



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



MARCELLA EMILLY DA SILVA ALMEIDA

PRODUÇÃO E QUALIDADE DO PÓLEN COLETADO POR ABELHAS *Apis mellifera* NA ZONA DA MATA ALAGOANA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
MARCELLA EMILLY DA SILVA ALMEIDA



PRODUÇÃO E QUALIDADE DO PÓLEN COLETADO POR ABELHAS *Apis mellifera* NA ZONA DA MATA ALAGOANA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado para a Coordenação do
Curso de Bacharelado em Zootecnia, no
Campus de Engenharias e Ciências
Agrárias da Universidade Federal de
Alagoas.

Orientador Prof^a. Dr^a. Erica Gomes de
Lima.

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Santana

S586q Almeida, Marcella Emilly da Silva

Produção e qualidade do pólen coletado por abelhas *Apis Mellifera* na zona da mata Alagoana / Marcella Emilly da Silva Almeida. – Rio Largo - Al, 2026.

37 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) Universidade Federal de Alagoas, Campus Ceca – Rio largo, 2026.

Profa. Dra. Erica Gomes de Lima.

1 composição bromatológica; proteína bruta; precipitação pluviométrica.

CDU: 631.95

FOLHA DE APROVAÇÃO

MARCELLA EMILLY DA SILVA ALMEIDA

PRODUÇÃO E QUALIDADE DO PÓLEN COLETADO POR ABELHAS *Apis mellifera* NA ZONA DA MATA ALAGOANA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado para a coordenação do Curso
de Bacharelado em Zootecnia, Campus de
Engenharias e Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Alagoas.

Aprovado em 8 de junho, de 2026.

Orientador:



Documento assinado digitalmente

ERICA GOMES DE LIMA

Data: 22/06/2026 10:24:49-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Dr^ª. Erica Gomes de Lima.

(Campus de Engenharias e Ciências Agrárias-CECA)

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente

ROGER NICOLAS BEELEN

Data: 21/06/2026 18:59:03-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Roger Nicolas Beelen

(Campus de Engenharias e Ciências Agrárias-CECA)



Documento assinado digitalmente

RAQUEL DE MELO SILVA

Data: 17/06/2026 22:00:31-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

MSc. Raquel de Melo Silva

(Campus de Engenharias e Ciências Agrárias-CECA)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder força, sabedoria e perseverança ao longo dessa caminhada acadêmica.

À minha mãe, meu alicerce e maior exemplo de amor, coragem e determinação, que batalhou incansavelmente para que eu tivesse um futuro digno. Sua dedicação foi e sempre será minha maior inspiração. Nenhuma palavra será suficiente para expressar a dimensão da sua importância em minha vida. Foi você quem me ensinou, com gestos silenciosos e sacrifícios diários, o valor da dedicação, da honestidade e da luta por um futuro melhor.

Nos dias em que pensei em desistir, foi a sua voz, o seu olhar e a sua força que me mantiveram em pé. Quando tudo estava desabando e parecia ser o fim foi você, mãe, que veio me salvar e me ajudar a me reerguer. Tudo o que conquistei até aqui eu devo a você. Essa conquista não é só minha. É nossa. E será, para sempre, a prova viva de que o amor de mãe transforma, sustenta e vence (mesmo a 2.446km de distância).

À memória da minha avó, cuja presença, mesmo após sua partida, continua a me fortalecer. Em vida, me apoiou com amor incondicional e as comidas mais gostosas desse universo e hoje, do outro plano, sigo sentindo sua presença e seu cuidado.

Um agradecimento especial ao Caio Henrique, que iniciou comigo essa jornada acadêmica. Sua amizade tornou o caminho mais leve e ‘suportável’. Embora a vida tenha te tirado de mim, sem se quer um último abraço, sua presença e parceria seguem vivas na minha memória e no meu coração.

À Larissa Moraes e Andressa Beatriz pela amizade, companheirismo e parceria, sempre serei grata pelos momentos compartilhados, pelos surtos divididos, pelas risadas, pelos momentos de “Só vou hoje se tu for”. Obrigada também pelos puxões de orelha que me fizeram não desistir.

À Anna Bárbara, meu amor, meu porto seguro, agradeço por estar ao meu lado sempre me apoiando e incentivando, por acreditar em mim mesmo quando eu duvidei, por enxugar minhas lágrimas e celebrar comigo cada conquista, por me lembrar todos os dias do meu valor e do porquê eu não deveria desistir e por me lembrar também, com sua presença, do porquê

vale a pena lutar pelos meus sonhos. Seu amor, paciência e apoio foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Expresso minha sincera gratidão à minha orientadora, Prof.^a Erica Gomes, pelo apoio, pelos ensinamentos compartilhados e pela orientação fundamental durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Roger Beelen, agradeço pela generosidade em compartilhar os dados utilizados neste estudo e pelo apoio oferecido durante sua realização. Sua contribuição e seus ensinamentos enriqueceram significativamente esta pesquisa.

À Raquel de Melo, agradeço com carinho pelo apoio, pelas valiosas contribuições e pelo acompanhamento durante a fase inicial desta pesquisa. Seu incentivo, atenção, paciência e generosidade ao compartilhar conhecimentos foram fundamentais para meu crescimento ao longo dessa trajetória.

E todos, aqueles que de alguma forma, fizeram parte desta trajetória, minha mais sincera gratidão.

"A coragem não é ausência do medo; é a persistência apesar dele. Tudo parece impossível até
que seja feito ."

(Nelson Mandela)

RESUMO

O pólen apícola constitui uma importante fonte de nutrientes para as abelhas, sendo sua produção e composição influenciadas por fatores ambientais e pela disponibilidade de recursos florais. Objetivou-se avaliar a produção de pólen coletado por colônias de *Apis mellifera* ao longo de diferentes meses do ano, bem como analisar a composição nutricional e sua relação com variáveis climáticas. O estudo foi conduzido no apiário didático-experimental do Setor de Apicultura do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, localizado em Rio Largo AL, no período de setembro de 2017 a março de 2018. Foram utilizadas seis colônias alojadas em colmeias do tipo Langstroth, equipadas com coletores de pólen instalados no alvado por períodos de 24 horas. As coletas foram realizadas semanalmente, sendo as amostras submetidas à pesagem e às análises bromatológicas de matéria seca, material mineral, extrato etéreo e proteína bruta. Os dados de produção foram analisados por análise de variância e teste de Tukey ($p < 0,05$), enquanto a composição nutricional foi avaliada de forma descritiva. A produção média de pólen apresentou variação ao longo dos meses, com maior valor registrado em setembro (28,10 g) e menor em janeiro (9,47 g). Observou-se influência da precipitação pluviométrica sobre a produtividade. Os teores de proteína bruta variaram de 28,74% a 36,64%, apresentando valores superiores aos frequentemente relatados para o pólen apícola brasileiro. Além disso, verificou-se relação inversa entre a produção de pólen e o teor de proteína bruta, indicando que os períodos de menor produtividade estiveram associados à obtenção de pólen com maior valor proteico. Conclui-se que a variação climática influencia a produção de pólen apícola na Zona da Mata Alagoana, enquanto a qualidade nutricional do produto permanece elevada, evidenciando o potencial da região para a produção de pólen de alto valor nutricional.

Palavras-chave: composição bromatológica; proteína bruta; precipitação pluviométrica.

ABSTRACT

Bee pollen is an important source of nutrients for honey bees, and its production and composition are influenced by environmental factors and the availability of floral resources. This study aimed to evaluate the production of pollen collected by *Apis mellifera* colonies throughout different months of the year, as well as to analyze variations in its nutritional composition and its relationship with climatic variables. The study was conducted at the teaching and experimental apiary of the Beekeeping Sector of the Center for Agricultural Sciences of the Federal University of Alagoas, located in Rio Largo, Alagoas, Brazil, from September 2017 to March 2018. Six colonies housed in Langstroth hives and equipped with pollen traps installed at the hive entrance were used. Pollen samples were collected weekly and subjected to weighing and bromatological analyses, including dry matter, mineral matter, ether extract, and crude protein. Production data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey's test ($p < 0.05$), while nutritional composition was evaluated descriptively. Average pollen production varied throughout the study period, with the highest value recorded in September (28.10 g) and the lowest in January (9.47 g). Rainfall influenced productivity, with lower pollen yields observed during periods of higher precipitation. Crude protein levels ranged from 28.74% to 36.64%, exceeding values commonly reported for Brazilian bee pollen. In addition, an inverse relationship was observed between pollen production and crude protein content, indicating that periods of lower productivity were associated with the collection of pollen with higher protein value. It was concluded that climatic seasonality influences bee pollen production in the Zona da Mata region of Alagoas, while the nutritional quality of the product remains high, highlighting the region's potential for the production of bee pollen with high nutritional value.

