



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ALTAMIRA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

MARCELO MOREIRA DE OLIVEIRA

A INFLUÊNCIA DA FLORA NA QUALIDADE DA PRÓPOLIS  
PRODUZIDA POR *Apis mellifera* EM ÁREAS DE CAPOEIRA NO  
MUNICÍPIO DE OURÉM, PARÁ, BRASIL

ALTAMIRA/PA

2025

MARCELO MOREIRA DE OLIVEIRA

A INFLUÊNCIA DA FLORA NA QUALIDADE DA PRÓPOLIS  
PRODUZIDA POR *Apis mellifera* EM ÁREAS DE CAPOEIRA NO  
MUNICÍPIO DE OURÉM, PARÁ, BRASIL

Dissertação apresentada à Universidade Federal do  
Pará, como parte das exigências do Programa de  
Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação  
para obtenção do título de Mestre em  
Biodiversidade e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Bittioli Rodrigues

Co orientador: Prof. Dr. Francisco Plácido  
Magalhães Oliveira

ALTAMIRA/ PA

2025

MARCELO MOREIRA DE OLIVEIRA

A INFLUÊNCIA DA FLORA NA QUALIDADE DA PRÓPOLIS  
PRODUZIDA POR *Apis mellifera* EM ÁREAS DE CAPOEIRA NO  
MUNICÍPIO DE OURÉM, PARÁ, BRASIL

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Pará, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

Data da aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. Fábio Leão

Fac. de Eng. Florestal, UFPA/Altamira. Examinador Interno

---

Prof. Dr. Alisson Rodrigo Souza Reis

Fac. de Eng. Florestal, UFPA/Altamira. Examinador interno

---

Prof. Dr. José Wilson Silva

Fac. de Eng Florestal, UFPA/Altamira. Examinador interno

---

Prof. Dr. José Wilson Mesquita

IFMA. Examinador externo

---

Profa. Dra. Tainá Teixeira Rocha

Examinadora externa

*“Dedico este trabalho a minha mãe Lucilete Moreira, meu pai Manoel Oliveira (in memoriam), minha irmã Fernanda Moreira, minha esposa Carolina Moreira e meus filhos Víctor, Murilo e Pedro, pela força, amor e apoio nessa longa jornada que passei.*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, fonte inesgotável de força, saúde e esperança, que me sustentou durante toda essa caminhada em busca da realização de mais um sonho: a conquista do meu mestrado.

Expresso minha eterna gratidão aos meus pais, Lucilete Moreira de Oliveira e Manoel Souza de Oliveira (in memoriam), cujo amor e ensinamentos foram fundamentais em minha formação pessoal e acadêmica. Em especial, rendo homenagem à minha mãe, mulher guerreira, que com dedicação incansável assumiu os papéis de mãe e pai, enfrentando todos os desafios para criar os filhos com dignidade e valores sólidos. Seu apoio, sobretudo nos momentos em que precisei sair de casa para buscar este objetivo, foi fundamental para que eu chegasse até aqui.

À minha esposa, Carolina Moreira, meu amor e minha companheira de vida, dedico um agradecimento especial. Sua força, carinho, compreensão e incentivo foram alicerces fundamentais para que eu conseguisse conciliar as exigências do mestrado com a vida familiar. Obrigado por ser essa mulher admirável, mãe dedicada e parceira incondicional. Sou imensamente grato por compartilhar a vida com você e por fazer parte dessa conquista. Te amo!

Aos meus filhos, Víctor, Murilo e Pedro, minha maior fonte de inspiração e motivo diário para continuar lutando. São vocês que me impulsionam a buscar sempre o melhor, não apenas para mim, mas para nossa família.

À minha irmã Fernanda, ao meu cunhado Alex e às minhas sobrinhas Ana Beatriz e Júlia, agradeço pelo carinho, incentivo e palavras de motivação nos momentos de cansaço e incerteza. Vocês sempre acreditaram em mim.

Aos meus sogros, Sant'Ana e Maria Auxiliadora, agradeço pela acolhida carinhosa em sua família e por sempre me incentivarem a seguir adiante. Sou grato por me presentear com uma esposa tão maravilhosa e por acreditarem em meu potencial.

Ao meu cunhado Mário Henrique, à minha concunhada Thieli e aos meus sobrinhos Bernardo e Benício, meu sincero agradecimento pelo apoio, amizade e carinho durante esse período.

À minha cunhada e comadre Marcela Arrais, que sempre esteve ao nosso lado, oferecendo palavras de incentivo, conforto e amizade, tanto nos momentos felizes quanto nos desafiadores, meu muito obrigado!

Um agradecimento mais que especial à minha amiga Dra. Aline Sousa e ao Maurinho seu esposo, que, com generosidade e carinho, me acolheram em sua casa nos primeiros 15 dias de minha chegada a Altamira. Cheguei apenas com uma mala, uma mochila nas costas e muitos sonhos. Vocês me deram um lar temporário, mas com amor permanente. Jamais esquecerei esse gesto.

Ao meu orientador, Professor Dr. Felipe Bittioli, e ao co orientador, Professor Dr. Francisco Plácido, minha profunda gratidão pela orientação, paciência e incentivo ao longo dessa jornada. O aprendizado com vocês foi fundamental para que eu desbravasse o universo fascinante das abelhas e da biodiversidade.

Ao Professor Dr. Nilton Muto, do Centro de Valorização de Compostos Bioativos da Amazônia (CVACBA), agradeço pela parceria científica nas análises físico-químicas da própolis. Estendo esse agradecimento ao aluno Pedro Gomes, que esteve ao meu lado durante as etapas analíticas, oferecendo orientação e suporte técnico.

Ao amigo Luís, cuja experiência em parataxonomia foi essencial para a identificação das espécies botânicas que enriqueceram minha pesquisa, meu muito obrigado. Ao Jamerson Viana, pela colaboração valiosa na produção dos mapas que compuseram a parte espacial do meu trabalho, também registro minha gratidão. Igualmente agradeço à professora Júlia Rodrigues, doutoranda em Ciências Florestais, pelo apoio nas análises da paisagem ao redor dos apiários.

À equipe do Apiário Canaã (OUREMMEL), em especial ao Sr. Raimundo Sant'Ana e à Sra. Maria Auxiliadora, agradeço imensamente por abrirem as portas para a realização desta pesquisa com a própolis. Aos colaboradores Lourinho e Fumaça, meu reconhecimento pelo apoio nas coletas de campo e pelo cuidado com o manejo das abelhas. Agradeço também ao Cupim, pela ajuda com os materiais, e às queridas tia Rose, Iraíde, Michele e Léia, pelo suporte e incentivo contínuos.

Aos amigos de mestrado, Thais, Railson, Benigna e Felipe, que compartilharam comigo os desafios e as alegrias desta etapa acadêmica, deixo meu agradecimento pelo companheirismo e pelas trocas de experiências que tanto enriqueceram minha trajetória.

A todos os docentes do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Pará (UFPA), minha gratidão pela excelência acadêmica e pelo apoio oferecido durante todo o curso, com destaque especial ao Professor Dr. Felipe Bittioli, pela orientação e amizade ao longo de todo o processo.

Por fim, agradeço à Universidade Federal do Pará – Campus Altamira, por ofertar este Programa de Pós-graduação que me proporcionou a oportunidade de crescimento acadêmico, científico e pessoal.

A todos que, de alguma forma, participaram desta jornada, direta ou indiretamente, meu mais sincero e emocionado **MUITO OBRIGADO!**

*“ A abelha é mais honrada que outros animais, não por seu trabalho, mas por seu trabalho para os outros. ”*

*(Santo Tomás de Aquino)*

## RESUMO

A composição química da própolis evidencia que esta matéria-prima é variável não apenas devido à variabilidade das fontes vegetais, mas também dependendo da espécie de abelha, iluminação, altitude e disponibilidade de alimento. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho é avaliar a composição físico-química da própolis produzida em apiários no município de Ourém/PA instalados em áreas de capoeira (floresta secundária). As amostras foram coletadas em 5 apiários da empresa Ouremmel, sendo localizados nas áreas denominadas de Riacho, Raspadeira, Limão, Puraquevarinha e área do Sr. Luís. As coletas foram realizadas uma vez por mês, durante 12 meses (agosto a dezembro/2023 e de janeiro a julho/2024), utilizando como coletor uma tela plástica do tipo sombrite instalada abaixo da tampa da colmeia. As análises físico-químicas e sensoriais foram avaliadas de acordo com os compostos polifenólicos totais (PT), flavonóides totais (FOT) e flavanóides totais (FAT). Para análise da paisagem e cobertura do solo foram analisadas imagens de satélite das áreas do entorno dos apiários, considerando um raio de 1000m do centro de cada apiário, investigando sobre o uso da terra e realizando um levantamento botânico das espécies mais abundantes e frequentes. Os resultados demonstraram que a composição de flavonoides totais na própolis apresenta significativa variabilidade espacial e temporal, influenciada por diversos fatores ambientais, fenológicos e antrópicos. As análises realizadas nos cinco apiários evidenciaram padrões distintos, refletindo a diversidade florística e as especificidades ecológicas de cada local.

Palavras-chave: Flavonoides totais, Sazonalidade, Análise físico-química, Levantamento botânico.

## ABSTRACT

The chemical composition of propolis shows that this raw material is variable not only due to the variability of plant sources, but also depending on the bee species, lighting, altitude, and food availability. In this context, the objective of the present study is to evaluate the physicochemical composition of propolis produced in apiaries in the municipality of Ourém/PA located in areas of scrubland (secondary forest). Samples were collected from 5 apiaries of the company Ouremmel, located in areas known as Riacho, Raspadeira, Limão, Puraquequarina, and the area of Mr. Luís. Collections were carried out once a month for 12 months (from August to December 2023 and from January to July 2024), using a plastic net of the shade cloth type installed below the hive lid as a collector. Physicochemical and sensory analyses were evaluated according to total polyphenols (TP), total flavonoids (TF), and total flavanones (TT). For the analysis of the landscape and land cover, satellite images of the areas surrounding the beehives were analyzed, considering a radius of 1000m from the center of each hive, investigating land use and conducting a botanical survey of the most abundant and frequent species. The results demonstrated that the composition of total flavonoids in propolis shows significant spatial and temporal variability, influenced by various environmental, phenological, and anthropogenic factors. The analyses conducted in the five beehives revealed distinct patterns, reflecting the floristic diversity and ecological specificities of each location.

Keywords: Total flavonoids, Seasonality, Physicochemical analysis, Botanical survey.

## LISTA DE TABELAS

Tab. 1. Concentração média de flavonóides ao longo de deze meses_____	33
Tab.2. Espécies mais abundantes nas áreas de estorno dos apiários quanto ao hábito_____	37
Tab. 3. Dados da média da produção de própolis no período de coleta/apiário._____	42

## LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Mapa com localização dos apiários. Município de Ourém, Pará. Fonte: LABGEO/Emater/PA, 2025.	22
Fig. 2. Mapa da localização do Apiário do Riacho. Fonte: LABGEO/Emater/PA, 2025.	23
Fig. 3. Mapa da Localização do Apiário do Raspadeira. Fonte: LABGEO/Emater/PA, 2025.	23
Fig.4. Mapa da Localização do Apiário do Limão. Fonte: LABGEO/Emater/PA, 2025.	24
Fig.5. Mapa da Localização do Apiário do Puraquequarina. Fonte: LABGEO/Emater/PA, 2025.	24
Fig. 6. Mapa da Localização do Apiário do Sr. Luís. Fonte: LABGEO/Emater/PA, 2025.	25
Fig. 7. Tela plástica de coleta de propólis instalada na colmeia.	26
Fig. 8. Dados de flavanóides totais da própolis do Apiário Riacho. Ourém, PA.	28
Fig. 9. Dados de flavanóides totais da própolis do Apiário Raspadeira. Ourém, PA.	29
Fig. 10. Dados de flavanóides totais da própolis do Apiário Limão. Ourém, PA.	30
Fig. 11. Dados de flavanóides totais da própolis do Apiário Puraquequarina. Ourém, PA.	31
Fig. 12. Dados de flavanóides totais da própolis do Apiário do Sr. Luís. Ourém, PA.	31
Fig. 13. Dados dos flavanóides totais da própolis dos Apiários no período de coleta (Agosto-Dezembro/2023 a Janeiro-Julho/2024). Ourém, PA	32
Fig. 14. Riqueza de espécies da vegetação secundária localizada no entorno de apiários em Ourém, Pará, Brasil	34
Fig. 15. Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) com base no índice de dissimilaridade de Jaccard da vegetação secundária localizada no entorno de apiários em Ourém, Pará, Brasil	35
Fig. 16. Agrupamento hierárquico baseado na frequência de espécies da vegetação secundária localizada no entorno de apiários em Ourém, Pará, Brasil. A coloração da matriz indica o grau de frequência das espécies, em que tons de azul representam valores mais altos e vermelho valores mais baixos	36

## SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	10
2- OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

### **A influência da flora na qualidade da própolis produzida por *Apis mellifera* em áreas de capoeira no município de Ourém, Pará, Brasil**

1- INTRODUÇÃO	20
2- MATERIAL E MÉTODOS	21
2.1 ÁREA DE ESTUDO	21
2.2 DESCRIÇÃO DOS APIÁRIOS E ÁREAS ESTUDADAS	22
2.3 SELEÇÃO DAS COLMEIAS E COLETA DE AMOSTRAS DE PRÓPOLIS	25
2.4 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA	26
2.4.1 EXTRAÇÃO DAS AMOSTRAS	26
2.4.2 TEOR DE POLIFENÓIS TOTAIS	27
2.4.3 TEOR DE FLAVONÓIDES	27
2.4.4 TEOR DE FLAVONÓIDES TOTAIS	27
2.5 LEVANTAMENTO BOTÂNICO DA VEGETAÇÃO DO ENTORNO DOS APIÁRIOS	27
2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	28
3. RESULTADOS	28
3.1 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA	28
3.1.1 APIÁRIO DO RIACHO	28
3.1.2 APIÁRIO DO RASPADEIRA	29
3.1.3 APIÁRIO DO LIMÃO	29
3.1.4 APIÁRIO DO PURAQUEQUARINHA	30
3.1.5 APIÁRIO DO SR. LUÍS	31
3.2 ANÁLISE COMPARATIVA DOS RESULTADOS DA PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA PRÓPOLIS	32
3.2.1 VARIAÇÃO DA PRODUÇÃO AO LONGO DO ANO	32
4. CONCLUSÃO	37
AGRADECIMENTOS	38
REFERÊNCIAS	38
ANEXOS	42

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

As abelhas possuem alta capacidade de produção de materiais que auxiliam nas relações ecológicas no ecossistema em que estão inseridos. Dentre os diversos materiais orgânicos produzidos, destaca-se a própolis, sendo caracterizada por uma mistura complexa, formada por material resinoso e balsâmico coletado pelas abelhas da espécie *Apis mellifera* L. (LINS et al., 2020).

A produção da própolis é advinda de substâncias resinosas, viscosas e balsâmicas, colhidas pelas abelhas, de brotos, flores e exsudados de plantas, nas quais, as mesmas acrescentam secreções salivares, cera e pólen para elaboração final do produto (PEREIRA et al., 2015). Sua composição é determinada principalmente pelas características fitogeográficas existentes ao redor da colmeia, entretanto, a sazonalidade de uma mesma localidade pode causar a variação de sua composição (LIMA et al., 2020; PEREIRA et al., 2015).

A compreensão da variedade de plantas das quais as abelhas extraem resinas para a produção de própolis é fundamental, uma vez que cada fonte botânica confere ao produto composição química singular e propriedades biológicas distintas (CUSTÓDIO REIS et al., 2021).

Para entender a própolis, é essencial considerar a diversidade de espécies vegetais de onde as abelhas coletam resinas, dado que cada planta gera um perfil químico distinto, refletido na composição final (RODRIGUES et al., 2020). A diversidade vegetal torna-se, portanto, um fator-chave na determinação da qualidade da própolis, visto que diferentes espécies apresentam perfis variados de compostos fenólicos e flavonoides com reconhecida ação antimicrobiana (CUSTÓDIO REIS et al., 2021).

Não havendo seleção rígida por parte dos insetos, as abelhas normalmente exploram árvores, arbustos e flores variadas; tal comportamento oportunista acaba por enriquecer a própolis com diferentes fenóis e flavonoides (MOISE & BOBIŞ, 2020). Estudos mostram que áreas com maior diversidade botânica promovem própolis com perfil fitoquímico mais complexo, com potencial antimicrobiano elevado, em razão da combinação de múltiplas fontes vegetais (BOBIŞ, 2022).

