instaladas as colônias experimentais e colhidas as inflorescências de coqueiro são caracterizadas por solo

arenoso e recebem frequente adubação química (NPK) para compensar as eventuais perdas por lixiviação (Comunicação pessoal). Portanto, é possível que o pólen puro de coqueiro coletado e analisado reflita os teores de P e K da adubação.

O pólen puro de coqueiros apresentou níveis de microminerais compatíveis com os apresentados na literatura. Destaca-se, porém os elevados níveis de ferro (245,15 ppm).

Os níveis de minerais presentes em pólenes coletados por abelhas da Europa e América do Norte variam consideravelmente ao longo do ano, especialmente para potássio, magnésio, cálcio, manganês e ferro, sendo mais estáveis para zinco e cobre. Entretanto, essas variações são atribuídas a diferenças na composição florística do pólen (KELLER, 2005).

Pesquisas que determinem os níveis ideais de macro e micro minerais em abelhas não têm sido frequentemente conduzidas devido às dificuldades de administração de pequenos níveis em alimentos para abelhas, e do tempo e custo envolvidos nas pesquisas (SOMMERVILLE, 2005).

A composição em aminoácidos do pólen puro de coqueiro está apresentada a tabela 6.

Tabela 6 – Aminoácidos (g/100 g proteína) do pólen puro de coqueiro.

		Requerimento mínimo <sup>a</sup>
<b>Aminoácidos essenciais</b>		
Arginina	5,94	3,00
Histidina	3,03	1,50
Isoleucina	4,95	4,00
Leucina	7,71	4,50
Lisina	5,68	3,00
Metionina	2,07	1,50
Fenilalanina	4,40	1,50
Treonina	3,97	3,00
Triptofano	0,69	1,00
Valina	5,55	4,00
<b>Aminoácidos não-essenciais</b>		
Alanina	5,52	
Ác. Aspártico	11,16	
Cistina	1,50	
Ác. Glutâmico	11,44	
Glicina	5,04	
Prolina	6,60	
Serina	5,02	
Tirosina	3,46	
Taurina	<0,29	

<sup>a</sup>Quantidades comparadas com os valores mínimos de aminoácidos essenciais requeridos pelas abelhas (de Groot, 1953).

A composição em aminoácidos define bem melhor a valor nutricional do pólen do que o percentual de proteína bruta, pois a falta de um ou mais aminoácidos essenciais se traduz em importantes deficiências nutricionais. Entende-se por aminoácidos essenciais aqueles que não podem ser sintetizados pelo animal e, devem, portanto, ser ingeridos na dieta. A qualidade da proteína do pólen depende das quantidades de aminoácidos essenciais para as abelhas. Dez aminoácidos foram reportados como sendo essenciais para as abelhas: arginina, histidina, lisina, triptofano, fenilalanina, metionina, treonina, leucina, isoleucina e valina (DE GROOT, 1953).

Dezenove aminoácidos estão presentes no pólen puro de coqueiro, incluindo os dez aminoácidos essenciais (Tabela 6). Todos os aminoácidos essenciais, com

exceção do triptofano, aparecem em quantidades superiores aos requerimentos mínimos estabelecidos para as abelhas. Os maiores requerimentos das abelhas são para leucina, isoleucina e valina, aminoácidos que estão em quantidades significativas no pólen de coqueiro. Podemos concluir que o pólen de coqueiro constitui uma proteína de boa qualidade para as abelhas.

Existem espécies vegetais cujo pólen é desprovido em alguns aminoácidos essenciais. O pólen de *Taraxacum officinale* não possui triptofano, fenilalanina e é deficiente em arginina. Abelhas jovens cultivadas unicamente com pólen de *Taraxacum officinale* não foram aptas a nutrir as suas crias e abelhas adultas tiveram a sua longevidade reduzida quando alimentadas exclusivamente com esse tipo de pólen (HERBERT, 1992).

A composição em ácidos graxos do pólen puro de coqueiro está apresentada a tabela 7.

A fração lipídica do pólen puro de *Cocos nucifera* inclui 21 ácidos graxos, sendo o palmítico, oleico, linoleico e linolênico os dominantes. Não existem dados na literatura para a composição em ácidos graxos do pólen de espécies vegetais brasileiras.