Keywords: bromatological composition; crude protein; rainfall.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Produção, extração e armazenamento do pólen	17
Figura 2-	Funcionamento do coletor de pólen.....	20
Figura 3-	Seleção, pesagem e armazenamento das amostras	21
Figura 4-	Produção média de pólen (g) ao longo dos meses.....	23
Figura 5-	Porcentagem de proteína bruta no pólen apícola ao longo dos meses.....	26
Figura 6-	Relação entre precipitação de chuvas (mm), produção média (g) e proteína bruta (%) do pólen apícola ao longo dos meses.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Precipitação (mm) ao longo dos meses.....	24
Tabela 2-	Diferença da produção média de pólen (g) ao longo dos meses.....	25
Tabela 3-	Composição bromatológica do pólen ao longo dos meses.....	28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVO.....	14
3 REVISÃO LITERATURA.....	14
3.1 Pólen.....	14
3.2 Importância do pólen para as abelhas.....	16
3.3 Produção, extração e armazenamento do pólen apícola.....	16
3.4 Fatores que interferem na produção e qualidade do pólen.....	18
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4.1. Local:.....	19
4.2 Coleta de pólen:.....	20
4.3 Seleção, pesagem e armazenamento das amostras:.....	20
4.4. Análises Bromatológicas:.....	21
4.4.1 Matéria Seca.....	21
4.4.2 Cinzas.....	21
4.4.3 Extrato Etéreo.....	22
4.4.4 Proteína Bruta.....	22
4.5 Dados Meteorológicos.....	22
4.6 Análise estatística.....	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO:.....	23
6 CONCLUSÃO.....	30
7 REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

A apicultura é uma prática de grande potencial no Brasil devido a fatores favoráveis como o clima, diversidade da flora e as abelhas africanizadas (CALDAS et al., 2019). As abelhas *Apis mellifera* desempenham papel fundamental na polinização e na manutenção dos ecossistemas, além de contribuírem significativamente para a produção apícola (WINSTON, 2003). O produto apícola mais amplamente conhecido e utilizado é o mel. No entanto, nas últimas décadas, outros produtos derivados da apicultura, como o pólen apícola, têm despertado crescente interesse entre apicultores e consumidores, bem como na comunidade científica, em função de potenciais propriedades nutricionais e funcionais (ROCHA et al., 2002).

O pólen é um micro gametófito pluricelular que contém os gametas masculinos (OH, 2023). Ao ser coletado das anteras pelas abelhas operárias, é aglutinado com néctar e secreções salivares, sendo então transportado em estruturas especializadas localizadas nas pernas posteriores, denominadas corbículas (PEREIRA et al., 2006). Segundo Cremonez (2001), sua função para a colônia é suprir as necessidades proteicas das abelhas, interferindo na fisiologia das abelhas, já que as abelhas necessitam de alimentos proteicos para o desenvolvimento dos tecidos e das glândulas. Além de ser rico em proteínas, o pólen também é composto por vitaminas, carboidratos, minerais e lipídeos, resultando em um produto de alto valor nutritivo (LEGLER, 2000).

A qualidade do pólen apícola é determinada principalmente por sua composição química, a qual pode variar em função de diversos fatores, incluindo a espécie vegetal de origem, as condições ambientais (como estação do ano, temperatura do ar, pH e fertilidade do solo), o estado nutricional da planta e os métodos de coleta, refletindo-se também em diferenças no teor de nutrientes e nas características físicas dos grãos, como forma, tamanho, aparência e cor (MELO et al., 2009; FEÁS et al., 2012; DE-MELO, 2015; BENDINI e SOUZA, 2020).

Para assegurar a qualidade do pólen apícola visando a sua comercialização, o MAPA estabeleceu, por meio da Instrução Normativa nº 3/2001, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ), que define critérios para sua classificação, além de parâmetros sensoriais, de composição e físico-químicos que devem ser atendidos (BRASIL, 2001).

A seletividade do pólen coletado pelas abelhas é objeto de investigação no meio científico, em razão da qualidade nutricional (PERNAL e CURRIE, 2001; ROULSTON e

CANE, 2002; COOK et al., 2003). Conhecer o valor nutricional dos diferentes tipos polínicos pode, portanto, contribuir para escolha do local de instalação de apiários e sugerir ingredientes para a produção de substitutos proteicos, em épocas de entressafra de pólen (PEREIRA et al., 2006).

De modo que, também existe estudo sobre a preferência na coleta de pólen de acordo com a disponibilidade de recursos, coloração, odor e morfologia das flores (BHAGAVAN e SMITH, 1997; HILL et al., 1997; PERNAL e CURRIE, 2002). No nordeste brasileiro ainda predomina a obtenção de pólen da flora nativa (FREIRE et al., 2012; CALDAS et al., 2019), mas poucos estudos na zona da mata com vegetação nativa predominante da Mata Atlântica, floresta tropical úmida.

O apiário estudado encontra-se inserido em uma região com forte influência do cultivo de cana-de-açúcar, característica predominante da Zona da Mata Alagoana. Nesse contexto, torna-se importante avaliar se a produção e a qualidade nutricional do pólen são mantidas mesmo em uma paisagem agrícola dominada por essa cultura.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de pólen coletado por colônias de *Apis mellifera* ao longo de diferentes meses do ano, bem como analisar a composição nutricional e sua relação com variáveis climáticas.

2 OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de pólen coletado por colônias de *Apis mellifera* ao longo de diferentes meses do ano, bem como analisar a composição nutricional e sua relação com variáveis climáticas.

3 REVISÃO LITERATURA

3.1 Pólen

O pólen consiste em estruturas microscópicas produzidas nas anteras de plantas com sementes, desempenhando a função de gametófito masculino. O termo tem origem no grego *pales*, que significa “farinha” ou “pó” (MELO et al., 2009; ALVES, 2013). O pólen floral desempenha função fundamental na reprodução das angiospermas, pois, após sua transferência das anteras para o estigma durante a polinização, os grãos de pólen compatíveis germinam e promovem a fecundação do óvulo presente no ovário da flor, processo indispensável para a formação de sementes e frutos (CORBET et al., 1991).

Os grãos de pólen possuem, em geral, uma estrutura formada por duas camadas que desempenham funções distintas. A camada mais interna é constituída principalmente por compostos como celulose e pectina, enquanto a externa apresenta substâncias lipídicas e pigmentos. Entre seus componentes, destaca-se a esporopolenina, um polímero de elevada resistência que atua na proteção contra agentes externos, como danos mecânicos e perda de água, além de apresentar baixa degradabilidade (DENISOWA e DENISOW-PIETRZYKB, 2016).

Ao visitar as flores, as abelhas campeiras ou forrageadoras entram em contato com os estames, fazendo com que seus corpos fiquem recobertos por grãos de pólen. Posteriormente, por meio dos pelos presentes nas pernas, realizam movimentos de escovação para coletar e agrupar esses grãos, formando bolotas de pólen que são armazenadas em estruturas especializadas denominadas corbículas ou cestas polínicas, localizadas nas pernas posteriores (WINSTON, 2003; BOGDANOV, 2016).

O pólen apícola é formado a partir da coleta e agregação de grãos de pólen pelas abelhas operárias, que utilizam néctar e secreções salivares nesse processo, sendo posteriormente transportado para a colmeia (BRASIL, 2001). Cada unidade corresponde a um aglomerado constituído por diversos grãos de pólen floral, os quais apresentam variações quanto à forma, tamanho, coloração e características morfológicas, permitindo sua utilização na identificação de espécies vegetais (ALMEIDA-MURADIAN et al., 2005; MELO et al., 2009).

O pólen apícola apresenta composição química variável, contendo, de modo geral, entre 10% e 40% de proteínas, 13% a 55% de carboidratos, 1% a 13% de lipídios, além de teores de fibra bruta que podem atingir até 20% e cinzas entre 2% e 6%. Também é considerado uma fonte relevante de aminoácidos essenciais, enzimas, ácidos graxos como o linoleico e o linolênico, além de minerais importantes, incluindo potássio, cálcio, magnésio, ferro, manganês, zinco e fósforo. Em sua composição, destacam-se ainda vitaminas como β -caroteno, vitaminas C, D e E, bem como vitaminas do complexo B e ácido fólico (CAMPOS et al., 2008; BOGDANOV, 2016; NEGRÃO e ORSI, 2018).