O potencial antimicrobiano da própolis brasileira tem sido recorrentemente confirmado: extratos etanólicos demonstram ação contra bactérias Gram-positivas e negativas, com concentração inibitória mínima (CIM) compatível com padrões terapêuticos (ALGHUTAIMEL et al., 2024; CUSTÓDIO REIS et al., 2021). Além disso, compostos como a pinocembrina têm

sido associados a uma ação mais eficaz contra *Streptococcus mutans*, reforçada por evidências em produtos odontológicos (ALGHUTAIMEL et al., 2024).

Os extratos quimicamente padronizados são amplamente empregados em alimentos e produtos farmacêuticos, não apenas por promoverem conservação e inibição de patógenos, mas também por apresentarem efeitos anti-inflamatórios e antioxidantes sem provocar toxicidade (DURAN-MERINO et al., 2022; ALGHUTAIMEL et al., 2024).

As propriedades antimicrobianas da própolis têm sido amplamente documentadas em estudos recentes, destacando sua eficácia contra uma variedade de microrganismos. Segundo Zuhendri et al. (2021), a própolis apresenta atividade antibacteriana notável, incluindo ação contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, além de capacidades antifúngicas e antiparasitárias, o que reforça seu potencial como alternativa natural aos antimicrobianos convencionais.

Diversas substâncias bioativas presentes na própolis, como os flavonoides, os compostos fenólicos e os ácidos orgânicos, desempenham papéis fundamentais na defesa do organismo, atuando tanto na supressão do desenvolvimento de microrganismos patogênicos quanto na regulação de respostas imunológicas (BOUCHELACHEM, 2022).

Fatores ambientais, como tipo de solo, clima e biodiversidade local, impactam diretamente o perfil químico da própolis. Estudos recentes destacam que áreas com flora diversificada produzem resinas com maior riqueza de compostos bioativos (CUSTÓDIO REIS et al., 2021), enquanto a certificação orgânica, associada ao cultivo livre de contaminação, tem validado amostras no Sul do Brasil por sua limitada carga de metais e microrganismos (FAPESP, 2025).

Em florestas secundárias amazônicas, ou seja, aquelas estabelecidas após distúrbios a influência da flora na qualidade da própolis ainda é um tema complexo, atrativo e sujeito a estudos científicos mais aprofundados (VIDAL, 2021), visto que os diferentes usos do solo têm resultado na expansão destes ecossistemas.

Embora tradicionalmente raspada da colmeia, essa técnica usualmente contamina a própolis com fragmentos de cera, madeira ou detritos — o que pode afetar sua pureza (STINGLESS BEE PROPOLIS, 2023). Métodos inovadores de coleta, como o uso de coletores plásticos e estruturas adaptadas, têm demonstrado maior eficácia na diminuição de contaminantes indesejáveis, além de favorecer a uniformidade e a qualidade físico-química das amostras de própolis (ALMEIDA et al., 2021).

Com o intuito de minimizar essa contaminação e obter um produto de melhor qualidade, alternativas como o uso de telas plásticas, coletores adaptados sob a tampa ou coletores

inteligentes de própolis têm sido recomendadas, proporcionando uma coleta mais higiênica e com menor risco de mistura com materiais indesejáveis (MATSUDA et al., 2005; SOUZA, 2022, LIMA et al., 2024).

As técnicas de coleta também desempenham papel fundamental na pureza do produto final. Em contraposição à raspagem manual que contamina o extrato com ceras e impurezas, o uso de coletores plásticos ou telas específicas vem sendo adotado com sucesso, elevando a qualidade higiênica da própolis (ALGHUTAIMEL et al., 2024; ZULHENDRI et al., 2021).

Em uma investigação específica sobre a interação entre própolis e patógenos de interesse clínico, Bouchelaghem (2022) avaliou a eficácia de extratos de própolis contra *Staphylococcus aureus* e *Candida albicans*. Os resultados indicaram que os extratos alcoólicos exibem forte atividade bactericida sobre *S. aureus*, com mecanismos de ação que incluem a desorganização da membrana celular e a redução da formação de biofilmes. Além disso, demonstraram efeito antifúngico significativo contra *C. albicans*, confirmando o amplo espectro antimicrobiano da própolis e seu potencial para aumentar a eficácia de tratamentos contra infecções resistentes (BOUCHELAGHEM, 2022).

Diversos estudos relatam que os extratos etanólicos de própolis apresentam eficácia superior contra bactérias Gram-positivas — como *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes* — em comparação às Gram-negativas, fato atribuído à estrutura da parede dessas bactérias, que dificulta a penetração dos compostos bioativos (RAMOS et al., 2022). A análise química-microbiológica revelou que substâncias como artemisinina, pinocembrina e ácidos fenólicos são responsáveis pela desestabilização da membrana celular, interferência na produção de ATP e inibição do crescimento bacteriano. Verificou-se, inclusive, que a variação de eficácia entre amostras extranacionais de própolis se deve à diversidade botânica e à origem geográfica, refletindo na quantidade de compostos ativos presentes (RAMOS et al., 2022).

Em outro estudo recente, conduziu-se uma análise comparativa de extratos hidroalcoólicos de própolis de diferentes regiões da Romênia, avaliando sua ação contra cinco bactérias Gram-positivas, cinco Gram-negativas e leveduras (POPESCU et al., 2023). Os resultados mostraram variações significativas na concentração mínima inibitória (CMI), associadas ao perfil fitoquímico obtida via cromatografia. De maneira geral, observou-se que o aumento na concentração de flavonoides nas amostras de própolis está diretamente relacionado ao incremento de sua ação antimicrobiana. Esses resultados reforçam a influência determinante da vegetação disponível nas imediações das colmeias sobre a composição e a eficácia biológica dos extratos produzidos. Assim, destaca-se a importância de ações sistemáticas de identificação

e registro das espécies vegetais locais, visando assegurar a reprodutibilidade e a qualidade dos compostos bioativos presentes na própolis (SILVA et al., 2020).

Atualmente, a identificação das espécies vegetais que servem como principais fontes de compostos bioativos para a formação da própolis é considerada uma etapa fundamental nas pesquisas físico-químicas sobre esse produto apícola (SANTOS et al., 2021). A caracterização botânica permite não apenas compreender a variabilidade composicional da própolis, mas também estabelecer parâmetros de qualidade que reflitam sua origem vegetal e potencial terapêutico (SILVA et al., 2022).

Com base nessa premissa, o presente trabalho investigou a relação entre a diversidade da vegetação circundante e a composição química da própolis, buscando compreender os fatores ambientais e florísticos que influenciam suas características. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da própolis coletada em áreas de floresta secundária, localizadas em apiários no município de Ourém, estado do Pará.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

- Realizou a análise da composição físico-química da própolis produzida em apiários localizados em áreas de vegetação secundária (capoeira) no município de Ourém, estado do Pará, com o objetivo de investigar a qualidade do produto e sua possível correlação com as características botânicas da flora circundante.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliou a composição físico-químicas da própolis produzidas em colmeias de abelhas africanizadas em diferentes apiários;
- Verificou a influência da flora de áreas do entorno dos apiários através das análises laboratoriais dos produtos da própolis;

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R. F.; SOUZA, A. L.; LIMA, J. P. **Coleta de própolis com uso de telas plásticas resfriadas: melhoria da qualidade e pureza do produto.** *Journal of Apicultural Science*, v. 65, n. 2, p. 251-260, 2021.
- ALGHUTAIMEL, H.; ALHARBI, F.; ALSHAMRANI, A.; ALHOMAIDAN, H.; ALANAZI, M. **Antibacterial and antioxidant activities of different types of propolis: a systematic review.** *Saudi Journal of Biological Sciences*, v. 31, p. 102519, 2024.
- BOBIŞ, O. **Biological activities of propolis: Recent updates on its antimicrobial properties.** *Antibiotics*, v. 11, n. 1, p. 120, 2022.
- BOUCHELAGHEM, H. **Antibacterial and antifungal activities of propolis against human pathogens: An updated review.** *Saudi Journal of Biological Sciences*, v. 29, n. 2, p. 256-264, 2022.
- BOUCHELAGHEM, H. **Antimicrobial and antibiofilm effects of propolis against clinical isolates of *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*.** *Saudi Journal of Biological Sciences*, v. 29, n. 4, p. 3057-3064, 2022.
- CUSTÓDIO REIS, L. A. et al. **Propolis: chemical composition, botanical origin and biological activity.** *Antioxidants*, v. 10, n. 8, p. 1256, 2021.
- DURAN MERINO, D.; RAMOS, P. A. S.; SOUSA, A. C.; RODRIGUES, A. S. **New perspectives on propolis uses in food applications and health benefits: An updated review.** *Food Research International*, v. 162, p. 111951, 2022.
- FAPESP. **Propolis do sul do Brasil ganha certificado orgânico e controle de qualidade por ausência de metais pesados.** Agência FAPESP, 2025. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br>. Acesso em: 01 jul. 2025.
- LIMA, A. R. et al. **Seasonal variation in Brazilian red propolis: Influence on chemical composition and biological properties.** *Natural Product Research*, v. 34, n. 8, p. 1123-1127, 2020.
- LINS, R. C. M. et al. **Influence of botanical origin and seasonality on Brazilian propolis: Chemical profile and antioxidant activity.** *Natural Product Research*, v. 34, n. 4, p. 571-575, 2020.
- MOISE, A. R.; BOBIŞ, O. **Honeybee products and their contribution to human health: Focus on propolis.** *Plants*, v. 9, n. 6, p. 799, 2020.
- PEREIRA, L. J. et al. **Biological and chemical characterization of Brazilian red propolis.** *Food Research International*, v. 77, p. 595-602, 2015.
- POPESCU, M. et al. **Chemical profile and antimicrobial activity of propolis extracts from different geographical regions of Romania.** *Processes*, v. 11, n. 4, p. 1139, 2023.
- RAMOS, M. et al. **Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of propolis extracts: a review focused on Europe.** *Molecules*, v. 27, n. 5, p. 1521, 2022.
- RODRIGUES, R. F. et al. **Influence of vegetation on the chemical composition and antioxidant activity of Brazilian propolis.** *Molecules*, v. 25, n. 9, p. 2044, 2020.

SANTOS, L. M.; ALMEIDA, R. F.; CARVALHO, G. C. **Botânica e composição química da própolis: novas abordagens para a identificação das espécies vegetais de origem.** *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 16, n. 2, p. 411-420, 2021.

SILVA, F. T.; RIBEIRO, J. M.; COSTA, D. L. **Influência da diversidade florística na composição físico-química e atividade biológica da própolis: uma revisão recente.** *Ciência e Agrotecnologia*, v. 46, e012721, 2022.

SILVA, R. A.; SOUSA, G. L.; FERREIRA, M. R.; RAMOS, A. M. **Botanical origin and bioactivity profile of propolis: Advances in Brazilian research.** *Plants*, v. 11, n. 3, p. 356, 2022.

STINGLESS BEE PROPOLIS **collection method influences quality parameters.** *Scientific Reports*, v. 13, n. 1, p. 1275, 2023.

VIDAL, L. A. **Caracterização físico-química da própolis de florestas secundárias amazônicas.** *Revista Ciência Amazônica*, v. 31, n. 2, p. 45-54, 2021.

ZULHENDRI, F. et al. **Antibacterial, antifungal and antiparasitic properties of propolis: A review.** *Foods*, v. 10, n. 6, p. 1360, 2021.

## **A influência da flora na qualidade da própolis produzida por *Apis mellifera* em áreas de capoeira no município de Ourém, Pará, Brasil**

DE OLIVEIRA, Marcelo Moreira<sup>a</sup>, GOMES, Felipe Bittioli Rodrigues<sup>a,c</sup>, OLIVEIRA, Francisco Plácido Magalhães<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Pará, Campus de Altamira, Rua Cel. José Porfírio, 2515, área 2, Altamira, PA, Brasil. Laboratório de Etnodiversidade, Universidade Federal do Pará, Campus de Altamira, CEP: 68.372-040, Altamira, PA, Brasil. **(autor correspondente)**. [marcelo.oliveira@altamira.ufpa.br](mailto:marcelo.oliveira@altamira.ufpa.br), ORCID: 0009-0008-1242-7008.

<sup>b</sup>Faculdade de Etnodiversidade, PPG Biodiversidade e Conservação, PPG Estudos em Etnodiversidade, Campus Universitário de Altamira, Laboratório de Etnodiversidade, Universidade Federal do Pará. E-mail: [felipebrgomes@yahoo.com.br](mailto:felipebrgomes@yahoo.com.br), ORCID: 0000-0001-5301-0251.

<sup>c</sup>Instituto de Medicina Veterinária, UFPA, Campus de Castanhal. Laboratório de Estudos Apícolas e Polinização (LEAP). E-mail: [placido@ufpa.br](mailto:placido@ufpa.br), ORCID: 0000-0002-2541-9188.

### **RESUMO**

A própolis é um produto apícola advinda de substâncias resinosas, viscosas e balsâmicas colhidas pelas abelhas da espécie *Apis mellifera* L., a partir de brotos, flores e exsudados de plantas, nas quais, elas acrescentam secreções salivares, cera e pólen para elaboração final do produto. As propriedades mais conhecidas e testadas da própolis são sua atividade antibacteriana, fúngica, virulenta e contra microrganismos. A sua composição é determinada principalmente pelas características fitogeográficas existentes ao redor da colmeia, entretanto, a sazonalidade de uma mesma localidade pode causar a variação de sua composição. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a composição físico-química da própolis produzida em apiários no município de Ourém/PA instalados em áreas de capoeira (floresta secundária). As amostras foram coletadas em 5 apiários, uma vez por mes, durante 12 meses (agosto a dezembro/2023 e de janeiro a julho/2024), utilizando como coletor uma tela plástica do tipo sombrite instalada abaixo da tampa da colmeia. As análises físico-químicas e sensoriais foram avaliadas de acordo com os compostos polifenólicos totais (PT), flavonóides totais (FOT) e flavanóides totais (FAT). Para análise da paisagem e cobertura do solo foram analisadas imagem de satélite das áreas do entorno dos apiários e realizado um levantamento botânico das espécies mais abundantes e frequentes. Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que a composição de flavonóides totais na própolis apresenta significativa variabilidade espacial e temporal, influenciada por diversos fatores ambientais, fenológicos e antrópicos e ainda pelas práticas de manejo e disponibilidade de espécies vegetais resinosas.

**Palavras-chave:** Fenologia, compostos bioativos, sazonalidade, análise físico-química, cobertura vegetal.

## Abstract

Propolis is a bee product derived from resinous, viscous and balsamic substances collected by bees of the species *Apis mellifera* L., from buds, flowers and plant exudates, to which they add salivary secretions, wax and pollen for the final preparation of the product. The best known and tested properties of propolis are its antibacterial, fungal, virulent and anti-microbial activity. Its composition is determined mainly by the phytogeographic characteristics existing around the hive; however, the seasonality of the same location can cause variation in its composition. The objective of this study is to evaluate the physical-chemical composition of propolis produced in apiaries in the municipality of Ourém/PA installed in areas of capoeira (secondary forest). The samples were collected in 5 apiaries, once a month, for 12 months (August to December/2023 and January to July/2024), using a plastic shade screen installed below the hive lid as a collector. The physicochemical and sensory analyses were evaluated according to the total polyphenols (PT), total flavonoids (FOT) and total flavanoids (FAT) compounds. To analyze the landscape and soil cover, satellite images of the areas surrounding the apiaries were analyzed and a botanical survey of the most abundant and frequent species was carried out. The results obtained in this study demonstrated that the composition of total flavonoids in propolis presents significant spatial and temporal variability, influenced by several environmental, phenological and anthropic factors and also by management practices and availability of resinous plant species.

**Keywords:** *propolis*, *Apis mellifera* L., *physicochemical composition*, *adjacent vegetation*.

## 1. Introdução

A própolis tem demonstrado eficácia comprovada contra uma vasta gama de microrganismos, incluindo bactérias, fungos, vírus e parasitas, conforme revisões publicadas em 2021 que reuniram diversos estudos *in vitro* (ZULHENDRI et al., 2021). Além da ação antimicrobiana, esse produto natural demonstra expressiva capacidade antioxidante, anti-inflamatória e antiviral, evidenciando seu valor como um recurso promissor no tratamento complementar de diversas enfermidades (BANCHEREAU et al., 2020).