Além das variações nos teores de lipídeos o pólen também varia na sua diversidade de ácidos graxos e nas suas proporções relativas. HUMAN e NICOLSON (2006) encontraram os ácidos palmítico, esteárico, oleico e gadoleico como ácidos graxos dominantes no pólen puro de *Aloe greatheadii*. Esses ácidos graxos compuseram 76% dos ácidos graxos do pólen. NICOLSON e HUMAN (2012) reportaram os ácidos graxos láurico, palmítico e linolênico como sendo os dominantes no pólen puro de cultivares de girassol. Entretanto, os principais ácidos graxos presentes no pólen geralmente são palmítico (C-16), oleico (C-18:1), linoleico (C-18:2) e linolênico (C-18:3) (MANNING, 2001).

Tabela 7 – Composição em ácidos graxos do pólen puro de coqueiro.

<b>Coqueiro</b>		<b>Pólen Puro</b>	
		<b>mg/g</b>	<b>AG(%)</b>
<b>Saturadas</b>			
Cáprico	C10	0,01	0,00
Láurico	C12:0	0,02	0,00
Mirístico	C14:0	0,18	0,02
Penta decanóico	C15:0	0,05	0,01
Palmítico	C16:0	18,66	1,87
Margárico	C17:0	0,18	0,02
Esteárico	C18:0	1,80	0,18
Araquídico	C20:0	0,68	0,07
Heneicosanóico	C21:0	0,05	0,01
Behênico	C22:0	3,87	0,39
Tricosanóico	C23:0	0,08	0,01
Lignocérico	C24:0	2,59	0,26
<b>Total</b>		<b>28,17</b>	<b>2,84</b>
<b>Monoinsaturadas</b>			
Palmitoleico	C16:1	0,40	0,04
Oléico	C18:1n9c	5,36	0,54
Cis-Eicosenóico	C20:1	0,35	0,03
Erucico	C 22:1 n9	0,05	0,00
<b>Total</b>		<b>6,16</b>	<b>0,61</b>
<b>Poli-insaturadas</b>			
Linoléico	C18:2n6c	14,46	1,45
Linolênico	C18:3n3	16,96	1,70
Cis-Eicosadienóico	C20:2	0,02	0,00
Docosadienóico	C22:2n6	0,04	0,00
<b>Total</b>		<b>31,48</b>	<b>3,15</b>
<b>Trans</b>			
Elaidico	C18:1n9t	0,02	0,00
<b>Total</b>		<b>0,02</b>	<b>0,00</b>
<b>Total de gordura</b>		<b>65,83</b>	<b>6,60</b>

Os ácidos graxos são importantes para reprodução, desenvolvimento e nutrição das abelhas. Alguns ácidos graxos como linoleico, mirístico e láurico possuem atividade bactericida e antifúngica importantes para a manutenção do estado de sanidade das colônias de abelhas (MANNING; HARVEY, 2002).



## 6 CONCLUSÕES

O pólen de *Cocos nucifera* (coqueiro) constitui a principal fonte proteica das abelhas cultivadas na região de estudo e possivelmente em toda a região litorânea de Alagoas.

O pólen de coqueiro demonstrou ser uma fonte proteica muito boa, contendo altos níveis de proteína bruta e todos os aminoácidos essenciais necessários às abelhas e em quantidades superiores aos requerimentos mínimos. O teor de gordura do pólen de coqueiro não foi muito elevado, mas apresentou adequado perfil dos principais ácidos graxos.

Sugere-se que trabalhos futuros sejam realizados visando conhecer a eficiência de degradação do pólen de *Cocos nucifera* por abelhas adultas e o seu efeito sobre a longevidade das mesmas.