Além dos constituintes nutricionais, o pólen apícola contém compostos bioativos, como fitoesteróis e substâncias fenólicas, com destaque para ácidos fenólicos e flavonoides. Esses compostos estão associados a atividades antioxidantes e antimicrobianas, contribuindo para o seu valor biológico (BOGDANOV, 2016; HEMMAMI et al., 2020). Dentre os flavonoides identificados no pólen, destacam-se compostos como quercetina, rutina,

isorhamnetina e kaempferol, além de ácidos fenólicos, principalmente o ácido clorogênico (KOMOSINSKA-VASSEV et al., 2015).

3.2 Importância do pólen para as abelhas

Na colônia, o pólen apícola funciona como fonte de proteína e desempenha papel fundamental na alimentação das larvas, contribuindo para o crescimento e desenvolvimento de todos os indivíduos da colônia. As abelhas nutrizas, responsáveis pela alimentação das crias, dependem do consumo de pólen para a produção de geleia real, a qual é sintetizada a partir de nutrientes resultantes da digestão do pólen e processados pelas glândulas hipofaringeanas e mandibulares (MELO e ALMEIDA-MURADIAN, 2011; YANG et al., 2013).

As abelhas não consomem o pólen que forragearam diretamente do campo, o pólen é misturado com néctar, mel e secreções mandibulares e hipofaringeanas, passando por um processo de fermentação láctea, resultando no pão da abelha, alterando as suas características do pH e do teor de amido em relação ao pólen fresco, para que seja consumido por toda colônia. (VÁSQUEZ e OLOFSSON, 2009).

Em um estudo realizado por Gallan (2024) sobre a composição química do pão de abelha, observou-se predominância de açúcares redutores totais (53%), seguidos por proteínas (15%), umidade (19%), lipídeos (2%) e cinzas (1%). Além disso, foram identificados aminoácidos essenciais, ácidos graxos, vitaminas e compostos fenólicos, substâncias relacionadas ao elevado valor nutricional e potencial antioxidante desse produto.

A deficiência de proteínas, aminoácidos, carboidratos, lipídeos, vitaminas, minerais e água, prejudicam a manutenção e reprodução das colônias, reduzindo a vida das abelhas pois o estresse da população condiciona o aparecimento de doenças, afetando a capacidade das abelhas em cuidar das crias novas (BRODSCHNEIDER e CRAILSHEIM, 2010). A porcentagem necessária de proteína bruta (em matéria seca) presente no pólen para um bom desenvolvimento das larvas é de no mínimo 20% (PIRK et al., 2010).

3.3 Produção, extração e armazenamento do pólen apícola

A presença de crias abertas na colônia exerce influência direta sobre o comportamento de forrageamento das abelhas, especialmente em relação à coleta de pólen. Isso ocorre porque as larvas em desenvolvimento apresentam elevada exigência nutricional, necessitando

principalmente de proteínas, lipídeos, vitaminas e minerais presentes no pólen para seu adequado crescimento e desenvolvimento. Dessa forma, colônias com maiores áreas de cria tendem a demandar maior quantidade desse recurso, estimulando as operárias forrageadoras a intensificarem sua atividade de coleta (BRODSCHNEIDER e CRAILSHEIM, 2010). Segundo Nogueira-Couto e Couto (2006), “quanto maior a quantidade de cria aberta na colônia, maior a coleta de pólen”. Assim, a dinâmica entre cria aberta e disponibilidade de pólen constitui um importante mecanismo regulador do equilíbrio e desenvolvimento da colônia, influenciando diretamente tanto a nutrição das larvas quanto o crescimento populacional das abelhas.

O manejo apícola desenvolvido nas colônias para obtenção de quantitativos de grãos de pólen é executado com um equipamento denominado coletor de pólen, que possui uma grade de retenção chamada de “tampa” coletora, onde as abelhas passam e as bolotas de pólen ficam retidas em uma gaveta coletora (ALVES, 2013). o pólen pode ser armazenado à temperatura ambiente por vários meses sem perda significativa de qualidade (CAMARGO et al., 2003; ALMEIDA-MURADIAN et al., 2005) – (Figura 01). A gestão adequada deste pólen resulta na boa produtividade e saúde da comunidade das abelhas, sem o recurso alimentar do pólen, não há criação saudável.

Figura 1 – Produção, extração e armazenamento do pólen apícola



Fonte: Imagem gerada por inteligência artificial (OpenAI) 2026.

Camargo et al. (2003), recomendam que nos períodos de menor floradas não haja coleta, em dias chuvosos ou com umidade relativa do ar muito elevada, a coleta também deve ser evitada, pois são fatores que favorecem o surgimento e proliferação microbiana, durante o período em que o produto permanece nos recipientes coletores.

A qualidade nutricional está correlacionada ao teor de umidade do pólen, que é determinante para sua conservação, quando mantido acima de 10 % (umidade), ocorre o favorecimento da proliferação de microrganismos e a degradação de compostos bioativos. Após o processo de desidratação, o pólen passa a apresentar aproximadamente 9% de umidade, cerca de 7,4% de lipídios e 2,2% de cinzas, havendo também a perda de compostos sensíveis, como o β -caroteno e a vitamina C (ALMEIDA-MURADIAN et al., 2005). Portanto, a secagem imediata da produção do pólen e o controle (%) desta umidade após a coleta é referencial para manter a estabilidade e viabilidade do pólen. A viabilidade e conservação do pólen apícola a longo prazo, no congelamento em temperaturas muito baixas comprovou-se mais eficiente (JIA et al., 2022).

3.4 Fatores que interferem na produção e qualidade do pólen

A adaptação da composição bioquímica do pólen (proteínas, lipídios e carboidratos) varia em resposta a diferentes condições ambientais, especialmente a temperatura, (ZIMMERMANN et al., 2017). Rosa (2021) afirma que a época das florações da sua região é simultânea ao período chuvoso e por isso a disponibilidade de recursos polínicos é elevada, porém, o pólen coletado apresentou-se frequentemente desagregado, devido ao alto teor de umidade, o que compromete sua armazenagem e gestão nutricional na colônia. Os resultados ressaltam que não somente a maior quantidade, mas a qualidade física disponível do grão de pólen é modulada pelas condições climáticas.

Segundo Alencar Ferry et al. (2018), a coleta de pólen durante o período chuvoso apresentou maior quantitativo de grãos coletados pelas abelhas, coincidindo com o auge da floração das espécies vegetais regionais.. Esse aumento na oferta de recursos florais eleva a quantidade disponível de pólen, garante o suprimento nutricional necessário para a manutenção das colmeias e a continuidade da atividade polinizadora das *Apis melliferas*. Já nos períodos secos (quentes), a disponibilidade de pólen diminui consideravelmente, exigindo maior distanciamento das abelhas na sua área de forrageamento para suprir as necessidades da colônia, afetando a produção da colônia.

O teor proteico do grão de pólen, foi estudado por Negrão (2014) na região sudeste, no estado de São Paulo, a autora observou variações sazonais na disponibilidade dos recursos florais, sem diferenças expressivas na composição de aminoácidos entre as estações do ano.

Além dos fatores sazonais de temperatura e umidade, o manejo agrícola baseado em monocultivos extensivos interfere na qualidade e na disponibilidade do pólen coletado pelas abelhas. A uniformidade floral limita os nutrientes presentes no pólen, comprometendo o equilíbrio nutricional das colônias e, conseqüentemente, sua capacidade de reprodução e manutenção. Estudos indicam que dietas monoflorais prolongadas podem reduzir a longevidade das operárias e afetar a resistência à patógenos, tornando as populações mais vulneráveis as doenças e variações ambientais (ARCHER et al., 2014).

No geral, a produção e a composição do grão de pólen são impactadas pelos fatores sazonais que determinam a disponibilidade e a diversidade de recursos florais ao longo do ciclo anual nas diferentes regiões do país. As variações geoclimáticas, como precipitação, temperatura e umidade, influenciam diretamente tanto a quantidade quanto a qualidade nutricional do pólen, refletindo no desempenho das colônias e na eficiência da polinização das espécies vegetais. Além desses fatores, a exposição a agrotóxicos também exerce influência significativa, podendo comprometer a qualidade do pólen, reduzir sua diversidade nutricional e afetar negativamente a saúde das abelhas.