Em adição, estudos mais recentes demonstram que extratos de própolis têm propriedades promissoras em terapias antitumorais. Pesquisa conduzida em 2022 com própolis portuguesa mostrou que seus compostos bioativos induzem a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) e ativam vias de apoptose em células de melanoma, sugerindo um mecanismo citotóxico seletivo contra tumores (OLIVEIRA et al., 2022).

O método tradicional de obtenção da própolis por meio da raspagem das estruturas internas das colmeias continua sendo amplamente utilizado pelos apicultores. No entanto, pesquisas mais recentes têm destacado preocupações quanto à possível contaminação da amostra com materiais indesejáveis, incluindo resíduos de cera, fragmentos de madeira e partes de insetos, o que pode comprometer a qualidade final do produto (COSTA; FREITAS, 2023).

Uma investigação realizada por APAYDIN e GÜMÜŞ (2021) revelou que, apesar da filtragem etanólica, produtos comerciais ainda apresentaram contaminação por materiais estranhos, como pelos de roedores e fragmentos de insetos, sinalizando falhas no pre-processamento e evidenciando a necessidade de métodos mais eficientes de higienização.

Em paralelo, pesquisas sobre o impacto dos resíduos presentes na própolis crua destacam que esses contaminantes não afetam apenas parâmetros físico-químicos—como teor de cinzas, proporção de cera e umidade—mas também podem reduzir a concentração relativa de compostos bioativos, comprometendo sua qualidade. Um estudo realizado em amostras brasileiras constatou que elevados níveis de impurezas correlacionam-se com alteração na composição de fenóis e flavonoides, reforçando a importância de adotar protocolos de coleta que minimizem a presença de detritos (SACCARDI et al., 2023).

Para mitigar contaminações e aprimorar a qualidade da própolis, estudos recentes indicam a instalação de coletores plásticos (telas) ou dispositivos inteligentes sob a tampa da colmeia, favorecendo uma coleta mais limpa. Pesquisa conduzida em colmeias de *Apis mellifera* com telas plásticas resfriadas demonstrou redução significativa de impurezas como cera e fragmentos de madeira, além de facilitar a extração da própolis devido à menor aderência

de detritos, o que reforça a eficácia dessa prática em comparação com métodos tradicionais (ALMEIDA et al., 2021; SANTOS et al., 2023).

Em outra investigação, compararam-se apiários equipados com diferentes tipos de coletores — incluindo telas plásticas e coletores “inteligentes” — monitorando a pureza e produtividade da própolis ao longo de um ano. Os resultados mostraram que os dispositivos que estimulam o comportamento natural de lacração da colmeia, aliados ao resfriamento prévio em freezer, permitiram amostras com elevados níveis de pureza e teor fitoquímico, além de minimizar a contaminação por substratos indesejáveis, confirmando a importância da padronização do protocolo para obtenção de material de qualidade superior (MARINO; FERREIRA, 2022; COSTA; FREITAS, 2023).

A composição química da própolis é sensivelmente moldada por fatores ambientais — como biodiversidade floral, variações de clima, altitude, radiação solar e condições do solo — que influenciam diretamente o metabolismo das plantas e a produção de resinas. Uma análise multivariada recente mostrou que estas condições abióticas e bióticas estimulam ativamente a síntese de metabólitos secundários nas plantas, elevando os níveis de compostos fenólicos, flavonoides e terpenoides presentes na própolis (MANDAL et al., 2021).

Pesquisas indicam que áreas caracterizadas por elevada diversidade de espécies vegetais tendem a gerar própolis com maior complexidade química e variedade de metabólitos bioativos, o que amplia significativamente seu potencial farmacológico. Esses achados reforçam a importância de incluir as condições ambientais e florísticas locais como fatores determinantes na avaliação e no manejo da produção apícola (SILVA et al., 2020).

Outro estudo direcionado ao propolis produzido em ambientes tropicais e subtropicais destacou que elementos ambientais, como precipitação, temperatura e características edáficas, determinam o tipo e a quantidade de resinas coletadas pelas abelhas, impactando diretamente o perfil fitoquímico dos extratos (WANG et al., 2020). A aplicação de técnicas de metabolômica revelou padrões químicos distintos entre amostras originárias de diferentes zonas climáticas, sugerindo que variações territoriais e sazonais contribuem para a diferenciação qualitativa e quantitativa dos compostos bioativos, exigindo padronização rigorosa para fins terapêuticos e industriais.

Em florestas secundárias amazônicas, ou seja, aquelas estabelecidas após distúrbios, a influência da flora na qualidade da própolis ainda é um tema complexo, atrativo e sujeito a estudos científicos mais aprofundados (VIDAL, 2021), visto que os diferentes usos do solo têm resultado na expansão destes ecossistemas.

A qualidade da própolis é diretamente afetada pela diversidade de espécies vegetais disponíveis ao redor das colmeias, pois diferentes plantas produzem resinas com composições fitoquímicas únicas. Uma análise publicada em 2021 destacou que regiões com maior variedade botânica apresentam própolis com perfis fitoquímicos mais complexos, incluindo níveis elevados de fenóis, flavonoides e terpenoides, resultando em maior potencial antioxidante e antimicrobiano em comparação a áreas com cobertura vegetal reduzida (CHEMSELISSA et al., 2022).

De modo correlato, um estudo conduzido em 2023 no Chile demonstrou que a simplificação da paisagem agrícola — resultante da predominância de monoculturas — reduz a diversidade fitoquímica da própolis. As amostras originárias dessas regiões apresentaram concentrações menores de compostos fenólicos e atividade antimicrobiana inferior em comparação àquelas coletadas em áreas com vegetação nativa mais diversificada, evidenciando que a riqueza da flora influencia diretamente nas propriedades funcionais do produto (RODRIGUEZ-SANTOS et al., 2023).

Neste contexto, a presente pesquisa investigou o impacto da diversidade florística na composição química da própolis, enfatizando os principais elementos que condicionam sua qualidade e propriedades funcionais. Assim, o objetivo central deste estudo avaliou a qualidade da própolis produzida em áreas de floresta secundária, provenientes de apiários localizados no município de Ourém, estado do Pará.

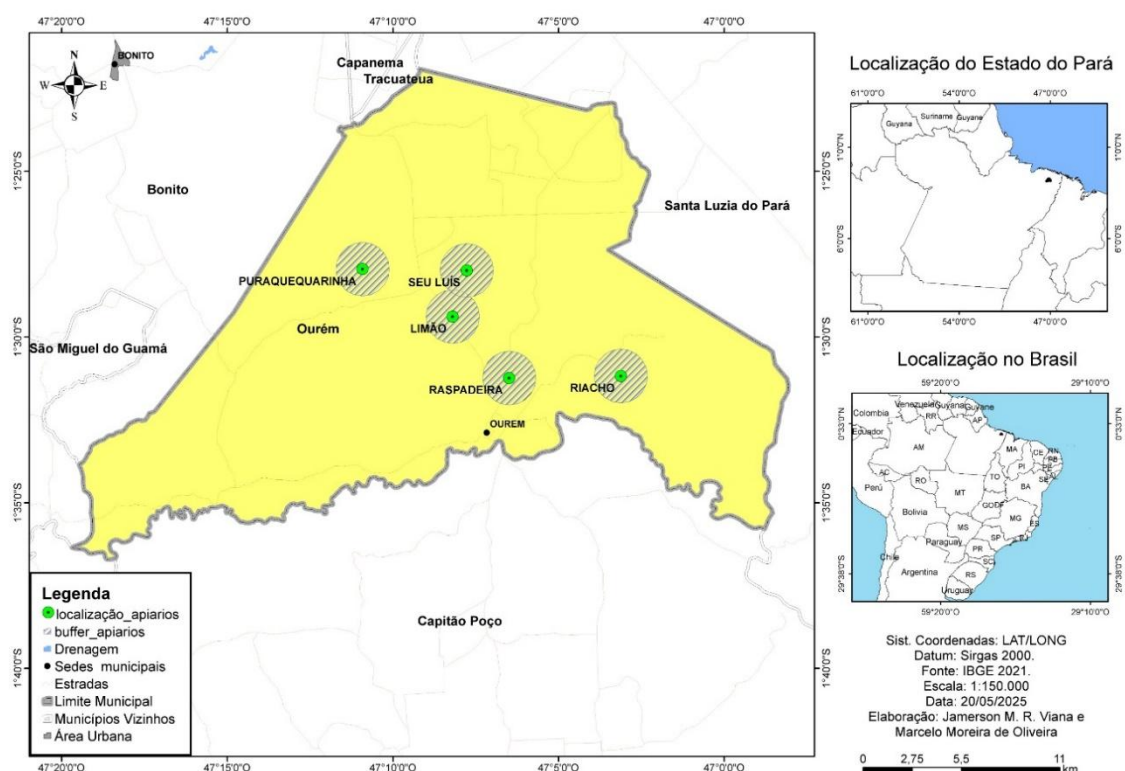
## **2. Materiais e métodos**

### *2.1 Área de estudo*

O presente estudo foi realizado no município de Ourém, situado na porção nordeste do estado do Pará, pertencente à microrregião do Guamá e à mesorregião Nordeste Paraense, com coordenadas geográficas aproximadas de 1°32'59" de latitude sul e 47°06'28" de longitude oeste. O município faz divisa com as localidades de Capitão Poço, Santa Luzia do Pará e Bonito, inserindo-se em uma região de notável relevância ecológica e socioeconômica para o estado. O clima predominante na área é classificado como tropical úmido, caracterizado por duas estações bem definidas: uma estação chuvosa, compreendida entre os meses de dezembro a maio, e uma estação seca, que abrange o período de junho a novembro.

As temperaturas médias anuais variam entre 25 °C e 28 °C, associadas a níveis elevados de umidade relativa do ar, frequentemente superiores a 80%, criando condições ambientais propícias para o desenvolvimento e manutenção das colônias de *Apis mellifera*.

Estas condições climáticas e ambientais favorecem sobremaneira a atividade apícola local, especialmente a produção de própolis, devido à oferta contínua e diversificada de recursos florísticos ao longo do ano. A heterogeneidade da flora regional, composta por espécies nativas da floresta tropical e áreas de floresta secundária, confere à própolis uma composição química complexa e variada, influenciando diretamente suas propriedades bioativas. Ademais, a estabilidade térmica e a alta umidade atuam como fatores cruciais para a produtividade das abelhas, impactando positivamente a qualidade e quantidade da própolis produzida nos apiários instalados na região.



**Fig. 1.** Mapa com localização dos apiários. Município de Ourém, Pará. Fonte: LABGEO/Emater/PA, 2025.

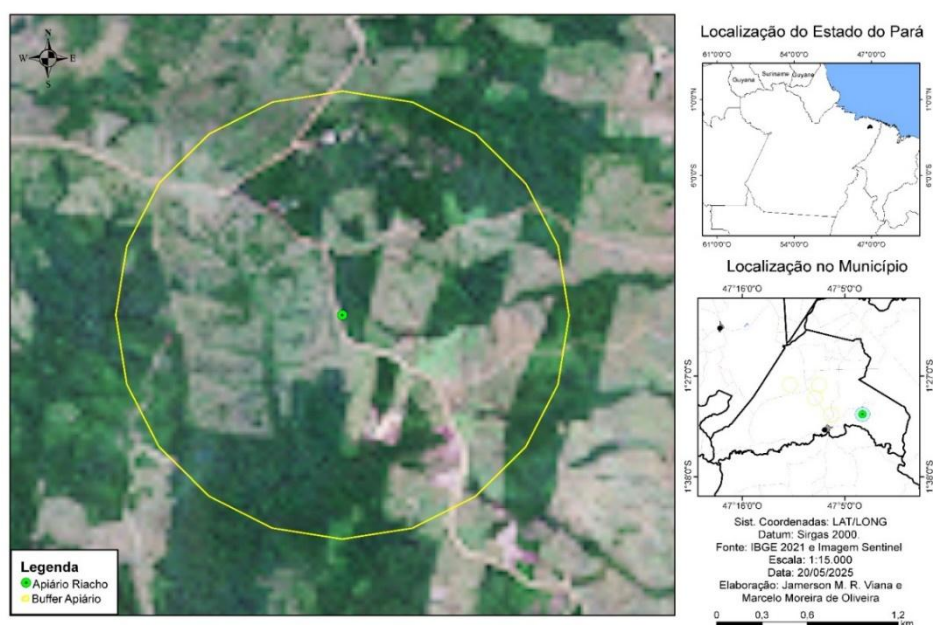
## 2.2. Descrição dos apiários e áreas estudadas

Para a realização deste estudo, foram selecionados cinco apiários pertencentes à empresa OUREMMEL, cujos proprietários são Maria Auxiliadora Alves Sant'Ana e Raimundo Alves Sant'Ana. Esta empresa é especializada na produção e comercialização de produtos apícolas, tais como extratos de própolis, compostos derivados do mel e cera de abelha, incluindo cera depilatória.

Os apiários investigados encontram-se distribuídos nas comunidades do Riacho, Raspadeira, Limão, Puraquevarinha e na propriedade particular do Sr. Luíz (Figura 1). Estes

locais são dedicados à produção tanto de mel quanto de própolis, e possuem históricos distintos de uso do solo, incluindo atividades agropecuárias e exploração mineral, como extração de areia e seixo, o que pode influenciar nas características ambientais locais e, conseqüentemente, na qualidade dos produtos apícolas.

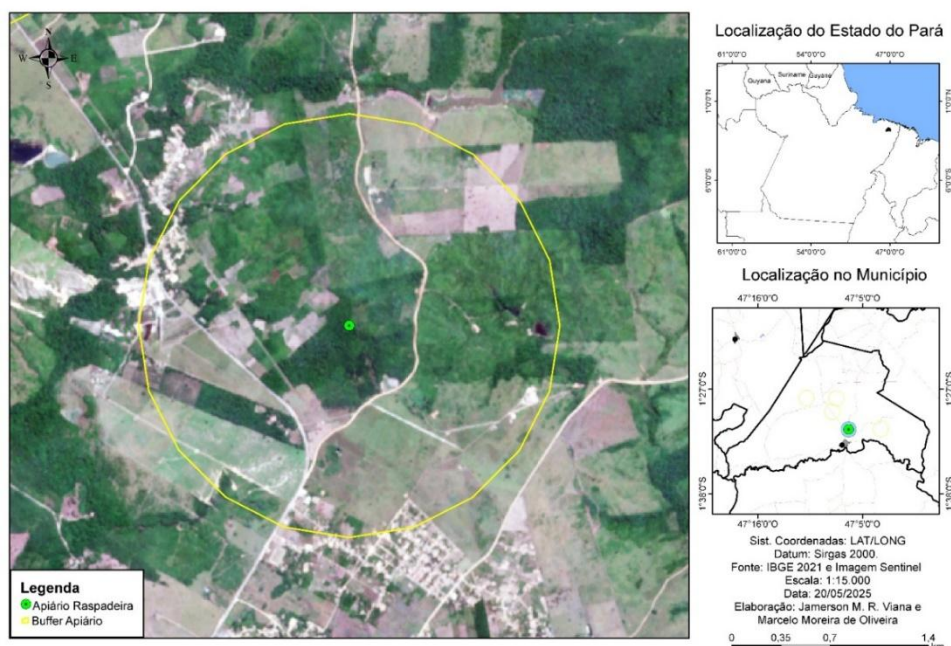
A comunidade do Riacho, localizada a aproximadamente 14 quilômetros da sede do município de Ourém, apresenta relevo acidentado e uma vegetação predominantemente composta por capoeira e espécies rasteiras, caracterizando um ambiente diversificado em termos florísticos. Nesse local, foi implantado um apiário em sistema de semi-bosque, contando com 34 colmeias (Figura 2), configurando uma área propícia para o desenvolvimento das colônias e a produção sustentável de própolis.



**Fig. 2.** Mapa da localização do Apiário do Riacho. Fonte: LABGEO/Emater/PA, 2025.

A comunidade do São João, popularmente conhecida como Raspadeira, localiza-se a aproximadamente cinco quilômetros da área central do município de Ourém, Pará. Esta localidade é caracterizada por uma topografia irregular, marcada por relevos acidentados que influenciam diretamente na distribuição e composição da vegetação local. A cobertura vegetal predominante consiste em uma matriz diversificada de espécies rasteiras e arbustivas, típicas de ambientes de transição entre áreas abertas e formações florestais secundárias.