## REFERÊNCIAS

- ALDER, L. S. **The ecological significance of toxic nectar.** *Oikos* 91: 409-420, 2000.
- ALENCAR, S. M., et al. Composição fenólica, atividade antibacteriana e antioxidante da própolis vermelha brasileira. **Quim. Nova**, v. 32, n. 6, 1523-1527, 2009
- BARKER R.J.; LEHNER Y. **Acceptance and sustenance value of naturally occurring sugars fed to newly emerged adult workers of honey bees (*Apis mellifera* L.)**, *Exp. Zool.* 187, 277–285, 1974.
- BRODSCHNEIDER, R. & CRAILSHEIM, K.; **Nutrition and health in honey bees.** [s.l.] *Apidologie*, v. 41, 278–294, 2010
- CACCIA, S., et al. Unexpected similarity of intestinal sugar absorption by SGLT1 and apical GLUT2 in an insect (*Aphidiuservi*, Hymenoptera) and mammals. **American Journal of Physiology – Regulatory, Integrative and Comparative Physiology** 292: R2284–R2291, 2007.
- CANTRILL R.C., HEPBURN H.R., WARNER S.J. Changes in lipid composition during sealed brood development of African worker honeybees, *Comp. Biochem. Physiol. B* 68, 351–353, 1981.
- CARTER, C. A novel role for proline in plant floral nectars. **Naturwissenschaften** M.93,p. 72–79, 2006.
- CORBET, S.A. Nectar sugar content: estimating standing crop and secretion rate in the field. **Apidologie**, n.34, p.1–10, 2003.
- CONCEIÇÃO, E. S.; DELABIE, J. H. C. & NETO, A. de O. C. 2004. Ecology, behavior and bionomics. **Neotropical Entomology**, 2004.

CRAILSHEIM, K., et al. Pollen consumption and utilization in worker honeybees (*Apis mellifera carnica*): dependence on individual age and function. **Journal of Insect Physiology**. n.38, p. 409–419, 1992.

CRAILSHEIM, K. Intestinal transport of sugars in the honeybee (*Apis mellifera* L.). **Journal of Insect Physiology** n.34, p. 839–845, 1988.

DE GROOT, A.P. Protein and amino acid requirements of the honey bee (*Apis mellifera* L.). **Physiol.Comp. Oecol.** n.3, p. 1–83, 1953.

DAUGSCH A., et al. **Própolis Vermelha e sua origem botânica**. Mensagem Doce. 2006, n° 89, disponível em:  
<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/89/artigo.htm>. Acessada em 01 de setembro de 2014.

EMBRAPA 2011, **Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional** - Panorama 2010

ERDTMAN, G., **Pollen Morphology and Plant Taxonomy**. Angiosperms. 1952. 532pp. Chronica Botanica C., Waltham, Mass.

FAO 2011. **World Production**. < [www.faostat.org.br](http://www.faostat.org.br) >, Disponível em: 11 de dezembro de 2013.

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.

FOALE, M.; HARRIES, H. Farm and Forestry Production and Marketing Profile for Coconut (*Cocos nucifera*). In: ELEVITCH, C. R. (Ed.). **Specialty Crops for Pacific Island Agroforestry, Holualoa, Hawai'i**: Permanent Agriculture Resources (PAR), 2009. < <http://agroforestry.net/scps> >. Disponível em: 11 dez. 2013.

FUNARI S. R. C., et al. Composições Bromatológica e Mineral do Pólen Coletado por Abelhas Africanizadas (*Apis mellifera* L.) em Botucatu, Estado de São Paulo. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.** v. 11, n.2, p.88-93, 2003.

GARDENER, M.C. & GILLMAN, M.P. Analyzing variability in nectar amino acids: composition is less variable than concentration. **Journal of Chemical Ecology**, n. 27, p. 2545–2558, 2001.

HARDER, L.D. Effects of nectar concentration and flower depth on flower handling efficiency of bumble bees. **Oecologia**, n.69, p. 309–315, 1986.

HERBERT JR., E.W.; SHIMANUKI, H. Chemical composition and nutritive value of bee-collected and bee-stored pollen. **Apidology**, v.9, n.1, p.33-40, 1978.

HERBERT E.W., SHIMANUKI H., SHASHA B.S. Brood rearing and food consumption by honeybee colonies fed pollen substitutes supplemented with starch encapsulated pollen extracts, **J. Apic. Res.** n. 19, p. 115–118, 1980.

