

ANÁLISE DE UMIDADE, COR, COMPOSIÇÃO FENÓLICA E PALINOLÓGICA DO MEL DA SAVANA DE RORAIMA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Analysis of moisture, color, phenolic and palynological composition of honey from the Roraima savannah in the Brazilian Amazon

RESUMO

Introdução: O mel é um alimento amplamente utilizado para fins terapêuticos, e sua caracterização é essencial. Na região amazônica, o mel se destaca por propriedades derivadas da rica biodiversidade, contribuindo para suas características distintas. O mel amazônico é particularmente valioso pelo potencial benéfico. **Objetivo:** Analisar dezessete amostras de mel de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) de Roraima, Brasil, quanto às características físico-químicas e palinológicas. **Metodologia:** A umidade foi determinada por refratometria, as cores por espectrofotometria (Pfund mm), fenólicos pelo método de Folin-Ciocalteu, a melissopalínologia por acetólise. **Resultados:** A umidade média foi de 23,41%, as cores prevalentes foram: âmbar, âmbar claro e âmbar escuro (média: 105,18 mm Pfund). Os fenólicos variaram entre 26,27 a 56,61 (EAG/100g mel). A composição polínica apresentou 30 tipos de grãos de pólen, principalmente: *Mimosa pudica* L., *Acacia mangium* Willd., Poaceae tipo, *Mauritia flexuosa* L. e *Curatella americana* L. Houve correlação positiva entre fenólicos e as cores do mel (coeficiente: $r=0,93$). A umidade mostrou correlação positiva (0,41) com a cor. apresentaram correlação com os fenólicos (0,50) e cor (0,57). **Conclusão:** O estudo evidenciou variações influenciadas pela vegetação. Méis mais escuros apresentaram maiores teores de fenólicos, associados à origem botânica, com destaque para a alta frequência de pólen de *Acacia mangium* Willd., indicando sua relevância para a apicultura local, confirmando a origem geográfica das amostras.

Palavras-chaves: Mel amazônico; fenólicos; melissopalínologia; origem botânica.

ABSTRACT

Honey, widely utilized for therapeutic purposes, requires thorough characterization. Amazonian honey is notable for its distinct properties arising from its rich biodiversity, suggesting significant beneficial potential. **Objective:** To analyze physicochemical and palynological characteristics of seventeen *Apis mellifera* L. honey samples from Roraima, Brazil. **Methodology:** Moisture was determined by refractometry, color by spectrophotometry (Pfund mm), total phenolics by the Folin-Ciocalteu method, and melissopalynology by acetolysis. **Results:** The average moisture content was 23.41%, and the prevalent colors were amber, light amber, and dark amber (mean: 105.18 mm Pfund). Total phenolics ranged from 26.27 to 56.61 mg gallic acid equivalents (GAE)/100g honey. The pollen composition revealed 30 pollen grain types, mainly: *Mimosa pudica* L., *Acacia mangium* Willd., Poaceae type, *Mauritia flexuosa* L., and *Curatella americana* L. A positive correlation was observed between total phenolics and color (coefficient: $r = 0.93$). Moisture showed a positive correlation (0.41) with color. Pollen grains of *Acacia* sp. showed correlation with total phenolics ($r = 0.50$) and with color ($r = 0.57$). **Conclusion:** The study evidenced variations influenced by vegetation. Darker honeys exhibited higher total phenolic content, associated with botanical origin, particularly the high frequency of *Acacia mangium* Willd. pollen, highlighting its importance for local beekeeping and confirming the geographic origin of the samples.

Keywords: Amazonian honey; phenolics; melissopalynology; botanical origin.

Introdução

O mel produzido pelas abelhas é uma mistura complexa e concentrada de açúcares e pequenas quantidades de proteínas, vitaminas, ácidos orgânicos, flavonoides, ácidos fenólicos, enzimas e outros fitoquímicos¹⁻³. O seu uso para finalidades curativas remonta ao período sumério, sendo a primeira referência escrita sobre o mel datada de 2200 - 2100 a.C., mencionando utilização em pomada pela medicina tradicional devido aos benefícios terapêuticos. Seu uso para finalidades curativas remonta ao período sumério, sendo a primeira referência escrita sobre o mel datada entre 2200 e 2100 a.C., mencionando sua utilização em pomadas pela medicina tradicional devido aos benefícios terapêuticos².

Os teores de umidade do mel podem afetar a qualidade e o prazo de armazenamento assim como interferir nas características organolépticas, pois pode favorecer a fermentação. A umidade é um dos parâmetros mais importantes da qualidade do mel pois também determina sua estabilidade à fermentação⁴.