Dessa forma, torna-se imprescindível compreender a interação entre esses elementos para o aprimoramento do manejo apícola, visando otimizar a produção e assegurar a manutenção dos serviços ecossistêmicos prestados pelas abelhas. Além disso, é relevante o desenvolvimento de pesquisas que comprovem se há interferência direta das espécies florísticas regionais na disponibilidade e na composição nutricional do grão de pólen produzido.

Diante da escassez de estudos sobre o tema, torna-se importante investigar se, na Zona da Mata do estado de Alagoas, a sazonalidade exerce influência na produção do grão de pólen, especialmente em função do aumento da temperatura anual no período de setembro a dezembro e do aumento da precipitação média anual entre Setembro e Março.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local:

O presente trabalho foi realizado no apiário didático-experimental do Setor de Apicultura do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias CECA-UFAL, em Rio Largo (latitude 09° 27'54,8'' S e longitude 35° 49'59,7'' W). As coletas foram realizadas semanalmente, no período de setembro de 2017 a março de 2018.

4.2 Coleta de pólen:

As coletas das amostras de pólen foram realizadas por meio de coletores instalados no alvado de seis colmeias tipo Langstroth, com instalação de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* sp.). Os coletores de pólen permaneceram por 24 horas (instalados às 08h00 e recolhidos às 08h00 do dia seguinte). As amostras de pólen coletadas foram imediatamente transferidas para o Laboratório de abelhas (Labee), para o seu processamento (Figura 02).

Figura 2 – Funcionamento do coletor de pólen

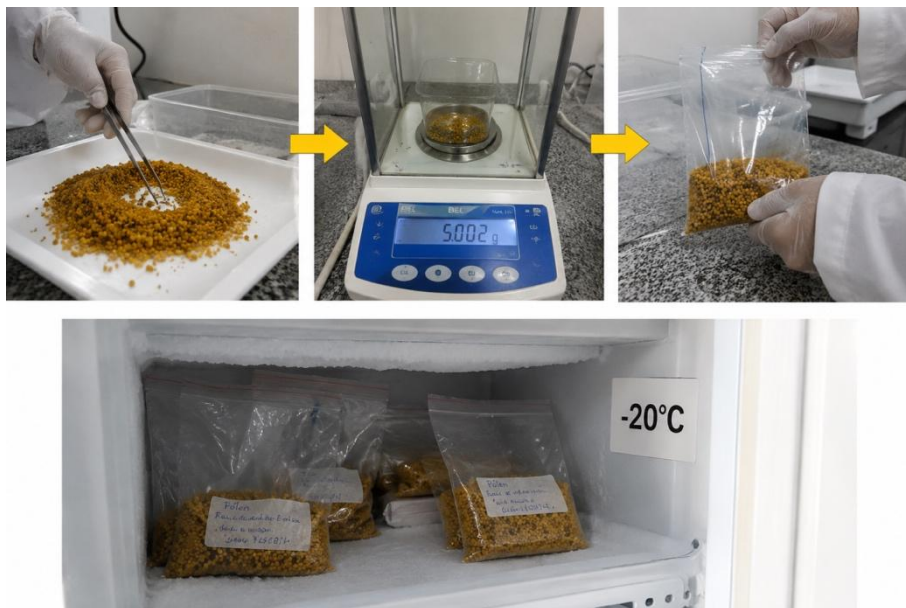


Fonte: Imagem gerada por inteligência artificial (OpenAI,) 2026.

4.3 Seleção, pesagem e armazenamento das amostras:

No laboratório, a seleção e extração das impurezas das amostras foi coordenada com o auxílio de pinças, posteriormente pesadas em balança de precisão, sendo os resultados expressos em gramas (g). O material coletado foi devidamente armazenado em embalagens plásticas. Por seguinte foram acondicionadas em refrigeração (-20°C), para devida conservação em aguardo das análises (Figura 03).

Figura 3 – Seleção, pesagem e armazenamento das amostras



Fonte: Imagem gerada por inteligência artificial (OpenAI,) 2026.

4.4. Análises Bromatológicas:

4.4.1. Matéria Seca

Para a determinação de matéria seca, foram pesados 2 gramas de pólen em cadinhos previamente secos e pesados. Posteriormente os cadinhos com o pólen foram condicionados à secagem em estufa (105°C) por 16 horas. Ao término da secagem, as amostras foram retiradas da estufa e direcionadas ao dessecador durante 30 minutos para regulação da temperatura. Depois de frias, as amostras foram novamente pesadas em balança analítica com seus valores respectivos registrados.

4.4.2 Cinzas

A análise das cinzas, foi realizada após a análise da matéria seca, utilizando as mesmas amostras conduzidas no processo de secagem definitiva. As amostras foram acondicionadas na mufla, com permanência de 4 horas à temperatura de 600°C. Após o processo de alta temperatura, os cadinhos foram direcionados ao dessecador, permanecendo por 30 minutos para regulação da temperatura. Posteriormente também, foram pesados e registrados os valores das cinzas.

4.4.3 Extrato Etéreo

Foram utilizados 2 gramas de pólen em sacos pequenos extratores confeccionados em papel filtro, previamente pesados e identificados numericamente. Os cartuchos de papel foram introduzidos em extratores de vidro soxhlet, depois os erlenmeyers foram acoplados aos extratores de vidro e inseridos no aparelho extrator de gordura, com a adição prévia de aproximadamente 80 mL de hexano, utilizados como solvente no processo de extração conduzido por um período de 4 horas. Em seguida, os sacos extratores com a gordura extraída foram acondicionados na estufa a 55°C por uma noite, para a completa evaporação do hexano. A gordura extraída foi calculada por diferença de pesagem.

4.4.4 Proteína Bruta

Na balança analítica, foram pesados 2 gramas de pólen e inseridos em tubos digestores com 7 mL da solução digestora. Para evitar a formação excessiva de espuma e consequentemente uma má digestão, a solução digestora foi acrescentada no dia anterior ao processo de digestão. Posteriormente, os tubos foram acondicionados em blocos digestores à temperatura máxima de 35°C até a amostra ser digerida e tornar-se transparente. A amostra digerida foi direcionada ao aparelho destilador, com a adição de 25 mL de hidróxido de sódio. A amônia liberada na destilação foi recebida em um erlenmeyers com 10 mL de ácido bórico até completar o volume de 50 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 o alcance do indicador em cor rósea. A quantidade de ácido clorídrico utilizado foi registrada para a determinação do nitrogênio da amostra.

4.5 Dados Meteorológicos

Os boletins com os dados meteorológicos do período foram obtidos da Estação Agrometeorológica/Laboratório de Irrigação (LIA) do CECA/UFAL.

4.6 Análise estatística

A produção de pólen foi analisada por um delineamento experimental inteiramente casualizado, por meio de ANOVA com medidas repetidas no tempo. As colônias foram consideradas unidades experimentais, sendo as avaliações realizadas semanalmente ao longo

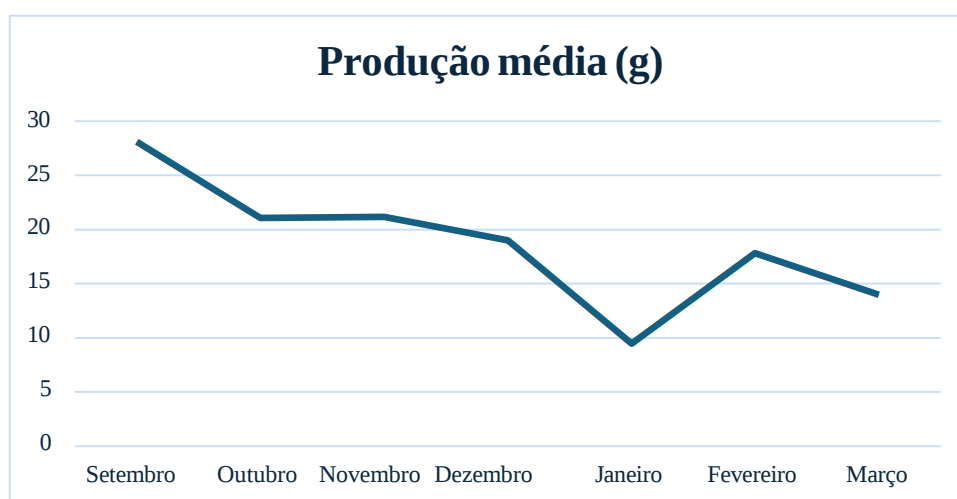
do período experimental. A análise de variância e a comparação de médias pelo teste de Tukey foi realizada utilizando o programa PROC GLM do SAS (SAS, 2001).