HERBERT, E. W. JR. Honey bee nutrition. *In: The Hive and The Honey Bee*. Graham, J. M. (ed), Dadant & Sons. Hamilton, Illinois, p. 197-233, 1992.

HERBERT, E W J; MILLER-IHLI, N J Seasonal variation of seven minerals in honey bee collected pollen. **American Bee Journal**, n. 127, p. 367–369, 1987.

HERMOSÍN. I., CHICÓN, R.M. & CABEZUDO, M.D. Free amino acid composition and botanical origin of honey. **Food Chemistry**, n. 83, p. 263–268, 2003.

HRASSNIGG N., CRAILSHEIM K. Differences in drone and worker physiology in honeybees (*Apis mellifera* L.), **Apidologie**, n. 36, p. 255–277, 2005.

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

IMDORF, Pollen eintrageines Bienenvolkesaufgrund des Rückbehaltes in der Pollenfalle – 1. Teil: Berechnungsgrundlagen. **Schweizerische Bienen-Zeitung**, n. 106, p. 69–77, 1983.

IMDORF, A., et al. Nitrogen and mineral constituents of honey bee worker brood during pollen shortage. **Apidologie**, n. 29, p. 315–325, 1998.

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.

KIM, Y.S.&SMITH, B.H. Effect of an amino acid on feeding preferences and learning behavior in the honey bee, *Apis mellifera*. **Journal of Insect Physiology**, n. 46, p. 793–801, 2000.

KUNERT K., CRAILSHEIM K. Seasonal changes in carbohydrate, lipid and protein content in emerging worker honeybees and their mortality. **Apic.Res**, n. 27, p. 13–21, 1988.

LIMA, M. G. **A Produção de Própolis no Brasil**. São João da Boa Vista, SP Editora, São Sebastião., 2006.

LOPEZ, A.M.Q. “**Normas de produção da Própolis Vermelha de Alagoas**”, Mimeo, Documento enviado ao INPI para solicitação da Indicação Geográfica, modalidade Denominação de Origem - Mista, Maceió, 2011.

LOUVEAUX, J., MAURIZIO, A. ; VORWOHL. G., Methodik der Melissopalynologie. **Apidologie**, n. 1, p. 193-209, 1970.

MANNING R., et al. Lipid-enhanced pollen and lipid-reduced flour diet sand their effect on the longevity of honey bees (*Apis mellifera* L.), **Aust. J. Entomol**, n. 46, p. 251–257, 2007.

MANNING, R. Fatty acids in pollen: a review of their importance for honey bees. **Bee World**, n. 82, p. 60–75, 2001.

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.

MANZKE, N. E. Substituição do éter de petróleo por hexano na extração de gordura em grãos e pastagens. XVI Encontro de Química da Região Sul (16-SBQSul), 2008.

MICHEU, S., CRAILSHEIM, K.; LEONHARD, B. Importance of proline & other amino acids during honeybee flight – *Apis mellifera carnica* Pollmann. *Amino Acids*, n. 18, p. 157–175, 2000.

NEFF, J. L.; SIMPSON, B. B. The roles of phenology & reward structure in the pollination biology of wild sunflower (*Helianthus annuus* L., Asteraceae). **Israel Journal of Botany**, n. 39, p. 197–216, 1990.

NICOLSON, S.W., & THORNBURG, R. **Nectar chemistry**. In: S.W. Nicolson, M. Nepi, & E. Pacini (Eds.), *Nectaries and nectar* (pp. 215–264). Dordrecht: Springer, 2007.

NICOLSON, S.W., HUMAN, H. Chemical composition of the ‘low quality’ pollen of sunflower (*Helianthus annuus*, Asteraceae). **Apidologie**, n. 44, p. 144–152. 2013.

Nicolson, S.W. Bee food: the chemistry and nutritional value of nectar, pollen and mixtures of the two. **Afr. Zool.**, n. 46, p. 197–204, 2011.

NICOLSON, S.W. *Eucalyptus* nectar: production availability, composition and osmotic consequences for the larva of the eucalypt nectar fly, *Drosophila flavohirta*. **South African Journal of Science**, n. 90, p. 75–79, 1994.