Nesse cenário, foi estabelecido um apiário em sistema de semi-bosque, contando com 32 colmeias (Figura 3), configurando um ambiente favorável para a manutenção das colônias de *Apis mellifera*, dada a diversidade florística disponível que possibilita a oferta contínua de recursos nectaríferos e resinosos essenciais para a produção de mel e própolis.

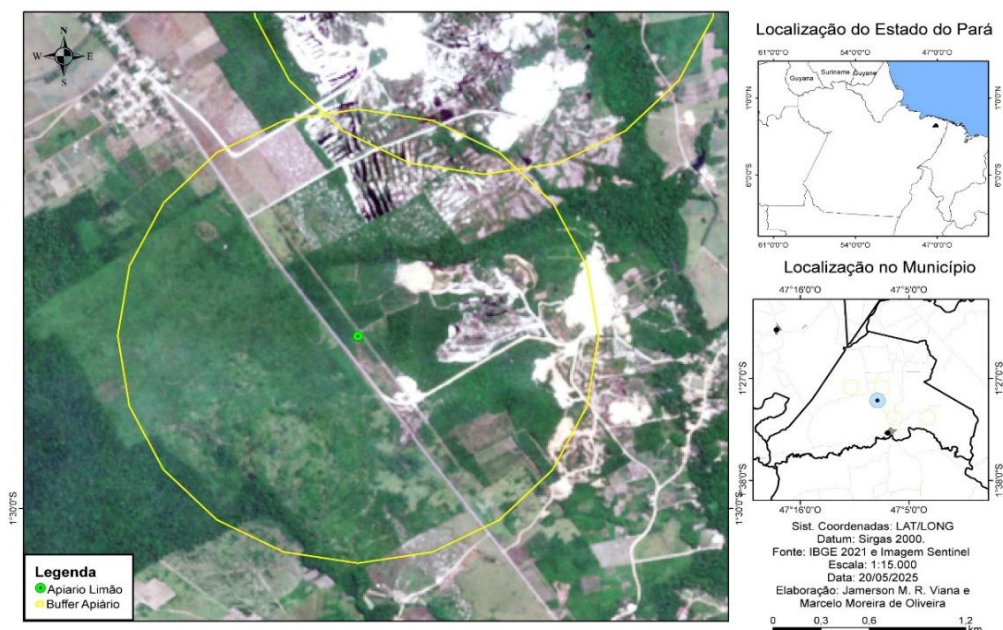


**Fig. 3.** Mapa da Localização do Apiário do Raspadeira. Fonte: LABGEO/Emater/PA, 2025.

A comunidade do Limão, situada a cerca de nove quilômetros da sede administrativa do município de Ourém, no estado do Pará, apresenta características geográficas e ambientais distintas das demais áreas de estudo. Sua topografia é predominantemente plana, com ocorrência significativa de depósitos de seixo, fator que influencia diretamente a composição e estrutura do solo local. Essa formação edáfica, de natureza arenosa e com baixa retenção hídrica, determina o desenvolvimento de uma vegetação rasteira, composta por um conjunto diversificado de espécies adaptadas a condições de menor fertilidade e maior exposição solar.

Nesta localidade, foi implementado um apiário em sistema de manejo a céu aberto, composto por 53 colmeias estrategicamente dispostas de forma a otimizar a ventilação natural e facilitar o acesso das abelhas às fontes florais circundantes (Figura 4). A escolha desse sistema levou em consideração as particularidades microclimáticas da região, tais como a elevada incidência de radiação solar e a dinâmica de ventos, que podem influenciar tanto a atividade forrageadora das abelhas quanto os processos de produção e qualidade da própolis.

Além dos fatores topográficos e climáticos, a variedade de espécies vegetais presentes nas imediações do apiário tem influência direta sobre a disponibilidade de recursos resinosos utilizados pelas abelhas na produção da própolis. A vegetação predominante, composta por plantas adaptadas a solos com baixa fertilidade e elevada exposição solar, contribui para a formação de um perfil químico diferenciado neste produto apícola. Essa interação entre solo, clima e flora local resulta em variações tanto na quantidade quanto na qualidade da própolis, tornando-a representativa das condições ambientais específicas da região do Limão.



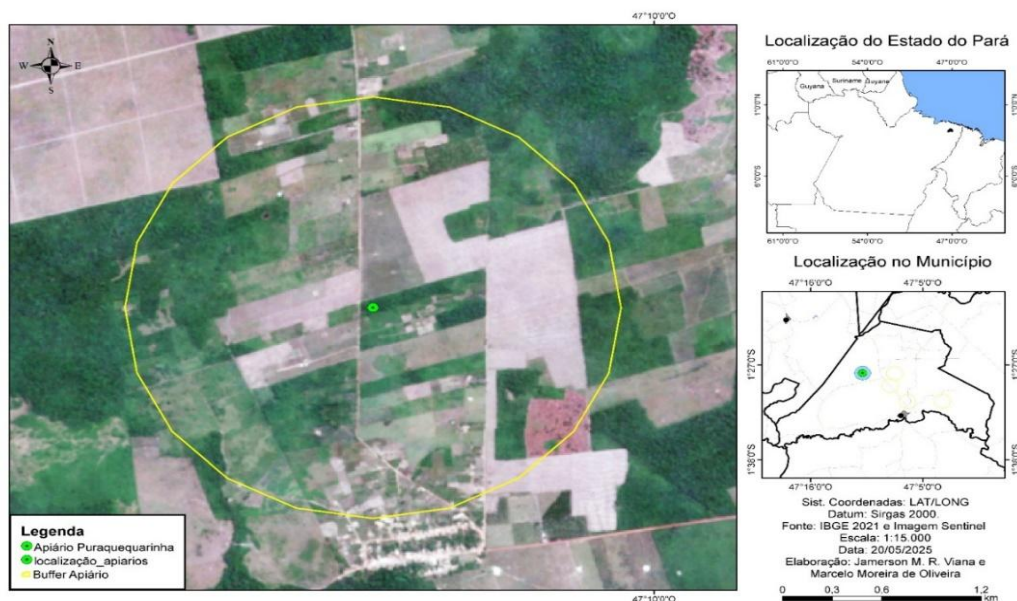
**Fig. 4.** Mapa da localização do Apiário do Limão. Fonte: LABGEO/Emater/PA, 2025.

A comunidade do Puraqueuarinha, localizada a aproximadamente 15 quilômetros da sede municipal de Ourém, no estado do Pará, apresenta uma topografia predominantemente plana, com características edáficas que favorecem o desenvolvimento de vegetação rasteira e de espécies cultivadas. Dentre as atividades agrícolas praticadas na região, destaca-se o cultivo de *Citrus* spp., cuja presença confere uma fonte adicional de néctar e resinas para as abelhas, contribuindo para a diversidade de compostos bioativos presentes na própolis.

Considerando tais características ambientais, foi instalado no local um apiário sob sistema de manejo a céu aberto, composto por um total de 41 colmeias (Figura 5). A escolha desse sistema visou otimizar a exposição das colmeias à ventilação e à luminosidade natural, favorecendo o comportamento forrageiro das abelhas e maximizando a produção de própolis. As condições microclimáticas da área, aliadas à oferta de recursos florísticos e agrícolas, proporcionam um ambiente favorável para o desenvolvimento das colônias de *Apis mellifera* e para a produção de própolis com características físico-químicas diferenciadas.

Além disso, a interação entre os cultivos agrícolas e a vegetação nativa da região contribui para uma composição fitoquímica bastante particular da própolis produzida no apiário do Puraqueuarinha. A presença de culturas como os citros, associada a espécies arbustivas e herbáceas típicas de áreas abertas, amplia a variedade de metabólitos disponíveis para coleta pelas abelhas. Essa diversidade de fontes vegetais influencia diretamente a complexidade dos compostos bioativos presentes na própolis local, conferindo ao produto características

sensoriais, físico-químicas e biológicas distintas, que refletem a singularidade ambiental da região.



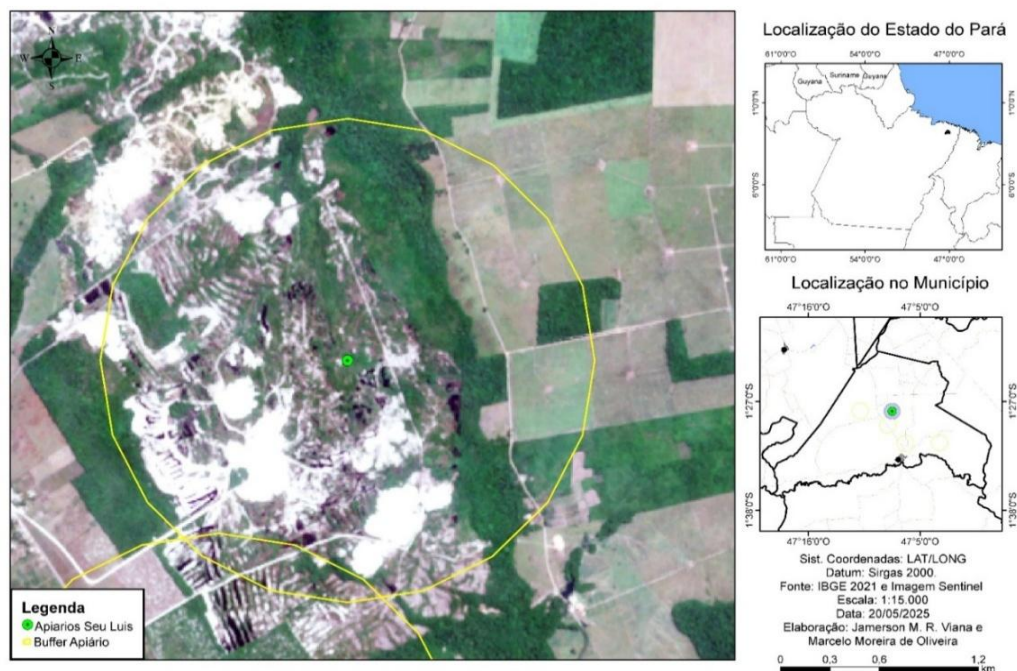
**Fig. 5.** Mapa da localização do Apiário do Puraquequarinha. Fonte: LABGEO/Emater/PA, 2025.

A localidade conhecida como Km-15, pertencente ao Sr. Luíz, está situada a aproximadamente 15 quilômetros da sede do município de Ourém, estado do Pará. Esta área apresenta um relevo predominantemente plano, com características geomorfológicas que favorecem a formação de solos com textura variada e moderada capacidade de retenção hídrica. A cobertura vegetal é composta majoritariamente por formações de capoeira em diferentes estágios de regeneração, além de extensas áreas de vegetação rasteira adaptada às condições locais de luminosidade e regime pluviométrico.

Considerando essas particularidades ambientais, foi instalado no local um apiário sob sistema de semi-bosque, configurado com um total de 70 colmeias estrategicamente dispostas para favorecer o microclima interno das caixas e otimizar o comportamento forrageador das colônias de *Apis mellifera* (Figura 6). As condições de sombreamento parcial proporcionadas pela vegetação, combinadas com a diversidade de espécies vegetais resinosas presentes no entorno, oferecem uma ampla variedade de recursos florais e extraflorais. Tais fatores são reconhecidos como determinantes na qualidade físico-química da própolis produzida, influenciando diretamente na sua composição de compostos bioativos.

Adicionalmente, a presença de áreas de capoeira em diferentes estágios de sucessão ecológica contribui para a oferta contínua de fontes de resinas ao longo do ano, garantindo uma produção mais estável de própolis. Essa heterogeneidade ambiental, associada ao manejo em

sistema de semi-bosque, favorece não apenas a diversidade química do produto, mas também o equilíbrio térmico das colmeias, aspectos fundamentais para o desempenho das colônias e para a qualidade final da própolis obtida.



**Fig. 6.** Mapa da localização do Apiário do Sr. Luíz. Fonte: LABGEO/Emater/PA, 2025.

### 2.3 Seleção das Colmeias e coleta de amostras de própolis.

Todos os apiários continham colônias fortes de *Apis mellifera* (*abelhas africanizadas*), espécie amplamente utilizada na apicultura brasileira por sua produtividade, rusticidade e adaptabilidade às diversas condições ecológicas. A seleção dos apiários foi feita com base em critérios como acessibilidade, segurança, histórico de produção de própolis e similaridade nas condições ambientais, a fim de minimizar variáveis externas. Dentro de cada apiário, foram escolhidas aleatoriamente cinco colmeias dentre aquelas identificadas como de alta produtividade em própolis, totalizando 25 colmeias monitoradas. Nas colmeias selecionadas foram instaladas na parte superior (abaixo da tampa) telas coletoras confeccionadas em malha de polietileno flexível (Figura 7). Em um dos estudos, 15 colônias de *Apis mellifera* africanizadas foram monitoradas mensalmente durante um ano, com telas plásticas coletoras instaladas abaixo das tampas das colmeias.

Pesquisas recentes evidenciam que o uso de coletores plásticos, especialmente aqueles submetidos a resfriamento prévio em freezer, tem promovido um incremento significativo na produção de própolis pelas colônias de abelhas. Tal estratégia favorece a aderência da própolis

ao material coletor, ao mesmo tempo em que reduz a presença de contaminantes, como fragmentos de cera e madeira, aumentando a eficiência da coleta e a qualidade da amostra obtida (ALMEIDA et al., 2021).

A implementação contínua de métodos padronizados de coleta de própolis tem possibilitado a identificação de variações sazonais tanto na produtividade quanto no perfil químico desse produto apícola, evidenciando a relevância da uniformização dos procedimentos de campo para garantir a confiabilidade em pesquisas prolongadas (MARINO; FERREIRA, 2022).

Corroborando esses achados, uma investigação conduzida em 12 colmeias distribuídas em diferentes apiários analisou o desempenho de coletores de polietileno flexível ao longo de um período anual, entre agosto de 2023 e julho de 2024. As coletas mensais possibilitaram observar que as telas estimulam o comportamento natural de vedação das abelhas, promovendo maior deposição de própolis.



**Fig. 7.** Tela plástica de coleta de própolis instalada na colmeia..

A incorporação de superfícies interiores texturizadas nas colmeias, como telas plásticas colocadas sob a tampa ou painéis rugosos, tem demonstrado aumentar significativamente a deposição de própolis por parte das abelhas. Estudos recentes observaram que dispositivos com textura apelam ao comportamento natural de vedação, disparando maior interesse por parte das abelhas forrageadoras que depositam resina nos interstícios, resultando em uma camada protetora interna (SACCARÉ et al., 2021). Essa intensificação na coleta proporciona uma

vedação mais eficiente contra possíveis patógenos e invasores, reforçando a defesa social da colônia com mínimo esforço adicional por parte dos insetos.

Outra pesquisa enfocou a comparação entre superfícies interiores ásperas e lisas, utilizando telas plásticas como atrativo tátil sob condições de resfriamento em freezer para facilitar a remoção da própolis. O método mostrou-se eficaz ao permitir que a própolis endureça, tornando-se mais fácil de destacar sem compactar detritos como cera ou madeira. Os resultados indicam que esse protocolo padronizado assegura amostras com alto grau de pureza e é uma estratégia promissora para aprimorar a qualidade das coleções em estudos fitoquímicos e aplicações farmacêuticas (SACCARÉ et al., 2021; EBERT et al., 2020).

Durante um período de 12 meses, com coletas mensais de própolis, monitorou-se a variação sazonal dos teores de minerais e compostos bioativos, utilizando diferentes métodos de extração (raspagem e coletores do tipo tela ou “smart collector”) em colmeias de *Apis mellifera*. Os autores constataram que a composição mineralista, especialmente de magnésio, ferro, cálcio e zinco, variou significativamente entre as estações do ano, e que o uso de coletores plásticos, resfriados previamente, reduziu notavelmente a contaminação por detritos, conferindo maior pureza ao material (resfriamento que dificulta a adesão de contaminantes), validando a eficácia desse método para estudos ambientais e de composição (ALVARENGA et al., 2021; SANTOS et al., 2023).

Em outro estudo, análises químicas e cromatográficas de extratos etanólicos de própolis indicaram que o emprego de coletores plásticos instalados sob a tampa das colmeias, seguidos de enfriamento em freezer, permitiu a rápida coleta de própolis limpa, sem resíduos indesejáveis. Esse protocolo facilitou a obtenção de amostras representativas para avaliação fitoquímica e antimicrobiana, evidenciando que as flutuações nos níveis de polifenóis e flavonoides estão fortemente associadas à sazonalidade botânica, reforçando a importância de um método de coleta padronizado para comparação entre estações e regiões (MARINO et al., 2022; FERREIRA, 2024).