A avaliação da composição nutricional foi feita de forma descritiva. Como as amostras foram compostas mensalmente, não há repetição experimental para a composição bromatológica, impossibilitando a aplicação de testes estatísticos inferenciais para comparação entre meses.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A produção média em gramas de pólen apícola a cada mês foi de 28,10 g, 21,05 g, 21,19 g, 18,98 g, 9,47 g, 17,84 g e 13,99 g, respectivamente, em setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março. A maior média de produção por coleta (28,10 g) foi observada em setembro e a menor média (9,47 g) foi observada em janeiro (Figura 4).

Figura 4 – Produção média de pólen (g) ao longo dos meses



Fonte: Elaborado pela autora e Lima (2026).

A produção média de pólen apícola apresentou variação ao longo do período avaliado, com tendência de redução gradual, mas com valores acima de 20g entre setembro e novembro. O maior rendimento foi registrado em setembro (28,10 g), coincidindo com o início da primavera, período associado à maior disponibilidade de flores e recursos polínicos na região da Zona da Mata. Alves e Carneiro (2021) destacaram a importância da sazonalidade da flora apícola no município de Major Izidoro, Alagoas, evidenciando que períodos de maior floração proporcionam maior disponibilidade de recursos para as colônias, favorecendo a atividade de coleta pelas abelhas.

Embora as coletas tenham sido iniciadas em setembro, é importante considerar que

esse período sucede a estação chuvosa característica da região de Rio Largo, Alagoas. Segundo Carvalho et al. (2013), as maiores concentrações de precipitação ocorrem entre abril e agosto, com picos em junho e julho. As chuvas acumuladas nesse período favorecem o desenvolvimento da vegetação e a disponibilidade de recursos florais, influenciando diretamente o desenvolvimento das colônias. De acordo com Winston (2003), a oferta de recursos alimentares favorece a criação de crias e a expansão populacional dos enxames. Dessa forma, a elevada produção de pólen observada em setembro pode refletir não apenas as condições climáticas do mês, mas também os efeitos das precipitações ocorridas nos meses anteriores sobre a disponibilidade de alimento para as abelhas.

No presente trabalho, as chuvas de inverno, com precipitações superiores a 100 mm, estenderam-se até o início de setembro. Com a redução dos índices pluviométricos para valores inferiores a 40 mm nos meses de outubro e novembro, contribuindo para a intensa floração característica da primavera. Esse cenário favoreceu a coleta de recursos pelas colônias e contribuiu para manter a produção média de pólen acima de 20 g. (TABELA 1). Em Alagoas, Vasconcelos (2009) destaca que os fatores climáticos influenciam diretamente a produção, sendo a estação seca o período mais promissor para a produção de pólen no apiário estudados na Zona da Mata alagoana.

TABELA 1 – Precipitação (mm) ao longo dos meses

Mês	Precipitação (mm)
set/17	120,1
out/17	37,1
nov/17	14,1
dez/17	69,3
jan/18	119,4
fev/18	137,7
mar/18	101,1

Nos meses de dezembro (18,98 g), janeiro (9,47 g), fevereiro (17,84 g) e março (13,99 g), observou-se redução da produção de pólen para valores inferiores a 20 g. Esse comportamento pode estar associado ao aumento e à continuidade das precipitações pluviométricas, que atingiram 69,3 mm em dezembro, 119,4 mm em janeiro, 137,7 mm em

fevereiro e 101,1 mm em março, ultrapassando 100 mm na maioria dos meses. Tais condições podem restringir a atividade de voo das operárias, dificultar o forrageamento e reduzir a eficiência da coleta de recursos florais, refletindo na menor produção de pólen. Esse comportamento corrobora os achados de Correia et al. (2017), que demonstraram que fatores climáticos, especialmente precipitação e umidade, podem limitar a atividade de voo das abelhas e afetar a disponibilidade de recursos coletados pelas colônias.

Apesar das diferenças sazonais, as médias de produção de pólen nos meses de setembro, janeiro e março diferiram estatisticamente entre si ($p > 0,05$) (Tabela 1).

TABELA 2 – Diferença da produção média de pólen (g) ao longo dos meses

Mês	Produção (g)	média	Tukey
Setembro	28,10		A
Outubro	21,05		AB
Novembro	21,19		AB
Dezembro	18,98		AB
Janeiro	9,47		B
Fevereiro	17,84		AB
Março	13,99		B

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

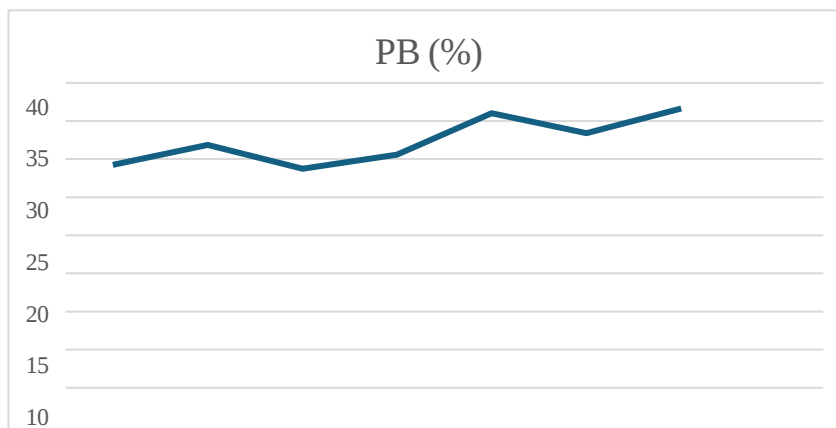
A análise estatística pelo teste de Tukey demonstrou diferença significativa entre alguns períodos avaliados ($p < 0,05$). Setembro apresentou a maior média produtiva (28,10 g), sendo classificado no grupo A, enquanto janeiro (9,47 g) e março (13,99 g) foram agrupados na letra B, indicando os menores rendimentos produtivos do período.

Os meses de outubro, novembro, dezembro e fevereiro permaneceram no grupo AB, não diferindo estatisticamente nem dos meses de maior produção nem dos de menor rendimento. Esse comportamento evidencia que, apesar da oscilação numérica observada ao longo dos meses, parte das variações produtivas ocorreu de maneira gradual, refletindo a influência contínua dos fatores ambientais sobre a disponibilidade de pólen e a atividade de coleta das abelhas.

A porcentagem de proteína bruta no pólen apícola a cada mês foi 29,25%, 31,87%, 28,74%, 30,59%, 36,02%, 33,39% e 36,64%, respectivamente, em setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março (Figura 5). Em ambos os meses os valores estão

acima de 20% de proteína bruta. Segundo Somerville (2005), o teor mínimo de proteína bruta requerido pelas abelhas é de 20%.

Figura 5 - Porcentagem de proteína bruta no pólen apícola ao longo dos meses.



Fonte: Elaborado pela autora e Lima (2026).

Os teores de proteína bruta (PB) do pólen apícola apresentaram variação ao longo dos meses avaliados, oscilando entre 28,74% (novembro) e 36,64% (março). De modo geral, verificou-se aumento dos teores proteicos, para mais de 33% entre janeiro a março, período em que também foram registradas menores médias de produção de pólen.