A cor do mel varia de quase incolor a marrom escuro e são classificados em sete categorias em um sistema de classificação internacional denominado escala de Pfund⁵. Através da escala Pfund é possível diferenciar a intensidade da cor do mel⁶. Esta classificação não é a única forma de determinação da cor do mel, porém é uma das mais utilizadas para avaliação do gradiente de cor^{7,8}. Estudos têm revelado que o mel de cor mais escura contém maiores quantidades de compostos bioativos do que o mel de cor mais clara, devido às diferenças nutricionais entre as variadas fontes de pólen^{9,10}.

A composição química do mel pode variar de acordo com a origem botânica, geográfica e conteúdo polínico, diversificando seu potencial nutracêutico^{11,12}. Diferentes atividades biológicas, assim como a composição fenólica e polínica do mel, estão relacionadas com a origem regional e principalmente com a variedade da floral¹³⁻¹⁸.

A presença de flavonoides e ácidos fenólicos conferem significativos efeitos antivirais, anti-inflamatórios, antineoplásicos e antiúlcera e podem ser usados no tratamento de doenças crônicas, como doenças cardiovasculares¹⁹. Os méis florais são caracterizados por análise microscópica que identifica e quantifica os grãos de pólen. Existe um grande interesse em se caracterizar o mel através da análise polínica juntamente com a físico-química²⁰.

Análises polínicas podem ser utilizadas para indicar a origem floral e geográfica do mel, tornando-se importante ferramenta de análise, especialmente quando espécies florais são restritas à certas regiões²¹⁻²³. A caracterização físico-químicas é um fator importante, um dos parâmetros visuais muito observados pelos consumidores é a cor. Cores muito escuras no mel são associadas muitas vezes à mel velho, assim como cores muito claras a adulteração².

Em Roraima, região Amazônica do Brasil, as plantas da família Mimosaceae apresentam produção de néctar praticamente constante durante o ano, sendo as abelhas as principais coletoras²⁴. A identificação do pólen, por melissopalínologia, é o método mais comum para determinar a origem botânica do mel e ajuda a indicar não só a origem mas, também, o comportamento ecológico das abelhas no local designado²⁵. Na paisagem da savana de Roraima são comuns espécies arbóreo-arbustivas, sendo as principais: *Byrsonima verbascifolia*, *B. crassifolia*, *B. coccolobifolia* e *Curatella americana* L.²⁶. Também ocorrem palmeiras às margens dos cursos d'água de menor largura principalmente *Mauritia flexuosa* L.²⁶. Trabalhos para determinação de plantas com potencial melífero indicaram que, em amostras de mel, os tipos polínicos encontrados foram: *Mimosa* sp., *Acacia* sp., *Bauhinia ungulata* L., *Protium* sp., *Vochysia guianensis* Aubl., *Protium* sp. e *Vochysia guianensis*²⁷. Resultados de análises palinológicas, realizados com amostras de mel de Roraima, indicaram que houve predominância de pólen de *Mimosa polydactyla* e *Curatella americana* L.²⁸.

Em Roraima foi observado que os plantios de *Acacia mangium* situados em áreas de savana são intensamente visitados por abelhas para a coleta do néctar²⁴. Este estudo determinou, umidade, cor, composição fenólica e palinológica a partir dos méis produzidos por *Apis mellifera* L (hymenoptera, apidae), nas áreas de savanas de Roraima, Brasil.

Metodologia

As análises de cor e composição fenólica das amostras foram realizadas no laboratório de Biotecnologia e Química Fina da Universidade Federal de Roraima do Departamento de Química do Centro de Ciência e Tecnologia (CCT/UFRR). As análises palinológicas foram realizadas no laboratório de Biologia de Abelhas do Núcleo de Recursos Naturais (NUREN) do Centro de Ciências Agrárias (CCA/UFRR). Neste estudo foram utilizadas dezessete amostras de mel fornecidas por apicultores de Roraima. O teor de umidade foi determinado por refratometria e as análises foram realizadas a uma temperatura aproximada de 20°C para obtenção da porcentagem de umidade correspondente seguindo a recomendação da Association of Official Analysis Chemists International²⁹.

As leituras foram convertidas para teor de umidade e a classificação de umidade seguiu o que foi descrito e validado pelo Instituto Adolfo Lutz³⁰⁻³¹.

As cores das amostras foram designadas por espectrofotometria e as absorbâncias foram convertidas em escala de Pfund para classificação de cores de mel de acordo com a Association of Official Analysis Chemists International^{32,34,36}. As amostras foram previamente diluídas com água destilada para formar uma solução a 50% em peso/volume, centrifugadas por 5 minutos

em 687 G (*força G*)³⁵. Foi utilizada água destilada como branco e as medições foram realizadas em temperatura ambiente (25°C). O sobrenadante foi submetido a leitura da absorbância em espectrofotômetro a 635nm, conforme descrito anteriormente³⁶⁻³⁸. Os dados de absorbância obtidos para cada amostra foram utilizados para o cálculo de milímetros de Pfund através da fórmula: $Cor = (371,39 \times Abs.) - 38,70$. Os teores de fenólicos foram avaliados utilizando reagente de Folin-Ciocalteu³⁹. Através de uma curva de calibração com ácido gálico foram obtidas as concentrações das amostras em espectrofotometria a partir das absorbâncias em 798nm e os resultados foram apresentados em miligrama de ácido gálico por 100g de mel (EAG/100g mel) de acordo com metodologia consolidada^{13,18,38,40-42}.