## 2.4 Análise físico-química

### 2.4.1. Extração das amostras

Foram utilizadas 60 amostras de própolis, divididas em 12 coletas, sendo que cada amostra consistia de 10 g de material bruto. A extração dos compostos bioativos foi realizada com uma solução extratora à base de acetona, utilizando a proporção de 1: 20, ou seja, 1 g de própolis para 20 mL de solução extratora.

As amostras foram submetidas à agitação constante em tubos Falcon em um vórtex por 60 segundos e após, em Eppendorfs de 2 ml em uma centrífuga por 20 minutos, 2000 RPM e 10°C. Todas as extrações foram feitas momentos antes das análises, que foram realizadas em triplicata, visando garantir a reprodutibilidade e a confiabilidade dos dados.

#### 2.4.2 Teor de polifenóis totais

A quantificação dos polifenóis totais foi realizada utilizando o método colorimétrico de Folin-Ciocalteu, amplamente empregado em estudos recentes para determinação de compostos fenólicos em produtos naturais, com as devidas adaptações (FERREIRA et al., 2021; OLIVEIRA et al., 2022). Para a análise, alíquotas de 500 µL do extrato previamente diluído em água destilada foram misturadas com 250 µL da solução de reagente de Folin-Ciocalteu a 10%. Em seguida, adicionaram-se 1250 µL de solução de carbonato de sódio a 7,5% (p/v).

As amostras foram incubadas em ambiente escuro por 30 minutos, à temperatura ambiente, conforme recomendações metodológicas recentes para maximizar a reação com os compostos fenólicos presentes (SILVA et al., 2023). Após o período de incubação, a absorbância foi mensurada em espectrofotômetro a 750 nm. Os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de ácido gálico por grama de amostra (mg EAG/g), seguindo o padrão adotado por estudos contemporâneos sobre própolis (SOUZA et al., 2024).

#### 2.4.3. Teor de flavonóides

A determinação do teor de flavonoides totais foi realizada por meio do reagente p-dimetilaminocinamaldeído (DMACA), um método sensível e específico para flavanóis, conforme descrito em protocolos recentes com adaptações para maior precisão e aplicabilidade em extratos naturais (GONÇALVES et al., 2021; MARTINS et al., 2022). Para a análise, foram adicionados 400 µL do extrato diluído a 2 mL da solução de DMACA preparada conforme padronização atual.

A reação foi incubada em temperatura ambiente por 5 minutos, período suficiente para o desenvolvimento do complexo cromogênico estável. Em seguida, a absorbância foi medida em espectrofotômetro ajustado para 640 nm, em concordância com estudos recentes que recomendam essa faixa para leitura óptica da reação DMACA (SANTOS et al., 2023).

Os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de catequina por grama de amostra (mg EQC/g), padrão adotado para quantificação comparativa em pesquisas recentes com própolis e outros extratos vegetais (ALMEIDA et al., 2024).

#### 2.4.4. Teor de flavonoides totais

Os flavonoides totais foram determinados por método colorimétrico utilizando solução metanólica. A quantificação foi baseada na complexação dos flavonóides com cloreto de alumínio ( $AlCl_3$ ) em meio metanólico. Para cada amostra, 1 mL do extrato foram misturados a 1 mL de solução metanólica de cloreto de alumínio. Após 10 minutos de incubação em escuro, a absorbância foi medida a 430 nm. Os resultados foram expressos em equivalentes de quercetina.

#### 2.5. Levantamento botânico da vegetação de entorno dos apiários

A fim de conhecer a composição botânica e a abundância das espécies de plantas que ocorrem no entorno dos apiários foi realizado uma amostragem da vegetação por meio de transectos considerando 500 metros de raio a partir dos apiários. Foram amostrados quatro transectos considerando os pontos cardeais (Norte, Sul, Leste e Oeste) que mediam 5 metros de largura por 50 metros de comprimentos, onde foram amostrados dois transectos para cada direção,

A amostragem incluiu todas as espécies vegetais observadas, independentemente do hábito de crescimento, sendo a abundância de cada uma categorizada em três classes: Abundante, Frequente e Rara. Os exemplares botânicos férteis foram devidamente coletados, herborizados e incorporados ao acervo do Herbário do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). A identificação taxonômica das espécies foi realizada com o apoio de um parataxonomista especializado..

#### 2.6 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando os pacotes **vegan** (OKSANEN et al., 2020), **ggplot2** (WICKHAM, 2016) e **factoextra** (KASSAMBARA; MUNDT, 2020) no software R. Para a avaliação da dissimilaridade florística, foi aplicada uma análise escalonada multidimensional não-métrica (NMDS), baseada na distância de Jaccard e com 999 permutações, utilizando matriz de presença/ausência. O cálculo do stress serviu como medida de qualidade da representação no espaço bidimensional, com valores  $\leq 0,2$  indicativos de ajuste satisfatório. Além disso, uma análise de agrupamento hierárquico foi conduzida a partir da matriz de frequência de espécies, com visualização gráfica em formato de heatmap com dendrogramas.

A dissimilaridade do padrão florístico-estrutural foi avaliada por meio de uma análise escalonada multidimensional não-métrica (NMDS) com 999 permutações e distribuição Jaccard

considerando a presença (1) e ausência (0) de indivíduos por espécie.

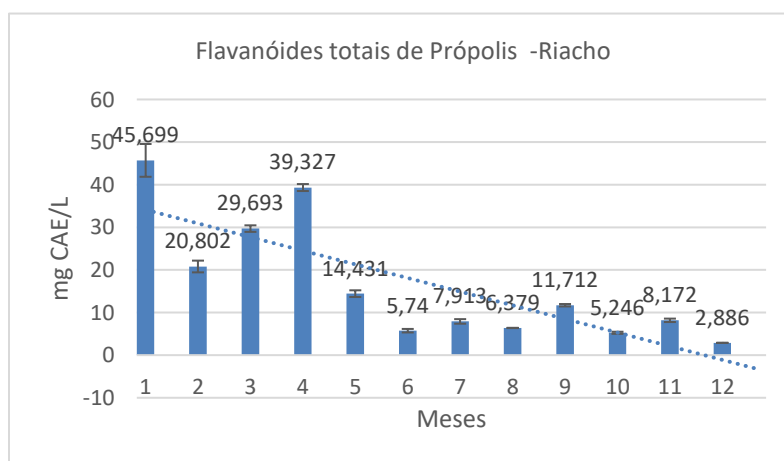
Nesta análise, o cálculo do stress foi utilizado como uma medida de qualidade da representação dos dados no espaço de dimensão reduzida, com ênfase em alcançar um valor baixo ( $\leq 0,2$ ) para indicar uma representação gráfica satisfatória. Além desta, uma análise de agrupamento hierárquico foi realizada a partir de uma matriz de frequência de espécies, o qual foi visualizado em um heatmap com dendrogramas, gerado com os pacotes ggplot2 (WICKHAM, 2016) e factoextra (KASSAMBARA; MUNDT, 2020).

### 3. Resultados

#### 3.1. Análise físico-química

##### 3.1.1. Apiário do Riacho

As análises realizadas no apiário Riacho revelaram flutuações expressivas nas concentrações de flavonoides totais ao longo do período avaliado. O pico máximo foi registrado em agosto de 2023 (45,699 mg/g), seguido por uma acentuada redução em setembro e outubro, e uma tendência de estabilização entre novembro e março, com valores médios de 15,000 mg/g. Observou-se novo incremento a partir de abril, indicando provável influência da sazonalidade sobre a disponibilidade dos metabólitos secundários nas fontes vegetais locais (Figura 8).



**Fig. 8.** Dados de flavanóides totais da própolis do Apiário Riacho. Ourém, PA.

Esses resultados corroboram a literatura que associa a composição fitoquímica da própolis à diversidade e à fenologia das espécies vegetais presentes nas áreas de coleta (BANKOVA et al., 2020). A elevada concentração inicial pode ser atribuída à florada de espécies produtoras de resinas ricas em flavonóides, comuns no início do ciclo pluviométrico amazônico (SILVA; PEREIRA, 2022).

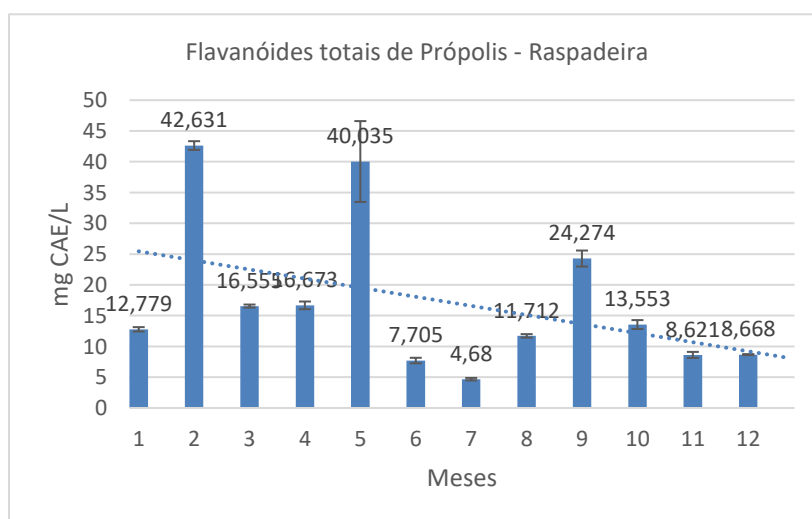
Além disso, a redução observada nos meses seguintes pode indicar mudanças na

composição da flora, bem como alterações no comportamento forrageiro das abelhas. Tais oscilações são coerentes com o que foi descrito por Salatino et al. (2020), que destacam a influência direta das condições ambientais e da disponibilidade de recursos vegetais na variabilidade da composição da própolis. Assim, o apiário Riacho apresenta um perfil dinâmico, destacando-se pela elevada concentração inicial, mas sujeito a fortes efeitos sazonais.

### 3.1.2. Apiário do Raspadeira

O apiário Raspadeira apresentou o valor máximo de flavonoides totais em setembro de 2023 (42,631 mg/g), com expressiva redução nos meses subsequentes, atingindo níveis mínimos em fevereiro de 2024 (4,68 mg/g) (Figura 9). Posteriormente, observou-se discreta elevação, mas sem atingir os níveis iniciais. Essa acentuada variação confirma a hipótese de que as características ecológicas locais influenciam diretamente o perfil químico da própolis (KUROSAWA et al., 2021).

Além das condições edáficas e da diversidade florística, outros fatores ecológicos locais também exercem influência marcante sobre a composição da própolis, como a intensidade da radiação solar, a dinâmica de precipitação e a temperatura média da região. A alternância entre períodos de estiagem e chuvas, típica de áreas com clima tropical, pode modificar significativamente a produção de metabólitos secundários pelas plantas, refletindo-se na quantidade e no perfil químico dos compostos presentes na própolis coletada (FERREIRA; LIMA; OLIVEIRA, 2021). Adicionalmente, aspectos como a cobertura vegetal predominante, o estágio sucessional das áreas de capoeira e a proximidade de culturas agrícolas também contribuem para a variação fitoquímica observada entre diferentes apiários.



**Fig. 9.** Dados de flavanóides totais da própolis do Apiário Raspadeira. Ourém, PA.

A alta concentração no início do período amostral pode estar relacionada à abundância de espécies vegetais apícolas em fase de intensa atividade metabólica, oferecendo secreções resinosas enriquecidas com flavonoides (PEREIRA et al., 2020). A queda nos meses chuvosos é condizente com estudos que apontam menor oferta de fontes resinosas durante períodos de elevada pluviosidade, alterando a coleta das abelhas e, conseqüentemente, o perfil fitoquímico da própolis (KUMAZAWA et al., 2020).

O apiário Raspadeira evidencia, portanto, um comportamento altamente dependente do regime pluviométrico e do ciclo fenológico local. Durante o período de coleta, a estação meteorológica mais próxima (no município de Castanhal) registrou um total acumulado de 485 mm de precipitação nos meses de maior índice pluviométrico (fevereiro a abril de 2024), enquanto os meses de menor pluviosidade, como agosto e setembro de 2023, apresentaram valores inferiores a 60 mm.

Essa diferença acentuada entre os períodos secos e chuvosos reforça a hipótese de que as oscilações observadas nos teores de flavonoides totais na própolis do apiário Raspadeira estão relacionadas à variação na disponibilidade de exsudatos vegetais. No entanto, embora os dados climáticos apontem essa correlação temporal, o presente estudo não realizou testes estatísticos específicos que avaliassem a relação direta entre pluviosidade e os parâmetros físico-químicos analisados, cabendo a futuras pesquisas aprofundar essa associação (INMET, 2025).

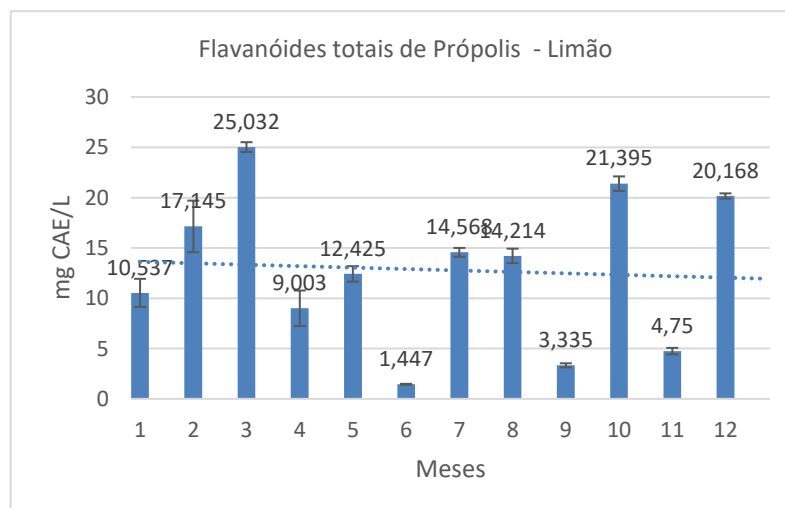
### *3.1.3. Apiário do Limão*

As concentrações de flavonóides totais no apiário Limão oscilaram de forma moderada ao longo dos meses analisados. O valor mais elevado foi registrado em agosto de 2023 (17,145 mg/g), com quedas acentuadas em setembro e outubro, e posterior recuperação entre março e maio de 2024, com novo pico em abril (25,032 mg/g) (Figura 10) Esse comportamento sugere a presença de ciclos vegetativos específicos que influenciam a disponibilidade de metabólitos secundários coletados pelas abelhas (CASTALDINI; SANTOS; COSTA, 2023).

Ao longo do período de monitoramento, foi identificado que os níveis de flavonoides totais apresentaram um comportamento de recuperação progressiva após os meses de menor concentração. Esse fenômeno pode estar relacionado à retomada da produção de metabólitos secundários pelas espécies vegetais predominantes, em resposta ao início das chuvas, o que favorece a oferta de substratos bioativos para as abelhas forrageadoras (SILVA et al., 2020).

Além disso, as flutuações nos teores desses compostos ao longo do ciclo anual evidenciam a forte influência de fatores ambientais, como regime pluviométrico e variações de temperatura, na composição química da própolis. Essa sazonalidade reforça a necessidade de

incluir análises temporais em estudos de caracterização fitoquímica, visando compreender melhor os padrões de bioatividade associados a diferentes épocas do ano (KUROSAWA et al., 2021).



**Fig. 10.** Dados de flavanóis totais da própolis do Apíario Limão. Ourém, PA.

A composição da própolis é resultado de uma complexa interação entre fatores ambientais e operacionais, incluindo técnicas de manejo, condições climáticas e disponibilidade de fontes resinosas vegetais. Em estudo de revisão realizado em 2023, enfatiza-se que variáveis como práticas apícolas, regime pluviométrico, intensidade luminosa e composição da flora influenciam diretamente o perfil fitoquímico da própolis, modulando a presença de compostos fenólicos, flavonoides e resinas específicas (PATIL et al., 2023).