NICOLSON, S.W.; HUMAN, H. Flower structure and nectar availability in *Aloe greatheadii* var. *davyana*: an evaluation of a winter nectar source for honeybees. ***International Journal of Plant Science***, n. 169, p. 263–269, 2008.

NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A.- **Apicultura: manejo e produtos**. 3. ed. Jaboticabal: Funep, 2006.

PERNAL, S.F.; CURRIE, R.W. Pollen quality of fresh and 1-year-old single pollen diets for workerhoney bees (*Apis mellifera* L.). ***Apidologie***, n. 31, p. 387–409, 2000.

PORTELA, E. M. R. GALLEGO, J. C. S. **Alimentación de las abejas**: Aplicación práctica de los fundamentos fisiológicos de La nutrición. Portada y gráficos: Elena M. Roblas Portela, 195p., 1999.

ROUBIK, D.W. & BUCHMANN, S.L. Nectar selection by *Melipona* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) and the ecology of nectar intake by bee colonies in a tropical forest. ***Oecologia***, n. 61, p. 1–10, 1984.

ROULSTON, 2005 T.H. ROULSTON, Pollen as a reward. In: A. Dafni, P.G. Kevan and B.C. Husband, Editors, ***Practical Pollination Biology, Enviroquest***, Cambridge, pp.234–260, 2005.

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

SCHMICKL, T. & CRAILSHEIM, K. Cannibalism and early capping: strategy of honeybee colonies in times of experimental pollen shortages. ***Journal of Comparative Physiology A***, n. 187, p. 541–547, 2001.

SCHMICKL, T. & K. CRAILSHEIM. How honeybees (*Apis mellifera* L.) change their brood care behavior in response to non-foraging conditions and poor conditions. ***Behav. Ecol. Sociobiol***, n. 51, p. 415-425, 2002.

SCHMIDT J. O., THOENES S. C., LEVIN M. D. Survival of honey bees, *Apis mellifera* (Hymenoptera:Apidae), fed various pollen sources. **Ann. Entomol. Soc. Amer.**, n. 80, p. 176—183, 1987.

SEBRAE, 2009.< [www.apis.sebare.com.br](http://www.apis.sebare.com.br) >, Disponível em: 5 de novembro de 2013.

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

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos** 3.ed.Viçosa: UFV, 235p., 2002.

SINGH, S., SAINI, K.; JAIN, K.L. Quantitative comparison of lipids in some pollens and their phagostimulatory effects in honey bees. **J. Apic. Res.**, n. 38, p. 87–92, 1999.

SOMERVILLE, D. C. ***Fat Bees Skinny Bees - a manual on honey bee nutrition for beekeepers.*** Rural Industries Research and Development Corporation, 2005.

SOMERVILLE, D. C. **Nutritional value of bee collected pollens.** Report for the Rural Industries Research and Development Corporation, Australia, 2001.

SOUZA, J. E. **Agronegócio da apicultura:** estudo da cadeia produtiva do mel em Alagoas. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal de Alagoas, 2006.

STANDIFER L. N., et al. Supplemental feeding of honey bee colonies, USDA **Agr. Inform. Bull**, n. 413, p. 8, 1977.

TODD, F E; BREATHERICK, O. The composition of pollens. **Journal of Economic Entomology**, n. 35, p. 312–317, 1942.



TOTH, AMY L., et al. Nutritional status influences socially regulated foraging ontogeny in honey bees. **The Journal of Experimental Biology**, n. 208, p. 4641-4649 Published by The Company of Biologists doi:10.1242/jeb.01956, 2005.

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

WESTCOTT, L.; NELSON, D. **Canola pollination: an update.** *Bee World* 82: 115–129, 2001.

WILLE H., WILLE M., KILCHENMANN V., IMDORFA., BÜHLMANN G. Pollenernte und Massenwechsel von drei *Apis mellifera*-Völkern auf demselben Bienenstand in zwei aufeinanderfolgenden Jahren, **Rev. Suisse Zool.**, n. 92, p. 897–914, 1985.

WINSTON, M. L. **The biology of the honey bee.** Harvard University Press, Cambridge, MA, 1987.