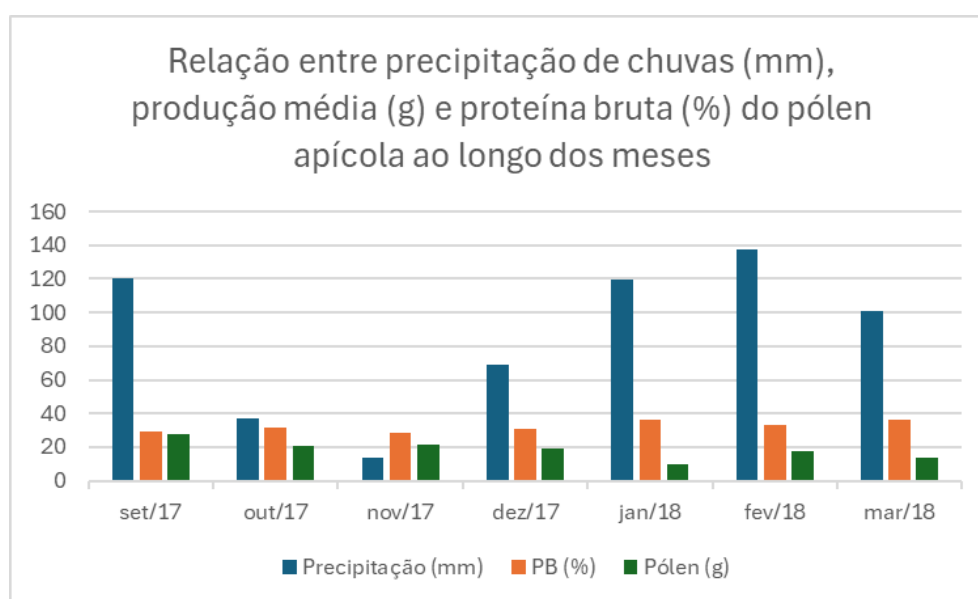
Esse comportamento demonstra uma possível relação inversa entre a quantidade coletada e a qualidade nutricional do pólen, sugerindo que, em períodos de menor produção, as abelhas podem priorizar fontes polínicas de maior valor nutricional. Essa tendência reforça a influência da composição nutricional do pólen sobre o comportamento de forrageamento, uma vez que a seleção dos recursos florais está associada à necessidade de obtenção de nutrientes essenciais para a manutenção da colônia, conforme discutido por Pernal e Currie (2001) e Roulston et al. (2000), que destacam a importância da qualidade nutricional do pólen na escolha dos recursos coletados pelas abelhas. Além disso, Modro et al. (2007) demonstraram que a origem botânica influencia diretamente a composição nutricional do pólen apícola, contribuindo para as variações observadas entre diferentes fontes florais.

Os elevados teores proteicos observados em janeiro (36,02%), fevereiro (33,39%) e março (36,64%) indicam importante aporte nutricional para desenvolvimento das crias, manutenção metabólica e resistência imunológica das abelhas. O conteúdo proteico do pólen representa um importante indicador de sua qualidade nutricional, uma vez que esse nutriente é indispensável para o desenvolvimento das abelhas e para a manutenção das funções

fisiológicas da colônia (BRODSCHNEIDER e CRAILSHEIM, 2010; PIRK et al., 2010). Além disso, Nascimento et al. (2018) relatam que os teores de proteína bruta do pólen apícola brasileiro normalmente variam entre 15% e 28%, demonstrando que os valores obtidos neste estudo foram superiores aos frequentemente registrados em outras regiões do país.

Durante o período avaliado, os maiores índices pluviométricos registrados em janeiro (119,40 mm), fevereiro (137,70 mm) e março (101,10 mm), coincidiram com menores médias de produção de pólen, de 9,47 g, 17,84 g e 13,99 g, respectivamente. Adicionalmente, verificou-se que os menores valores de produção de pólen coincidiram com os maiores teores de proteína bruta observados em janeiro (36,02%), fevereiro (33,39%) e março (36,64%) (Figura 6).

Figura 6 – Relação entre precipitação de chuvas (mm), produção média (g) e proteína bruta (%) do pólen apícola ao longo dos meses



Fonte: Elaborado pela autora e Lima (2026).

Esses resultados sugerem que as condições climáticas observadas ao longo do período avaliado influenciaram a produtividade e a qualidade nutricional do pólen apícola. Mesmo em períodos que dificultam o forrageio ao pólen, devido ao aumento das chuvas, as abelhas podem selecionar fontes polínicas mais nutritivas, garantindo melhor aporte proteico à colônia. De acordo com Modro et al. (2007), a origem botânica exerce influência direta sobre a composição nutricional do pólen apícola, podendo resultar em variações nos teores de proteína observadas entre diferentes períodos sazonais.

A análise bromatológica do pólen apícola permitiu avaliar a qualidade nutricional do alimento coletado pelas abelhas ao longo dos meses. Segundo RODRÍGUEZ-PÓLIT et al., (2023) a composição química do pólen varia conforme a origem botânica e o período do ano, sendo considerada um importante indicador da saúde e do desenvolvimento das colônias, por fornecer proteínas, aminoácidos, lipídios, vitaminas e minerais essenciais às abelhas. Os resultados das análises físico-químicas, neste estudo, estão na Tabela 3.

Tabela 3 – Composição bromatológica do pólen ao longo dos meses

Mês	MS (%)	MM (%)	EE (%)	PB (%)
Setembro	78,19	3,14	9,98	29,25
Outubro	77,94	3,53	11,47	31,87
Novembro	84,87	3,75	5,87	28,74
Dezembro	83,52	4,18	5,56	30,59
Janeiro	83,06	4,04	3,96	36,02
Fevereiro	83,68	3,76	2,13	33,39
Março	81,66	4,12	2,12	36,64

Fonte: Elaborado pela autora e Lima (2026).

Nascimento et al. (2018) relataram que os teores de proteína do pólen apícola brasileiro variam, em geral, entre 15% e 28%. Dessa forma, os valores observados no presente estudo (28,74% a 36,64%) foram superiores aos descritos por esses autores. Segundo Nogueira-Couto e Couto (2006), a composição do pólen pode variar conforme a espécie botânica de origem, apresentando teores de proteína bruta (PB) entre 8% a 40%. Assim, os resultados obtidos neste estudo encontram-se dentro da faixa reportada na literatura, demonstrando compatibilidade com os valores previamente descritos.

A matéria seca (MS) permaneceu elevada e relativamente estável durante todo o período, variando entre 77,94% e 84,87%, indicando baixa umidade e boas condições de conservação do pólen armazenado. Altos teores de MS favorecem a preservação nutricional e reduzem riscos de fermentação do alimento da colônia (CAMARGO et al., 2003). De acordo com Nogueira-Couto e Couto (2006), a composição do pólen pode apresentar teores de matéria Seca (MS) entre 65% a 96%. Assim, os resultados obtidos neste estudo situam-se dentro da faixa descrita na literatura, evidenciando concordância com os valores previamente reportados.

Já a matéria mineral (MM) apresentou pequena variação, de 3,14% em setembro a aproximadamente 4% nos meses finais, evidenciando fornecimento contínuo de minerais

importantes para processos fisiológicos, manutenção celular e capacidade de forrageio das abelhas (THAKUR e NANDA, 2020). Segundo Nogueira-Couto e Couto (2006), a composição do pólen pode apresentar teores de Material Mineral (MM) entre 0,7% a 7%. Valores acima de 7% podem refletir diminuição da qualidade nutricional do pólen, em função do aumento relativo da fração mineral em detrimento dos demais nutrientes. Assim, os resultados obtidos neste estudo (3,14% a 4,18%) estão em conformidade com a faixa descrita na literatura, corroborando os valores previamente reportados.

Os lipídios representam uma importante fonte de energia para as abelhas, sendo fornecidos principalmente pelo pólen, que constitui um dos principais recursos nutricionais utilizados na manutenção e desenvolvimento das colônias (CAMPOS et al., 2008; BOGDANOV, 2016). O extrato etéreo (EE), relacionado principalmente ao conteúdo lipídico e energético do pólen, variou entre 2,12% e 11,47%, com maiores teores em outubro e menores em março. Esses valores permanecem dentro da faixa descrita para pólenes apícolas, cujo teor lipídico pode variar entre 1% e 13% do peso seco (CAMPOS et al., 2008; BOGDANOV, 2016). De acordo com Nogueira-Couto e Couto (2006), a composição do pólen pode apresentar teores de Extrato etéreo (EE) entre 1% a 15%. Dessa forma, os resultados obtidos neste estudo estão de acordo com a faixa descrita na literatura, confirmando a compatibilidade com os valores previamente relatados.

Além da influência da origem botânica, as variações observadas na composição nutricional do pólen podem estar relacionadas à dinâmica de disponibilidade de recursos florais ao longo do período experimental. Segundo Winston (2003), períodos de maior oferta de pólen e néctar favorecem a criação de crias e a expansão populacional das colônias, enquanto a redução desses recursos pode limitar seu desenvolvimento. Dessa forma, as diferenças observadas na composição bromatológica do pólen refletem não apenas a diversidade das fontes florais exploradas, mas também as condições ambientais que influenciam o crescimento e a manutenção das colônias.