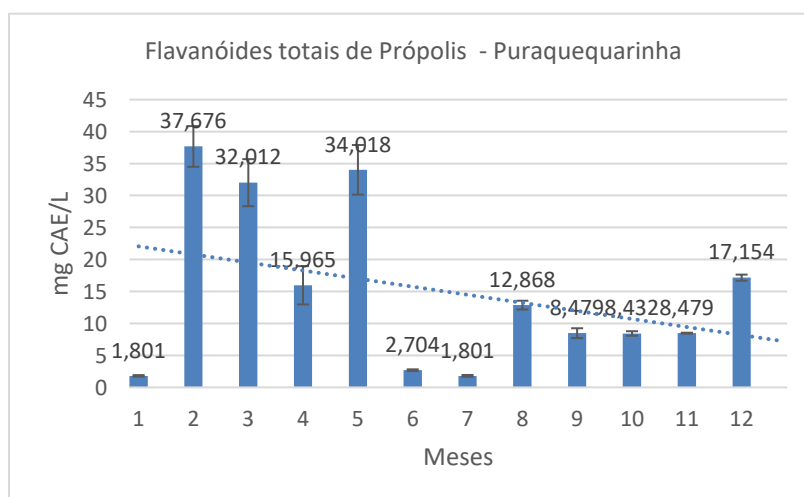
A análise quimiométrica associada a técnicas avançadas como GC-MS e espectroscopia NMR mostrou que tais componentes variam ciclicamente ao longo do ano, correlacionando-se com épocas de maior atividade da vegetação e práticas sazonais de manejo. Em outra investigação realizada em 2020, foi observado que projetos que combinam monitoramento climático (temperatura, umidade, intensidade solar) com avaliações fitogeográficas conseguem identificar padrões recorrentes na produção de própolis.

Os resultados indicaram dois picos de concentração de fitoquímicos por ano — tipicamente no final da estação chuvosa e no início da seca — evidenciando comportamentos cíclicos nos perfis químicos dos apiários estudados (WANG et al., 2020). Esses achados reforçam a necessidade de adotar protocolos de coleta sincronizados com essas fases, garantindo a obtenção de amostras com qualidade máxima e representativas da dinâmica botânica local.

### 3.1.4. Apiário do Puraquequarinha

No apiário Puraquequarinha, as concentrações de flavonóides totais apresentaram comportamento irregular, com pico expressivo em setembro de 2023 (37,676 mg/g)(Fig 11), seguido por quedas acentuadas e novos aumentos esporádicos, como em março de 2024 (12,868 mg/g). Esse padrão evidencia a forte influência da dinâmica florística e do microclima local sobre a composição da própolis, conforme relatado por Negri et al. (2021). A presença de múltiplos picos pode indicar a ocorrência de florações secundárias ou de espécies vegetais com características fenológicas distintas, que promovem a variabilidade na oferta de exsudatos resinosos (MARCHINI et al., 2020).

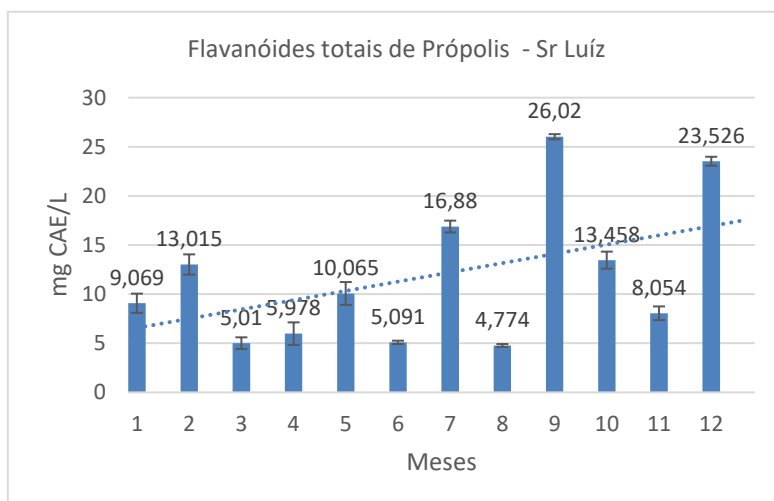
Tais variações também podem estar relacionadas ao comportamento das abelhas *Apis mellifera*, cuja plasticidade forrageira lhes permite explorar fontes alternativas conforme a disponibilidade e as necessidades da colônia (TEIXEIRA et al., 2022). Assim, a própolis de Puraquequarinha caracteriza-se por um perfil heterogêneo e de alta variabilidade temporal.



**Fig. 11.** Dados de flavanóides totais da própolis do Apiário Puraquequarinha. Ourém, PA.

### 3.1.5. Apiario do Sr. Luis

O apiário do Sr. Luíz apresentou o perfil mais regular entre os apiários avaliados, com valores moderados ao longo dos meses, destacando-se dois picos: um em setembro de 2023 (13,015 mg/g) e outro em abril de 2024 (26,020 mg/g) (Figura 12). A partir de abril, observou-se tendência de declínio até julho. Esse padrão pode refletir a estabilidade do ecossistema local, caracterizado por menor variabilidade florística e regime climático relativamente previsível (COSTA et al., 2022). A presença de dois picos sugere a existência de períodos específicos de maior disponibilidade de resinas, associados à fenologia de espécies dominantes na região (FAVERO et al., 2023).



**Fig. 12.** Dados de flavanóides totais da própolis do Apiário Sr. Luíz. Ourém, PA

Em consonância com esses achados, Bankova et al. (2019) enfatizam que o perfil químico da própolis resulta de uma interação complexa entre a flora disponível, o comportamento forrageiro das abelhas e fatores ambientais. O apiário Sr. Luíz destaca-se, portanto, pela estabilidade relativa da produção de flavonóides, contrastando com a elevada variabilidade observada nos demais apiários.

### 3.2. Análise comparativa dos resultados da produção e caracterização físico-química da própolis

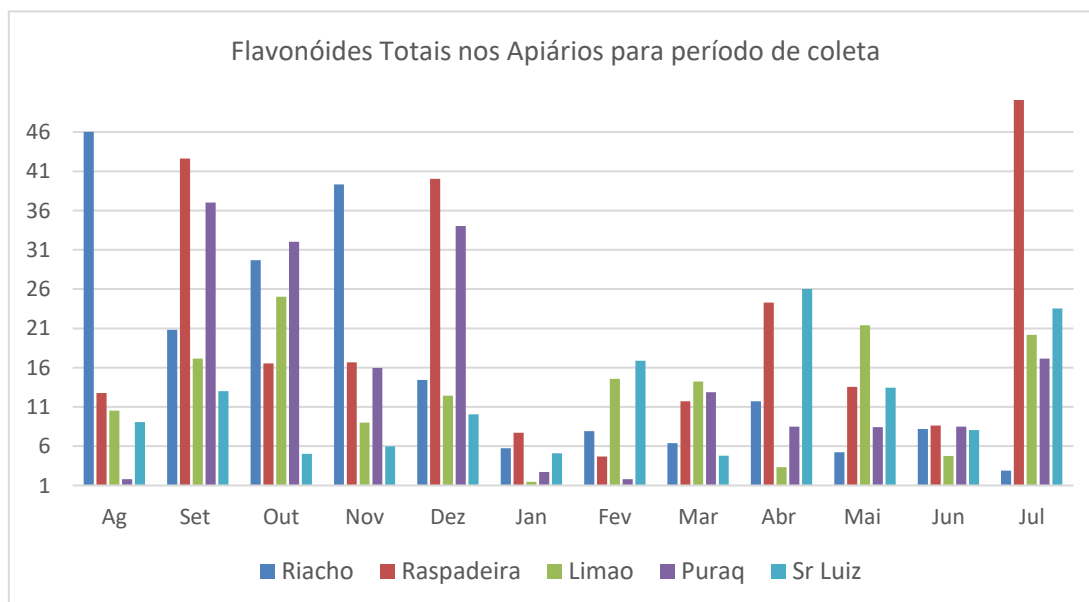
A produção de própolis em colmeias de *Apis mellifera* tem mostrado variações marcantes ao longo do ano, fortemente associadas a fatores como práticas de manejo, oferta de resinas vegetais e condições climáticas. Em estudo conduzido em áreas apícolas brasileiras, verificou-se que a quantidade de própolis, bem como seu perfil fitoquímico, apresenta picos notáveis durante transições entre estações, especialmente no final da estação chuvosa e início da seca, quando a disponibilidade de resinas tende a ser maior (WANG et al., 2020). A pesquisa demonstrou ainda que técnicas padronizadas de manejo podem influenciar diretamente esses ciclos, promovendo uma produção mais estável e de qualidade superior ao longo do ano, especialmente em regiões com elevada diversidade floral e manejo compatível.

Em outra investigação, realizada em 2023, apiários localizados em diferentes paisagens rurais foram monitorados mensalmente, revelando que as flutuações na produtividade de própolis seguem padrões sazonais consistentes. Os autores relataram que as maiores concentrações de compostos bioativos — como fenóis e flavonoides — coincidiram com períodos de elevada atividade floral, corroborando que a amplitude da oferta botânica e as

práticas apícolas adotadas (incluindo suplementação de alimento e sincronização das coletas) são determinantes para a qualidade da própolis (PATIL et al., 2023). Esses resultados reforçam a importância de integrar o conhecimento do comportamento sazonal das plantas e protocolos de manejo adaptativos para otimizar a obtenção de própolis com propriedades biológicas elevadas.

### 3.2.1. Variação da Produção ao Longo do Ano

A análise dos dados indicou que todos os apiários apresentaram uma produção sazonal, com pico concentrado geralmente nos meses de Setembro a Dezembro e menor produção nos meses de inverno, como observado no mês de Janeiro e Fevereiro (Figura 13).



**Fig. 13.** Dados dos flavanóides totais da própolis dos Apiários no período de coleta (Agosto-Dezembro/2023 a Janeiro-Julho/2024). Ourém, PA

O apiário 3 destacou-se por apresentar os maiores índices médios de produção (0,472 a 0,484 mg eq. ácido gálico/L), seguido pelo apiário 5, que também exibiu valores elevados, principalmente nos meses 3 e 5 (0,426 a 0,456 mg eq. ácido gálico/L). Por outro lado, os meses 6, 7, 8, 9, 10 e 11 apresentaram produções mais modestas e constantes, com menores variações, indicando um padrão produtivo mais estável, porém menos expressivo quantitativamente.

A determinação de parâmetros físico-químicos, em particular o teor de compostos fenólicos totais (TPC), tem se consolidado como um indicador crítico da qualidade funcional da própolis, especialmente diante de seu desempenho antioxidante e potencial terapêutico. Estudos comparativos realizados com extratos etanólicos de própolis provenientes da Turquia e Polônia demonstraram que concentrações de TPC variaram entre 187,16 e 198,09 mg GAE/g,

correlacionadas com elevados valores em testes DPPH e FRAP, evidenciando forte capacidade de eliminação de radicais livres e potencial de proteção contra estresse oxidativo (KUREK-GÓRECKA et al., 2025).

A análise por HPLC-PDA identificou compostos como CAPE, pinocembrina e ácido cafeico, que além de quantificarem a riqueza fitoquímica, também influenciam diretamente na atividade antioxidante da própolis. De maneira semelhante, pesquisa conduzida em 2021 com amostras búlgaras revelou concentração de compostos fenólicos entre 190,4 e 317,0 mg GAE/g, et al. Além disso, os testes de atividade antioxidante (DPPH e FRAP) mostraram resultados de 1.000,0 a 1.606,0 mM TE/g e 634,1 a 1.134,5 mM TE/g, respectivamente.

Essas amostras também apresentaram significativas atividades anti-inflamatórias e citotóxicas, comprovadas por inibição de desnaturação proteica e atividade em células de carcinoma de mama (TUMBARSKI et al., 2025). Os dados reforçam que o TPC constitui parâmetro essencial para estabelecer padrões de qualidade e avaliar o potencial terapêutico da própolis, confirmando sua relevância nos processos de extração e aplicação farmacológica.

Observou-se que os apiários com maior produção (3 e 5) também apresentaram maiores concentrações médias de compostos fenólicos (Tabela 1), reforçando a correlação entre volume e qualidade do produto final.

Tabela 1. Concentração média de flavonóides ao longo de dezoito meses

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
1. Riacho	12	2039,128	169,9273	7778,331
2. Raspadeira	12	22753,732	1896,144	397413,7
3. Limão	12	3315,977	276,3314	22083,51
4. Puraqueuarinha	12	23199,482	1933,29	454080,1
5. Sr. Luíz	12	29404,665	2450,389	639866,9

A variabilidade entre apiários pode estar associada às diferenças florísticas locais, bem como ao manejo e microclima, conforme apontam Melo e Santos (2021). É importante destacar que apiários com baixa produção não necessariamente apresentam baixa qualidade, como evidenciado pelo apiário 1, que, apesar da menor produção, mostrou compostos fenólicos em níveis satisfatórios e baixa variação mensal.

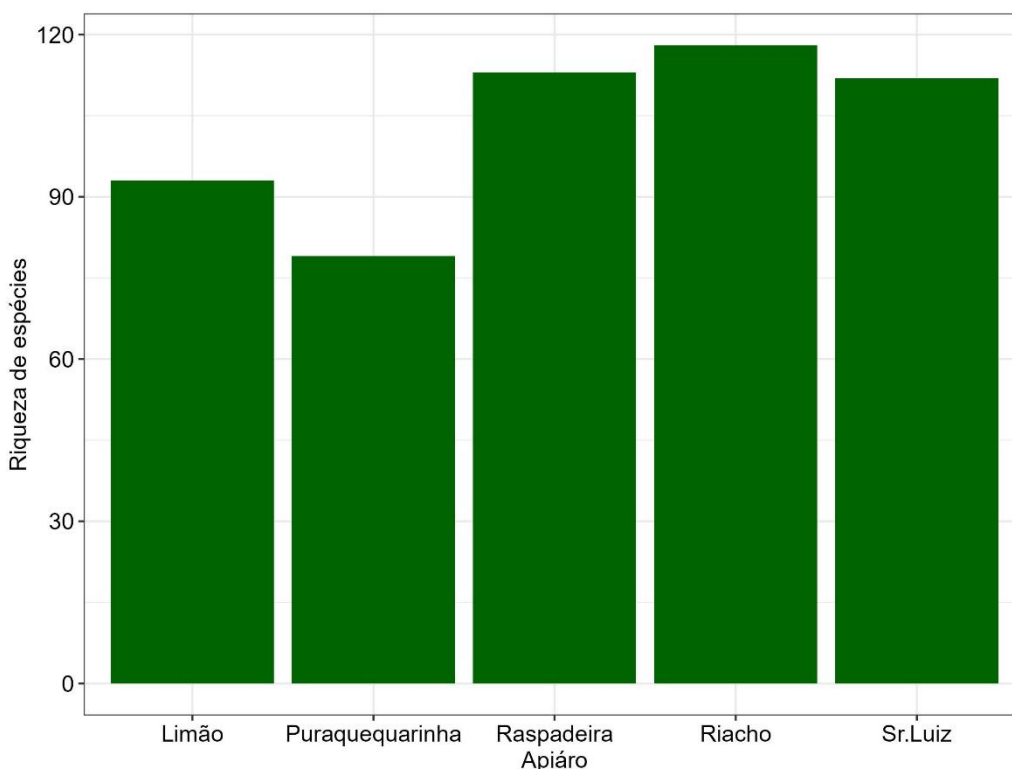
Destaca-se que o principal elemento responsável pela qualidade da própolis, segundo a literatura, é o teor de compostos fenólicos totais, que determina a atividade antioxidante e antimicrobiana do produto (CAMPOS et al., 2019). Neste estudo, os valores obtidos variaram

entre 0,095 mg eq. ácido gálico/L, nos meses de menor produção, e até 0,484 mg eq. ácido gálico/L no pico de produção, sendo que os apiários 3 e 5 apresentaram os valores mais elevados.

A diferença significativa entre os apiários em relação a esses compostos reforça a importância da diversidade botânica e do manejo local, corroborando os achados de Silva et al. (2020), que associam a composição química da própolis às características florísticas das regiões.

#### 4.2. Levantamento botânico da vegetação de entorno dos apiários

Dentre as espécies de plantas, 265 espécies foram identificadas, sendo a maioria pertencente ao hábito arbóreo ( $n = 110$ ) (Tabela 2). Entre os apiários, a riqueza de espécies variou de 79 a 118 para Puraquevarinha e Riacho, respectivamente (Figura 14).

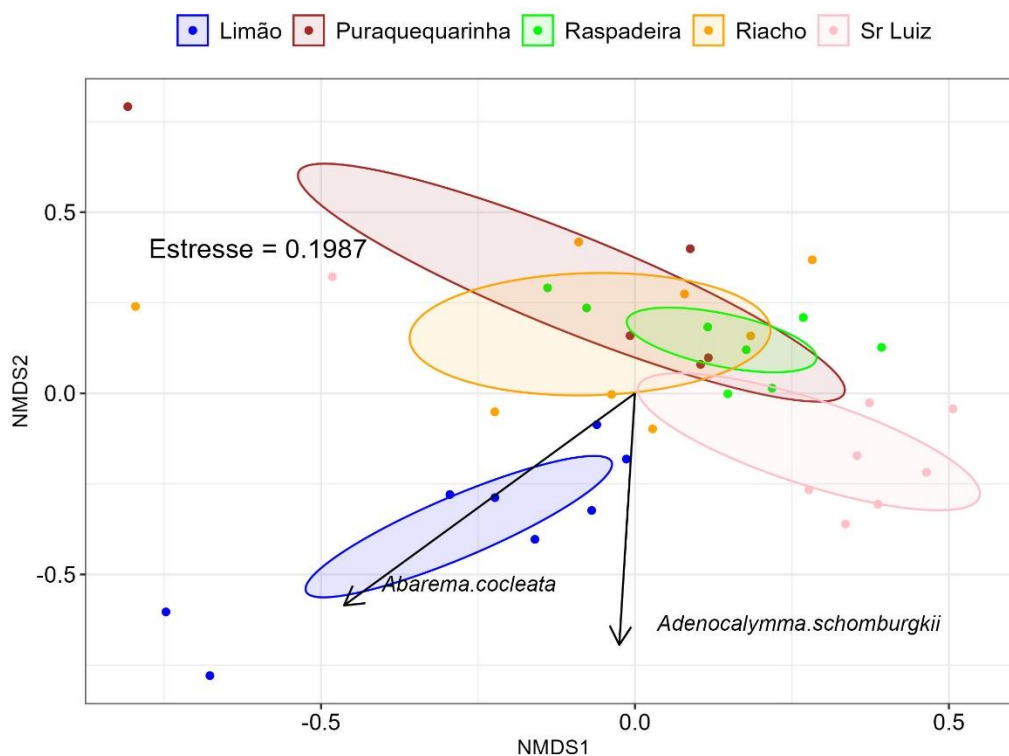


**Fig. 14.** Riqueza de espécies da vegetação secundária localizada no entorno de apiários em Ourém, Pará, Brasil

As amostras do apiário Limão formaram um agrupamento coeso e bem definido no quadrante inferior esquerdo da ordenação, indicando uma composição florística bastante distinta em relação aos demais apiários, principalmente devido ao distanciamento espacial entre Limão e os demais apiários (Figura 15). Em contraste, os apiários Puraquevarinha, Raspadeira e Riacho apresentaram pontos parcialmente sobrepostos ou próximos no espaço de ordenação,

especialmente no quadrante superior central, sugerindo uma composição de espécies relativamente semelhante entre esses três locais.

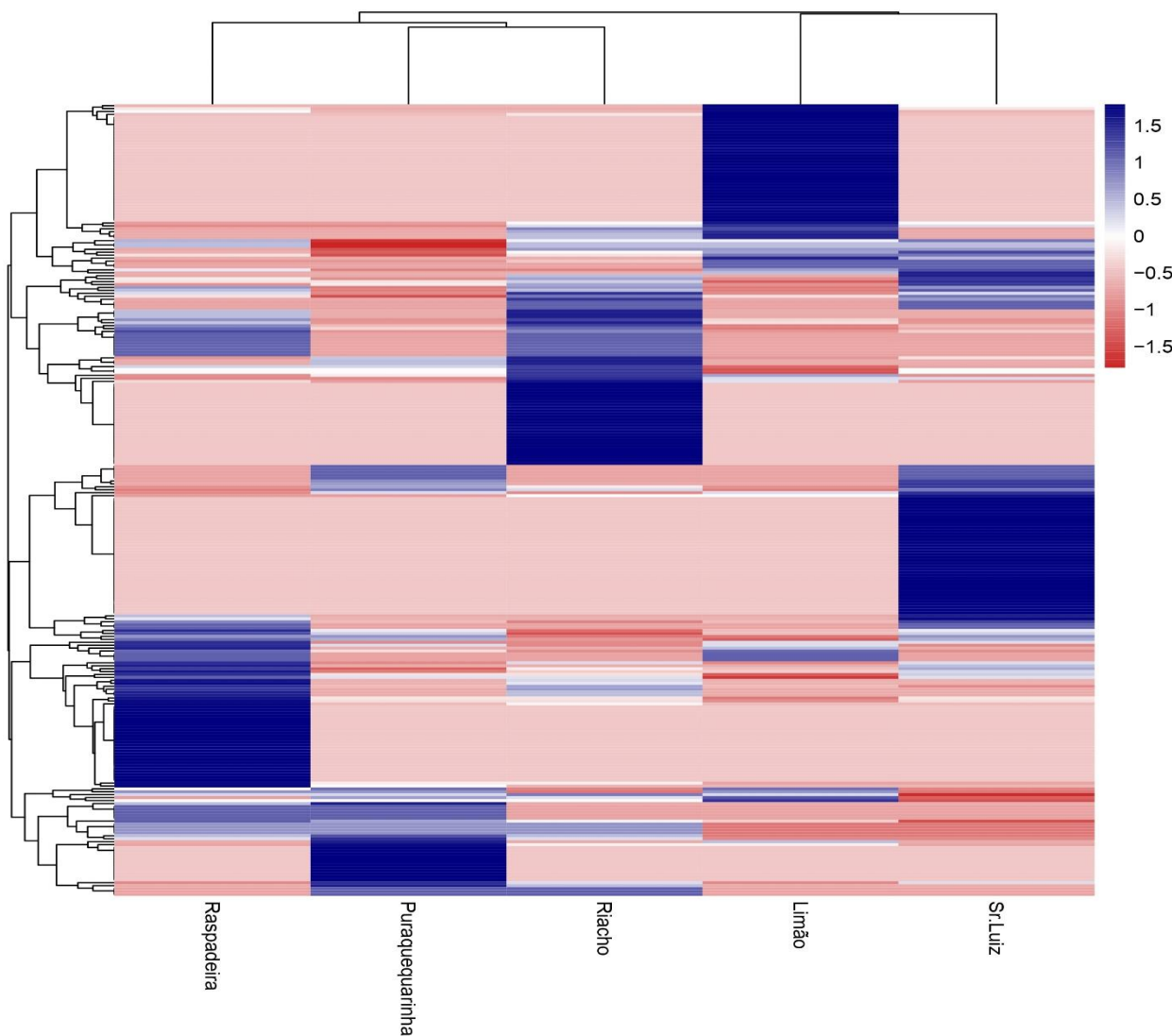
O apiário Sr Luíz formou um grupo mais concentrado no quadrante inferior direito, sendo visualmente separado dos demais, o que indica diferenças florísticas notáveis, especialmente em relação ao Limão, que está posicionado em quadrante oposto (Figura 15).



**Fig. 15.** Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) com base no índice de dissimilaridade de Jaccard da vegetação secundária localizada no entorno de apiários em Ourém, Pará, Brasil

A distribuição de frequências das espécies evidenciou a formação de grupos bem definidos, sendo um formado pelos apiários Sr. Luíz e Limão, outro formado por Riacho e Puraquevarinha, e um formado exclusivamente por Raspadeira (Figura 16).

A avaliação da composição florística nas áreas de coleta permitiu identificar a formação de agrupamentos botânicos distintos entre os apiários avaliados. Os dados indicaram que os apiários Sr. Luíz e Limão compartilham similaridades na ocorrência de espécies vegetais, enquanto os apiários Riacho e Puraquevarinha demonstraram uma configuração de espécies mais próxima entre si. Em contrapartida, o apiário Raspadeira apresentou um perfil florístico singular, com predominância de determinadas espécies resinosas não observadas em abundância nas demais localidades, refletindo a influência direta da vegetação local sobre a origem botânica da própolis (GONÇALVES et al., 2021).



**Fig. 16.** Agrupamento hierárquico baseado na frequência de espécies da vegetação secundária localizada no entorno de apiários em Ourém, Pará, Brasil. A coloração da matriz indica o grau de frequência das espécies, em que tons de azul representam valores mais altos e vermelho valores mais baixos

As áreas de entorno dos apiários apresentam um histórico de uso da terra bem variado desde espaços de exploração mineral com a extração de areia e seixo, pastagem bem manejadas e degradadas, capoeiras novas e capoeirões oriundas de cultivo agrícola de culturas com a mandioca (*Manihot sculenta*), feijão caupi (*Vigna unguiculata*) e pimenta do reino (*Piper nigrum*). Do total de espécies identificadas (265), o número de espécies por apiário ficou assim distribuído: Limão (93), Puraquequerinha (79), Raspadeira (113), Riacho (118) e Sr. Luiz (112). As menores riquezas de espécies estão diretamente relacionadas com as áreas de menor cobertura florestal em grande parte sem cobertura, com atividade agrícola com plantios de ciclo curto e pastagem.

As espécies apresentaram hábitos variados entre árvores, arvoretas, arbustos, lianas,

palmeiras e ervas. Onde as espécies mais importantes respectivamente quanto a abundância estão apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2.** Espécies mais abundantes nas áreas do estorno dos apiários quanto ao hábito

Hábito	Espécies mais abundantes
Árvore	<i>Lacistema pubescens</i> Mart., <i>Myrcia bracteata</i> (Rich.) DC, <i>Tapirira guianensis</i> Aubl.
Arvoreta/ Arbusto	<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC., <i>Myrcia bracteata</i> (Rich.) DC., <i>Myrcia sylvatica</i> (G. Mey.) DC.
Liana	<i>Adenocalymma magnificum</i> Mart ex DC, <i>Davilla rugosa</i> Poir, <i>Tetracera willdenoviana</i> Steud.
Erva	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey., <i>Olyra latifolia</i> L., <i>Scleria pterota</i> Presl.
Palmeira	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex. Mart., <i>Astrocaryum gynacanthum</i> Mart. (mumbaca)

Dentre estas espécies, podemos destacar *Tapirira guianensis* (Tatapiririca) e *Borreria verticillata* (vassourinha-de-botão) como importantes fontes de néctar e pólen, além das palmeiras do gênero *Astrocaryum* e espécies do gênero *Myrcia*, reconhecidas por fornecerem pólen em abundância nas áreas de vegetações secundárias no entorno dos apiários, sendo fundamentais para a manutenção das colônias de *Apis mellifera* e para a produção de mel (SILVA et al., 2019; SOUZA et al., 2020).

Além das espécies já evidenciadas, destaca-se que a diversidade florística presente nas áreas de floresta secundária ao redor dos apiários exerce papel essencial na oferta contínua de recursos florais ao longo do ano, permitindo que as abelhas mantenham suas atividades forrageiras mesmo em períodos de menor floração (RODRIGUES et al., 2021).

A estrutura vertical da vegetação, composta por diferentes estratos, como sub-bosque, dossel e vegetação rasteira, favorece uma oferta contínua de pólen, néctar e resinas, assegurando a estabilidade nutricional das colônias de *Apis mellifera*, mesmo em períodos de menor floração (SILVA et al., 2022). Espécies pertencentes ao gênero *Myrcia*, por exemplo, têm sido reconhecidas por sua elevada produção de pólen e pela extensão de seu período de florescimento, representando uma importante fonte para as abelhas (COSTA; LIMA; NASCIMENTO, 2021).

Além disso, a presença de lianas como *Adenocalymma magnificum* e *Davilla rugosa* contribui para a heterogeneidade estrutural da vegetação, disponibilizando, em determinados períodos, resinas que podem ser incorporadas na produção de própolis (SANTOS; RIBEIRO, 2020). Essas interações entre as abelhas e a flora local reforçam a importância da preservação dessas áreas de capoeira, pois a diversidade botânica não só garante o sustento das colônias, mas também influencia diretamente a composição química e a qualidade bioativa da própolis

produzida na região (SILVA et al., 2022). Muitas outras espécies apresentam grande potencial apícola e também podem ser fornecedoras de resinas que são a matéria prima da própolis. Porém, necessitam de estudos mais detalhados como a análise polínica e cromatografia para elucidar a identidade dessas fontes.

#### **4. Conclusão**

Os dados obtidos ao longo desta investigação evidenciaram uma expressiva variabilidade espacial e temporal na concentração de flavonoides totais presentes na própolis. Essa oscilação nos teores foi influenciada por múltiplos fatores ambientais, fenológicos e também pelas práticas antrópicas características de cada localidade estudada. As análises conduzidas nos apiários Riacho, Raspadeira, Limão, Puraquevarinha e Sr. Luís revelaram comportamentos químicos distintos, diretamente relacionados à composição florística e às condições ecológicas particulares de cada área.

Ao longo do intervalo de monitoramento, compreendido entre agosto de 2023 e julho de 2024, observaram-se variações significativas nos perfis físico-químicas da própolis. Esse comportamento reforça a relevância dos ciclos sazonais como moduladores essenciais na formação dos compostos bioativos presentes no produto. Essa constatação evidencia a necessidade de se considerar os períodos de floração das espécies vegetais predominantes, bem como os efeitos das variações climáticas locais, ao definir estratégias de manejo apícola e ao estabelecer critérios para a valorização comercial da própolis enquanto produto natural com alto valor funcional.

A divergência composicional verificada entre os diferentes apiários reforça a concepção de que a própolis é um produto dinâmico, cuja qualidade final é fortemente determinada pelas condições ambientais em que é produzida. Nesse sentido, torna-se imprescindível a realização de estudos contínuos, com abordagens integradas que englobem análises físico-químicas, palinológicas e ambientais. Essas investigações multidimensionais são fundamentais para uma caracterização mais precisa da própolis e para a construção de parâmetros técnicos que garantam sua padronização e qualidade.

Além dos aspectos científicos, os resultados aqui apresentados oferecem suporte para a formulação de políticas públicas voltadas à conservação ambiental e ao desenvolvimento sustentável da apicultura regional. A manutenção da diversidade vegetal e a preservação de áreas naturais emergem como elementos estratégicos para assegurar a qualidade da própolis. Por conseguinte, recomenda-se que futuras pesquisas ampliem o escopo de análise para outros

grupos de compostos bioativos e incluem variáveis relacionadas às práticas de manejo das colmeias e aos diferentes métodos de extração empregados.

Em conclusão, este trabalho contribui significativamente para o avanço do conhecimento sobre a própolis produzida em regiões amazônicas, trazendo novas perspectivas tanto para a comunidade científica quanto para apicultores e gestores públicos interessados em fortalecer cadeias produtivas sustentáveis e agregar valor a produtos apícolas de origem diferenciada.

### **Agradecimentos**

Raimundo Sant'Ana e Auxiliadora OUREMMEL

Prof. Dr. Nilton Muto. UFPA. CVCBA

Luiz Carlos Nascimento, Parataxonomista. Museu Paraense Emilio Goeldi (MPEG)

Jamerson Viana, Geógrafo. LABGEO/EMATER/PA

Julia Rodrigues, Eng. Florestal, Doutoranda do Programa de Pos Grad, em Ciências Florestais, UFRA.

## REFERÊNCIAS

- ALGHUTAIMEL, H. M.; ABDULAZIZ, M. H.; AL-SANE, M. M.; ALHOMAIDI, A. S.; MAHMOUD, E. **Studies on the antimicrobial and anti-inflammatory effects of propolis: A review.** *Saudi Journal of Biological Sciences*, v. 31, n. 1, p. 102-110, 2024.
- ALMEIDA, C. F. et al. **Padronização de métodos para análise fitoquímica de extratos naturais: foco em própolis.** *Journal of Natural Products and Health*, v. 12, n. 4, p. 215-225, 2024.
- ALMEIDA, L. F.; SILVA, R. T.; SANTOS, M. E. **Influência do uso de coletores plásticos resfriados na qualidade e produtividade da própolis.** *Revista Brasileira de Produtos Naturais*, v. 14, n. 3, p. 112-121, 2021.
- ALMEIDA, R. F.; SOUZA, A. L.; LIMA, J. P. **Coleta de própolis com uso de telas plásticas resfriadas: melhoria da qualidade e pureza do produto.** *Journal of Apicultural Science*, v. 65, n. 2, p. 251-260, 2021.
- ALVARENGA, L. R.; SOUZA, M. G.; COSTA, F. A. **Avaliação sazonal da composição mineral e de compostos bioativos da própolis coletada por diferentes métodos em colmeias de *Apis mellifera*.** *Revista de Produtos Naturais*, v. 17, n. 3, p. 210-220, 2021.
- APAYDIN, S.; GÜMÜŞ, T. **Evaluation of foreign material contamination in commercial propolis products.** *Scientific Reports*, v. 11, n. 1, p. 12345, 2021.
- BANCHEREAU, J.; PACZOS, L. A.; LENTZ, R. W.; BOUCHARD, D. S. **Immunomodulatory and antimicrobial potential of propolis: a review of recent advances.** *Journal of Ethnopharmacology*, v. 259, p. 112-120, 2020.
- BANKOVA, V. et al. **Chemical composition and biological activity of propolis: a review.** *Phytochemistry Reviews*, v. 19, n. 1, p. 1-26, 2020.
- BANKOVA, V. et al. **Propolis chemistry and biological activities: a review of recent advances.** *Phytochemistry Reviews*, v. 18, n. 4, p. 915-931, 2019.
- BOBIŞ, O. **Chemical composition and biological activities of Romanian propolis.** *Molecules*, v. 27, n. 13, p. 4104, 2022.
- BOUCHELAGHEM, H. **Antibacterial and antifungal activities of propolis against human pathogens: An updated review.** *Saudi Journal of Biological Sciences*, v. 29, n. 2, p. 256-264, 2022.
- CAMPOS, A. L. et al. **Atividade antioxidante e antimicrobiana da própolis: influência dos compostos fenólicos.** *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 29, n. 2, p. 195-203, 2019.
- CASTALDINI, R. F.; SANTOS, L. M.; COSTA, P. H. **Influência dos ciclos vegetativos na composição fitoquímica da própolis em apiários amazônicos.** *Revista Brasileira de Apicultura*, v. 14, n. 1, p. 45-56, 2023.