Comparando os resultados com estudos realizados em outras regiões do Brasil, observou-se que os teores de proteína bruta encontrados neste estudo foram superiores aos registrados no semiárido potiguar, onde Silva et al. (2016) encontraram média de 12,95% de PB, 2,74% de lipídios e 2,84% de cinzas. Em Araguaína-TO, Costa (2021) registrou PB entre 20,38% e 27,42%, enquanto Santos (2019), em estudo realizado em Alagoas, observou valores entre 10% e 30% de PB, lipídios entre 4,9% e 7,7% e cinzas de 3% a 4%. Dessa forma, embora os valores de matéria mineral e extrato etéreo estejam compatíveis com a

literatura, os teores de proteína bruta registrados entre janeiro e março destacaram-se positivamente.

A interação entre sazonalidade climática e composição florística regional reflete diretamente na produção e na qualidade bromatológica do pólen apícola, favorecendo o metabolismo, o desenvolvimento e a resistência das colônias de abelhas (FARIAS et al., 2024).

Os resultados deste estudo demonstram que as variações ambientais observadas exercem influência significativa sobre a produção de pólen apícola na Zona da Mata Alagoana, destacando-se a precipitação pluviométrica como o principal fator associado às variações na produtividade. Os períodos de maior intensidade de chuvas estiveram relacionados à redução do volume de pólen coletado, evidenciando que condições climáticas adversas podem limitar a atividade de forrageamento das abelhas e reduzir a disponibilidade de recursos florais necessários à coleta.

Em relação à composição nutricional, o pólen apícola apresentou características compatíveis com aquelas reportadas na literatura especializada, com destaque para os elevados teores de proteína bruta observados durante o período experimental. Adicionalmente, verificou-se uma relação inversa entre a quantidade de pólen produzida e seu conteúdo proteico, sugerindo que, em condições de menor disponibilidade de recursos florais, as abelhas tendem a explorar fontes polínicas de maior valor nutricional. Esse comportamento pode representar uma estratégia adaptativa que favorece a manutenção das exigências nutricionais e fisiológicas da colônia, mesmo diante de restrições ambientais.

Esses achados evidenciam não apenas a influência das condições climáticas sobre a produtividade do pólen, mas também a capacidade das abelhas de ajustar seus padrões de coleta em resposta às variações na oferta de recursos, contribuindo para a manutenção da qualidade nutricional do produto apícola.

6 CONCLUSÃO

- As condições climáticas observadas durante o período experimental influenciaram a produção de pólen apícola na Zona da Mata Alagoana;
- A precipitação pluviométrica foi o principal fator responsável pelas variações observadas na produtividade do estudo;
- As amostras de pólen apresentaram parâmetros nutricionais compatíveis com os descritos na literatura, destacando-se os teores de proteína bruta superiores ao nível

mínimo de 20% considerado adequado para atender às exigências nutricionais de *Apis mellifera*.

- Em condições de menor disponibilidade de recursos, as abelhas exploraram fontes polínicas de maior qualidade nutricional.
- Apesar da predominância do cultivo de cana-de-açúcar, a diversidade floral presente no entorno do apiário foi suficiente para sustentar a produção de pólen com elevado valor nutricional;
- A Zona da Mata Alagoana apresenta potencial para a produção de pólen apícola de qualidade.

7 REFERÊNCIAS.

- ALENCAR FERRY, G. R.; SILVA, A. B. S.; RODRIGUES, L. B.; BARRETO, A. L. H.; LOPES, M. T. R.; PEREIRA, F. M. **Influência do período chuvoso na produção de pólen apícola de *Apis mellifera* em Teresina, Piauí.** Anais da IV Jornada Científica da Embrapa Meio-Norte, Brasília, DF, p. 42, 2018. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1121073>. Acesso em: 02 jun. 2026.
- ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; ARRUDA, V. A. S.; BARRETO, L. M. R. C. **Manual de controle de qualidade do pólen apícola.** São Paulo: APACAME, 2012. 28 p.
- 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.
- ALVES, M. L. T. M. F. **Produção de pólen apícola.** Pesquisa & Tecnologia, v. 10, n. 2, p. 1–6, 2013. ISSN 2316-5146. Disponível em: <https://repositorio-aptaregional.agricultura.sp.gov.br/handle/123456789/113>. Acesso em: 02 jun. 2026.
- ALVES, C. A. T.; CARNEIRO, M. C. **Calendário da flora apícola para produtores no município de Major Izidoro, Alagoas.** *Diversitas Journal*, Santana do Ipanema, v. 6, n. 1, p. 1741–1757, 2021. DOI: <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v6i1-1700>.
- ARCHER, C. R.; PIRK, C. W. W.; WRIGHT, G. A.; NICOLSON, S. W. **Nutrition affects survival in African honeybees exposed to interacting stressors.** Functional Ecology, v. 28, n. 4, p. 913–923, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12226>.
- BENDINI, J. do N.; Souza, DC **Pólen apícola da floresta de babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.).** Investigação, Sociedade e Desenvolvimento, [S. l.], v. 9, n. 10, pág. e6509108946, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i10.8946.
- BHAGAVAN, S.; SMITH, B.H. **Olfactory conditioning in the honey bee, *Apis mellifera*: affects of odor intensity.** Physiology & Behavior, v. 61, p.107-117, 1997.
- BOGDANOV, S. **Pollen: collection, harvest, composition, quality.** In: THE BEE pollen book. Mühlethurnen: Bee-Hexagon, 2016. ch. 1, PDF (13 p.). Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/StefanBogdanov/publication/304011810_Pollen_Collection_Harvest_Composition_Quality/links/5762c0c808aee61395bef502/Pollen-Collection-Harvest-Composition-Quality.pdf.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 3, de 19 de janeiro de 2001.** Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Apitoxina, Cera de Abelha, Geleia Real, Geleia Real Liofilizada, Pólen Apícola, Própolis e Extrato de Própolis. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 de janeiro de 2001, Seção 1, p. 18.

BRODSCHNEIDER, R.; CRAILSHEIM, K. **Nutrition and health in honey bees.** *Apidologie*, Versailles, v. 41, n. 3, p. 278-294, 2010. DOI: 10.1051/apido/2010012.

CALDAS, F. R. L.; FILHO, F.A.; FACUNDO H. T.; ALVES, R. F.; SANTOS, F. A. R.; SILVA, G. R. CAMARA, C. A. SILVA, T. M. S. **Composição química, atividade antiradicalar e antimicrobiana do pólen apícola de Fabaceae.** *Química Nova*, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 49-56, 2019.

CAMARGO, R. C. R. de; RÊGO, J. G. de S.; LOPES, M. T. do R.; PEREIRA, F. de M. **Boas práticas na produção e beneficiamento de pólen apícola desidratado.** Embrapa Meio-Norte. Documentos, n. 81, 26 p., 2003. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/65130/1/Doc81.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2026.

CAMPOS, M. G.; BOGDANOV, S.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; SZCZESNA, T.; MANCEBO, Y.; FRIGERIO, C.; FERREIRA, F. **Pollen composition and standardisation of analytical methods.** *Journal of Apicultural Research*, v. 47, n. 2, p. 156–163, 2008. DOI: <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.47.2.12>.

CARVALHO, A. L. et al. **Variabilidade anual da precipitação pluvial na região de Rio Largo, Alagoas.** *Revista Ambientale*, v. 4, n. 1, 2013.

COOK, S.M.; AWMACK, C.S.; MURRAY, D.A.; WILLIAMS, I.H. **Are honey bees' foraging preferences affected by pollen amino acid composition?** *Ecological Entomology*, v.28, p.622-627, 2003.

CORBET, Sarah A.; WILLIAMS, Ingrid H.; OSBORNE, Juliet L. **Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community.** *Bee World*, [s. l.], v. 72, 1991.

CORREIA, F. C. S.; PERUQUETTI, R. C.; SILVA, A. R.; GOMES, F. A. **Influência da temperatura e umidade nas atividades de voo de operárias de *Melipona eburnea* (Apidae, Meliponina).** *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 2017.

COSTA, L. C. **Caracterização físico-química e bromatológica de pólen apícola produzido em Araguaína** – TO. 2021. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2021. Disponível em: <https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/5137>. Acesso em: 02 jun. 2026.

CREMONEZ, T. M. **Influência da nutrição sobre aspectos da fisiologia e nutrição de abelhas.** 2001. 110f. Tese (Doutorado): Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto- São Paulo, 2001.

DE-MELO, A. A. M. **Perfil químico e microbiológico, cor, análise polínica e propriedades biológicas do pólen apícola desidratado.** 2015. 341f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

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.

FARIAS, A. S. et al. **Floral diversity and nutritional quality of bee pollen in agricultural ecosystems**. Journal of Apicultural Science, v. 68, n. 1, p. 55–70, 2024.