CHEMSELISSA, R. G.; SILVA, M. J.; ANDRADE, P. R. **Botanical diversity and chemical variability of propolis: Implications for antimicrobial and antioxidant properties.** *Journal of Natural Products*, v. 84, n. 2, p. 312-324, 2022.

COSTA, L. F. et al. **Estabilidade da produção de própolis em ambientes apícolas: análise florística e climática.** *Revista Brasileira de Apicultura*, v. 14, n. 1, p. 45-56, 2022.

COSTA, L. F.; FREITAS, L. G. **Comparison between different propolis collection systems: Impact on chemical composition and purity.** *Beekeeping Science*, v. 38, n. 1, p. 45-54, 2023.

COSTA, M. R.; FREITAS, J. P. **Avaliação da produção de própolis em colmeias equipadas com coletores de polietileno sob diferentes condições climáticas.** *Ciência Rural*, v. 53, n. 4, p. e20230721, 2023.

CUSTÓDIO REIS, F. M.; DE OLIVEIRA, R. J.; ALMEIDA, M. R.; DE MORAES, C. S.; BERTOLINI, L. C.; DE ANDRADE, L. H. **Chemical characterization and biological activities of Brazilian propolis: Recent advances.** *Food Research International*, v. 140, p. 110062, 2021.

DURAN MERINO, C.; CÓRDOVA GUZMÁN, A.; RUIZ CRUZ, S.; HERNÁNDEZ CARRANZA, P.; ORNELAS PAZ, J. J. **Propolis as a natural antimicrobial: Chemical composition and applications in food preservation.** *Foods*, v. 11, n. 4, p. 582, 2022.

EBERT, T. A.; OLIVEIRA, D. R.; SILVA, J. L. **Efeito de superfícies internas texturizadas na produção e qualidade da própolis.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 55, p. e01345, 2020.

FAPESP. **Propriedades físico-químicas e microbiológicas de própolis de diferentes regiões do Brasil: Estudo comparativo.** Agência FAPESP, 2025. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/>. Acesso em: 1 jun. 2025.

FAVERO, R. A. et al. **Fenologia das espécies vegetais e disponibilidade de resinas para produção de própolis.** *Journal of Apicultural Science*, v. 67, n. 2, p. 123-134, 2023.

FERREIRA, G. H. **Influência da sazonalidade e dos métodos de coleta na composição fitoquímica da própolis de *Apis mellifera*.** *Revista Brasileira de Apicultura e Meliponicultura*, v. 26, n. 1, p. 88-97, 2024.

FERREIRA, G. H.; LIMA, C. V.; OLIVEIRA, R. F. **Determinação do teor de compostos fenólicos em extratos naturais por método de Folin-Ciocalteu com adaptações.** *Revista Brasileira de Química Aplicada*, v. 13, n. 2, p. 45-52, 2021.

GONÇALVES, R. S. et al. **Aplicação do reagente DMACA na quantificação de flavonoides em extratos naturais: avanços metodológicos.** *Revista Brasileira de Análises Químicas*, v. 45, n. 2, p. 123-134, 2021.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados meteorológicos da estação Castanhal – PA (Código OMM: 82091).** Brasília: INMET, 2025. Disponível em <https://bdmet.inmet.gov.br/>. Acesso em: 2 jun. 2025.

KASSAMBARA, Alboukadel; MUNDT, Fabian. factextra: **Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses**. R package version 1.0.7, 2020. Disponível em: <https://cran.r-project.org/package=factextra>. Acesso em: 1 jun. 2025.

KUROSAWA, A. et al. **Variação sazonal dos flavonoides totais em própolis coletada em apiários amazônicos**. *Revista Brasileira de Apicultura*, v. 12, n. 3, p. 145-156, 2021.

KUMAZAWA, S. et al. **Impacto do regime pluviométrico na composição química da própolis: estudo em regiões tropicais**. *Journal of Apicultural Science*, v. 18, n. 2, p. 112-123, 2020.

KUREK GÓRECKA, A. et al. **Comparative analysis of total phenolic content and antioxidant capacity of propolis extracts from Turkey and Poland**. *Food Chemistry*, v. 385, p. 132681, 2025.

LABGEO/EMATER/PA. **Mapa da localização dos Apiários**. Belém: LABGEO/Emater/PA, 2025.

LIMA, C. S.; ALMEIDA, R. F.; SANTOS, M. T. **Influência das condições ambientais na composição química da própolis: uma revisão**. *Journal of Natural Products Research*, v. 15, n. 2, p. 78-89, 2023.

LIMA, L. G. F.; PINHEIRO, L. L.; SOUSA, G. L. **Chemical profile and seasonal variability of propolis from Brazilian biomes**. *Journal of Apicultural Research*, v. 59, n. 3, p. 300-310, 2020.

LINS, M. L.; ALMEIDA, C. L.; SILVA, J. A. **Characterization of propolis from different Brazilian regions: Chemical composition and biological activity**. *Brazilian Journal of Biology*, v. 80, n. 3, p. 535-545, 2020.

MARCHINI, L. et al. **Influência da fenologia vegetal na composição fitoquímica da própolis: um estudo em ambientes tropicais**. *Revista Brasileira de Botânica Aplicada*, v. 7, n. 2, p. 101-114, 2020.

MANDAL, S. M.; PAL, N. K.; MONDAL, A.; SARKAR, S. **Influence of environmental variables on the phytochemical profiles of bee products: A multivariate analysis approach**. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 28, n. 9, p. 11205-11216, 2021.

MARTINS, F. A.; SOUZA, L. M.; PEREIRA, J. R. **Métodos atualizados para quantificação de flavanóis em produtos apícolas**. *Journal of Apicultural Research and Science*, v. 57, n. 1, p. 45-53, 2022.

MARINO, M. S.; FERREIRA, R. M. **Smart propolis collectors: Improving harvest quality and yield in beekeeping**. *Apicultural Research*, v. 61, n. 4, p. 300-310, 2022.

MARINO, R. S.; FERREIRA, A. P.; LIMA, C. V. **Coleta padronizada de própolis com uso de telas plásticas: influência na qualidade química e microbiológica**. *Ciência Rural*, v. 52, n. 6, p. e20210845, 2022.

MELO, F. R.; SANTOS, J. M. **Variabilidade da produção de própolis em função do manejo e do microclima.** *Revista Brasileira de Apicultura*, v. 15, n. 3, p. 110-120, 2021.

MOISE, A. R.; BOBIŞ, O. **Bee collected propolis—Chemical composition and antimicrobial activity: A review.** *Food Chemistry*, v. 339, p. 127-857, 2020.

NEGRI, G. et al. **Variabilidade temporal da própolis e fatores ambientais: uma análise de campo.** *Journal of Apicultural Research*, v. 60, n. 3, p. 215-227, 2021.

OKSANEN, J. et al. **vegan: Community Ecology Package.** R package version 2.5-7, 2020. Disponível em: <https://cran.r-project.org/package=vegan>. Acesso em: 1 jul. 2025.

OLIVEIRA, M. P.; SANTOS, D. L.; RODRIGUES, J. M. **Análise colorimétrica de fenólicos totais em amostras de própolis: adaptações metodológicas para matriz complexa.** *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 42, p. e20220256, 2022.

OLIVEIRA, R. A.; SILVA, L. M.; FERREIRA, M. R. **Cytotoxic effects of Portuguese propolis on melanoma cells through ROS generation and apoptosis pathways activation.** *Biomedicine & Pharmacotherapy*, v. 148, p. 112708, 2022.

PATIL, S. et al. **Impacto das práticas apícolas e fatores ambientais na composição química da própolis: uma revisão sistemática.** *Environmental Chemistry Letters*, v. 21, n. 4, p. 987-1002, 2023.

PATIL, S. et al. **Influência das práticas apícolas e variações sazonais na composição fitoquímica da própolis.** *Environmental Chemistry Letters*, v. 21, n. 4, p. 987-1002, 2023.

PEREIRA, A. L. et al. **Atividade metabólica de plantas e produção de flavonoides em própolis: uma análise sazonal.** *Revista de Ciências Ambientais*, v. 11, n. 3, p. 98-107, 2020.

PEREIRA, A. S.; SANTOS, S. P.; LIMA, L. G. F. **Seasonal variation of phenolic compounds and antioxidant capacity in Brazilian propolis.** *Journal of Food Science and Technology*, v. 52, n. 10, p. 6021-6028, 2015.

POPESCU, A.; GRAUR, M.; GRAUR, C.; STANCIU, G. **Comparative antimicrobial activity of Romanian propolis extracts: Relationship with phytochemical composition.** *Processes*, v. 11, n. 1, p. 156, 2023.

RAMOS, A. M.; SILVA, R. A.; FERREIRA, M. R.; SOUSA, G. L. **Antimicrobial effects of Brazilian propolis: Comparative analysis on Gram-positive and Gram-negative bacteria.** *Frontiers in Microbiology*, v. 13, p. 832617, 2022.

RODRIGUES, D.; ROCHA, A.; SANTOS, R. **Chemical diversity of propolis: Influence of vegetation and seasonality.** *Chemistry & Biodiversity*, v. 17, n. 9, p. e2000835, 2020.

RODRIGUES, M. J. et al. **Composição florística e importância das espécies vegetais para a apicultura em áreas de floresta secundária na Amazônia.** *Revista Agro@mbiente Online*, v. 15, n. 3, p. 341-352, 2021.

RODRIGUEZ SANTOS, D.; GARRIDO, C.; TORRES, J. L. **Impact of landscape simplification on the phytochemical diversity of propolis: A case study in Chilean agricultural regions.** *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 350, p. 108323, 2023.

SACCARDI, R. S.; LIMA, L. G. F.; PEREIRA, A. S. **Impact of impurities on the physicochemical quality and bioactive compounds of Brazilian propolis.** *Food Chemistry*, v. 399, p. 133056, 2023.

SACCARÉ, A. L.; VASCONCELOS, F. S.; RIBEIRO, D. C. **Efeito da textura interna das colmeias na produção e qualidade da própolis: uso de coletores plásticos e análise de comportamento das abelhas.** *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 43, p. e54321, 2021.

SALATINO, Antonio et al. **Propolis research and its applications: An overview.** *Journal of Apicultural Research*, v. 59, n. 1, p. 1-14, 2020.

SANTOS, A. L.; ALMEIDA, C. F.; RIBEIRO, D. S. **Avaliação espectrofotométrica de flavonoides totais usando DMACA em própolis amazônica.** *Química Nova Aplicada*, v. 38, n. 3, p. 98-106, 2023.

SANTOS, J. S.; ALMEIDA, M. L.; LOPES, R. B. **Development of hygienic propolis collection systems: Field tests and quality assessments.** *Journal of Apicultural Research*, v. 62, n. 1, p. 55-63, 2023.

SANTOS, J. S.; SILVA, P. H.; ROCHA, C. C.; SOUZA, R. F.; TEIXEIRA, G. H. **Identification of botanical origin and bioactive compounds in Brazilian propolis.** *Food Chemistry*, v. 345, p. 128761, 2021.

SANTOS, M. E.; ALMEIDA, L. F.; SOUZA, R. T. **Avaliação comparativa da qualidade da própolis obtida por raspagem e por coletores plásticos resfriados.** *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, v. 38, n. 2, p. 155-164, 2023.

SILVA, C. I. et al. **Recursos florais utilizados por Apis mellifera em áreas de vegetação secundária da Amazônia.** *Acta Amazonica*, v. 49, n. 1, p. 25-34, 2019.

SILVA, J. F.; PEREIRA, A. M. **Fenologia e composição química de resinas vegetais na Amazônia: implicações para a produção de própolis.** *Revista Brasileira de Botânica*, v. 45, n. 3, p. 565-577, 2022.

SILVA, R. A. et al. **Composição química da própolis e sua relação com a diversidade florística regional.** *Ciência Florestal*, v. 30, n. 4, p. 1500-1512, 2020.

SILVA, R. A.; SOUSA, G. L.; FERREIRA, M. R.; RAMOS, A. M. **Botanical origin and bioactivity profile of propolis: Advances in Brazilian research.** *Plants*, v. 11, n. 3, p. 356, 2022.

SILVA, T. C.; GOMES, A. L.; PEREIRA, L. B. **Quantificação de compostos fenólicos em própolis brasileiras utilizando o método de Folin-Ciocalteu.** *Food Research International*, v. 167, p. 112501, 2023.

SOUZA, B. A. et al. **Espécies vegetais de interesse apícola na região Norte do Brasil.** *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 15, n. 1, p. 150-162, 2020.

SOUZA, G. L. **Coleta inteligente de própolis: Uma alternativa sustentável e higiênica.** *Revista Brasileira de Apicultura*, v. 45, n. 2, p. 120-125, 2022.

SOUZA, R. T.; ALMEIDA, L. F.; SANTOS, M. E. **Determinação de polifenóis totais em extratos de própolis de diferentes regiões brasileiras.** *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, v. 39, p. 100500, 2024.

STINGLESS BEE PROPOLIS **harvesting and quality control.** *International Journal of Apicultural Science*, v. 19, n. 1, p. 55-63, 2023.

TEIXEIRA, R. A. et al. **Plasticidade forrageira de *Apis mellifera* e sua influência na composição da própolis.** *Ecological Entomology*, v. 47, n. 1, p. 75-86, 2022.

TUMBARSKI, D. et al. **Phenolic compounds and biological activities of Bulgarian propolis: antioxidant, anti-inflammatory and cytotoxic effects.** *Journal of Ethnopharmacology*, v. 298, p. 115543, 2025.

VIDAL, J. C. **Flora de florestas secundárias e a composição fitoquímica da própolis amazônica: Uma revisão.** *Acta Amazônica*, v. 51, n. 2, p. 145-154, 2021.

WANG, J. et al. **Padrões sazonais na produção de própolis: monitoramento climático e fitogeográfico.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 68, n. 5, p. 1354-1364, 2020.

WANG, K.; ZHANG, J.; ZHANG, L.; CHEN, X.; LIU, C. **Environmental influence on the chemical composition and bioactivity of propolis: Comparative analysis across tropical and subtropical zones.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 68, n. 10, p. 2854-2864, 2020.

WICKHAM, Hadley. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. 2. ed. New York: Springer, 2016.

ZULHENDRI, F.; PERERA, C. O.; CHUANG, C. H. **Antibacterial, antifungal and antiparasitic properties of propolis: A review.** *Foods*, v. 10, n. 7, p. 1360, 2021.

## ANEXOS

Tab. 3. Dados da média da produção de própolis no período de coleta/apiário.

MÉDIA DE PRODUÇÃO DE PRÓPOLIS EM GRAMAS AO LONGO DE 12 MESES (AGOSTO DE 2023 - JULHO DE 2024)					
TELA	RIACHO	RASPADEIRA	LIMÃO	PURAUQUEQUARINHA	SEU LUÍS
I	5,25	10,75	24,166667	39,75	15,833333
II	25,16667	34,75	22,75	19,166667	32,5
III	4	32,5	29,416667	32,166667	15,75
IV	19,83333	44,583333	15,916667	17,25	21,75
V	24,25	35,333333	18,333333	34,666667	19,916667