FEÁAS, X.; VÁZQUEZ-TATO, M. P.; ESTEVINHO, L.; SEIJAS, J. A.; IGLESIAS, A. **Organic Bee Pollen: Botanical Origin, Nutritional Value, Bioactive Compounds, Antioxidant Activity and Microbiological Quality**. *Molecules*: 2012, 17(7), 8359-8377; <https://doi.org/10.3390/molecules17078359>.

FREIRE, K. R. L.; LINS, A. C.; DÓREA, M. C.; SANTOS, F. A.; CAMARA, C. A.; SILVA, T. M. S. **Palynological origin, phenolic content, and antioxidant properties of honeybee-collected pollen from Bahia, Brazil**. *Molecules*: 2012 Feb 7;17(2):1652-64. doi: 10.3390/molecules17021652.

GALLAN, L. M. S. **Pólen e pão de abelha: estudo exploratório da composição proximal, capacidade de desativação de espécies reativas e bioacessibilidade**. 2024. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2024. DOI: 10.11606/D.11.2024.tde-01072024-144502.

HEMMAMI, H.; BEN SEGHIR, B.; BEN ALI, M.; REBIAI, A.; ZEGHOUD, S.; BRAHMIA, F. **Phenolic profile and antioxidant activity of bee pollen extracts from different regions of Algeria**. Ovidius University Annals of Chemistry, v. 31, n. 2, p. 93-98, 2020.

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

JIA, H.; LIANG, X.; ZHANG, L.; ZHANG, J.; SAPEY, E.; LIU, X.; SUN, Y.; SUN, S.; YAN, H.; LU, W.; HAN, T. **Improving ultra-low temperature preservation technologies of soybean pollen for off-season and off-site hybridization**. Frontiers in Plant Science, v. 13, art. 920522, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.920522>.

KOMOSINSKA-VASSEV, K.; OLCZYK, P.; KAFMIERCZAK, J.; MENCNER, L.; OLCZYK, K. **Bee pollen: chemical composition and therapeutic application. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2015, article 297425, 2015. PDF (6 p.). DOI: 10.1155/2015/297425.

LENGLER. S. **Alimentação das abelhas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13., 2000, Florianópolis. Anais ... Florianópolis: Confederação Brasileira de Apicultura, 2000. Seção Conferências. 1 CD-ROM.

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.

MODRO, A. F. H.; MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. C.; OTSUK, I. P.; CARVALHO, C. A. L. **Composição e qualidade de pólen apícola coletado em Minas Gerais**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 8, p. 1057-1065, 2007

NASCIMENTO, J. E. M.; SILVA JÚNIOR, C. G.; SOUZA, T. H. S.; TOLEDO, V. A. A. **O pólen apícola e seus benefícios à saúde humana**. *Mensagem Doce*, n. 147, artigo 2, jul. 2018. Disponível em: <http://apacame.org.br/site/revista/mensagem-doce-n-147-julhode-2018/artigo-2/>.

NEGRÃO, A. F. **Caracterização físico-química, composição de aminoácidos e origem botânica de pólenes apícolas produzidos no estado de São Paulo**. 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, 2014.

NEGRÃO, A. F.; ORSI, R. O. **Influência do período de colheita e da origem botânica na produção e composição nutricional do pólen apícola**. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 90, n. 1, p. 325–332, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720150192>.

NOGUEIRA-COUTO, Regina Helena Nogueira; COUTO, Leomam Almeida. **Apicultura: manejo e produtos**. 3. ed. rev. atual. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 193 p.

OH, J.W. (2023). **The Structure of Pollen**. In: **Pollen Allergy in a Changing World** . Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-4645-7_4

PEREIRA, F.M.; FREITAS, B.M.; VIEIRA-NETO, J.M.; LOPES, M.T.R.; BARBOSA, A.L.; CAMARGO, R.C.R. **Desenvolvimento de colônias de abelhas com diferentes alimentos protéicos**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, p.1-7, 2006.

PERNAL, S.F.; CURRIE, R.W. **Discrimination and preferences for pollen-based cues by foraging honeybees, *Apis mellifera* L.** *Animal Behaviour*, v.63, p.369-390, 2002.

PERNAL, S.F.; CURRIE, R.W. **The influence of pollen quality on foraging behavior in honeybees (*Apis mellifera* L.)**. *Behavior Ecology and Sociobiology*, v.51, p.53-68, 2001.

PIRK, C. W. W.; BOODHOO, C.; HUMAN, H.; NICOLSON, S. W. **The importance of protein type and protein to carbohydrate ratio for survival and ovarian activation of caged honey bees (*Apis mellifera scutellata*)**. *Apidologie*, v. 41, p. 62-72, 2010.

ROCHA, H.C.; SUZANA, J.; POROTO, S.; FUNARI, S.R.C.; LARA, A.A. **O uso de polén apícola no controle de anemia ferropriva**. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 5, Ribeirão Preto, 2002. *Anais*. Ribeirão Preto, 2002, p295.

RODRÍGUEZ-PÓLIT, C.; GONZÁLEZ-PASTOR, R.; HEREDIA-MOYA, J.; CARRERA-PACHECO, S. E.; CASTILLO-SOLIS, F.; VALLEJO-IMBAQUINGO, R.; BARBA-OSTRIA, C.; GUAMÁN, L. P. **Propriedades químicas e atividade biológica do pólen de abelha**. *Molecules*, v. 28, n. 23, p. 7768, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules28237768>.

ROSA, F. de L. **Sazonalidade na produção e identificação de tipos polínicos de importância apícola ao longo do ano, no Ecótono Cerrado Amazônia, Araguaína** – TO. Araguaína: Universidade Federal do Tocantins, 2021. 39 f. Disponível em: <http://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/2989>. Acesso em: 16 ago. 2025.

ROULSTON, T.H.; CANE, J.H. **The effect of pollen protein concentration on body size in the sweat bee *Lasioglossum zephyrum* (Hymenoptera:Apiformes).** *Evolutionary Ecology*, v.16, p.49-65, 2002.

ROULSTON, T. H.; CANE, J. H.; BUCHMANN, S. L. **What governs protein content of pollen: pollinator preferences, pollen-pistil interactions, or phylogeny?** *Ecological Monographs*, v. 70, n. 4, p. 617–643, 2000.

SANTOS, D. C. **Caracterização físico-química, perfil de ácidos graxos e compostos bioativos de pólen apícola produzido em diferentes mesorregiões do estado de Alagoas.** 2019. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFAL_1ec1013c97a2a35f09c1e1979949ece6. Acesso em: 02 jun. 2026.

SAS INSTITUTE. **SAS User's Guide: Statistics.** Version 8. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2001.

SILVA, M. A. P. da; OLIVEIRA, L. R.; FREITAS, B. M. **Análise bromatológica do pólen apícola da região do semiárido potiguar.** *Blucher Proceedings*, v. 2, n. 1, p. 160–165, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5151/chemeng-cobeqic2016-2005-31641>.

SILVEIRA, T. A. **Caracterização sazonal do pólen apícola quanto à origem botânica, aspectos físico-químicos e elementos traços como bioindicadora de poluição ambiental.** Dissertação (Mestrado), ESALQ/USP, 2012.

SOMERVILLE, D. **Honey bee nutrition and supplementary feeding.** Orange: New South Wales Department of Primary Industries, 2005. 8 p.

THAKUR, M.; NANDA, V. **Composition and functionality of bee pollen: a review.** *Trends in Food Science & Technology*, v. 98, p. 82-106, Apr. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.001>.

VASCONCELOS, M. R. S. **Pólen apícola do estado de Alagoas: composição físico-química, origem botânica e atividade antioxidante.** 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/riufal/630>. Acesso em: 02 jun. 2026.

VÁSQUEZ, A.; T. C. OLOFSSON. **The lactic acid bacteria involved in the production of bee pollen and beebread.** *Journal of Apicultural Research*, n. 48, p. 189-195, 2009. DOI: 10.3896/IBRA.1.48.3.07.

WINSTON, M. L. **A biologia da abelha.** Porto Alegre: Magister, 2003.

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. DOI: 10.1021/jf304056b.

ZIMMERMANN, B.; BAGCIOGLU, M.; TAFINSTSEVA, V.; ACHIM, K.; MIKAEL, O.; SIRI, F. **Uma abordagem de espectroscopia FTIR de alto rendimento para avaliar a variação adaptativa na composição química do pólen**. Ecol Evol, v. 7, n. 24, p. 10839–10849, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1002/ece3.3619>.