A técnica de acetólise foi empregada para a preparação de grãos de pólen nas análises melissopalínológicas deste estudo, seguindo a metodologia descrita por Erdtman e Louveaux^{43,44}. A montagem das lâminas seguiu protocolo estabelecido por Barth⁴⁵. As análises foram realizadas através de microscopia e os grãos foram analisados qualitativamente quanto a diversidade polínica nas amostras, e quantitativamente, através da contagem de 400 grãos por lâmina, determinando-se os percentuais e classes de frequência da seguinte forma: Pólen dominante: (>45%), Pólen acessório: (16-45%), Pólen isolado importante: (3-15%), Pólen isolado ou ocasional (<3%) seguindo a metodologia de Maurizio & Louveaux⁴⁶. A identificação dos tipos polínicos foi realizada seguindo literatura especializada Roraima^{45,47-51}.

Também foi utilizada a coleção de referência do Museu Integrado de Roraima. O programa estatístico de código aberto Jamovi foi utilizado para as análises de dados⁵². Os gráficos e tabelas foram realizados utilizando a linguagem de programação Python, versão 3.12.0. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para determinar normalidade e aplicada a correlação de Pearson e Spearman com valor P menor que 0,05. Para as análises de variância foi utilizada a (ANOVA).

Resultados e discussão

Os resultados de umidade, classificação de cores e composição de fenólicos totais estão apresentados na TABELA 1.

TABELA 1 - Resultados de Ano, umidade, cor e quantitativo de fenólicos totais.

Id.	Origem	Ano	Umidade %	cor	EAG/100g mel ± dp
Am 06	Cantá	2021	24	Âmbar Escuro	56,616 ±3,06
Am 07	Cantá	2021	25	Âmbar Escuro	50,715 ±1,51
Am 09	Cantá	2021	22	Âmbar Escuro	50,634 ±3,56
Am 05	Cantá	2022	25	Âmbar Escuro	47,278 ±1,88
Am 10	Cantá	2021	24	Âmbar Escuro	45,626 ±3,58
Am 17	Boa Vista	2023	22	Âmbar	45,329 ±4,21
Am 03	Alto Alegre	2021	22	Âmbar claro	44,111 ±1,56
Am 04	Amajari	2022	24	Âmbar Escuro	40,456 ±2,06
Am 12	Cantá	2021	24	Âmbar claro	38,183 ±1,07
Am 08	Cantá	2022	22	Âmbar	37,641 ±1,04
Am 15	Boa Vista	2021	24	Âmbar Extra Claro	36,748 ±3,17
Am 01	Boa Vista	2020	21	Branco âmbar	35,476 ±0,88
Am 11	Cantá	2022	24	Âmbar claro	33,202 ±2,11
Am 14	Boa Vista	2021	23	Branco	30,414 ±1,53
Am 13	Cantá	2021	22	Branco	30,306 ±3,59
Am 16	Boa Vista	2022	23	Extra Branco	26,597 ±1,76
Am 02	Cantá	2022	24	Branco	26,273 ±4,57

Os teores de umidade variaram com uma média de 23,41% e desvio padrão de 1,23%. O conteúdo de umidade mais baixo foi de 21%, e o mais alto foi 25%. Metade das amostras possuía umidade de 24%, indicando que a maioria das amostras estavam próximas do valor médio. Os valores médios de umidade verificados nas amostras deste estudo estão acima dos valores recomendados nos regulamentos internacionais assim como no regulamento vigente no Brasil. Ambos recomendam que o mel detenha umidade inferior a 20%^{53,54}. Trabalhos realizados com amostras do estado do Paraná-Brasil, relatam que 8,60% dos resultados das amostras de mel apresentaram valores de umidade maiores que 20%, justifica ainda que isso se deu devido às condições tropicais encontradas no Brasil⁵⁵. O mesmo comportamento foi encontrado nas amostras do nosso estudo, sendo presente em todas as amostras.

As cores apresentaram variação de branco a âmbar escuro conforme apresentado na Tabela 1. As cores das amostras de mel, medidas pela escala Pfund, mostram valor médio de 105,18 mm Pfund. A cor mais clara medida foi de 14,04 mm Pfund e a mais escura foi de 263,6 mm Pfund. Foi demonstrada uma variação considerável na cor das amostras, com a mediana situada em 79,77 mm Pfund. As cores dos méis refletem a rica variação nas características visuais do mel, o que pode estar associado tanto à origem floral. As cores estão apresentadas na FIGURA 1.

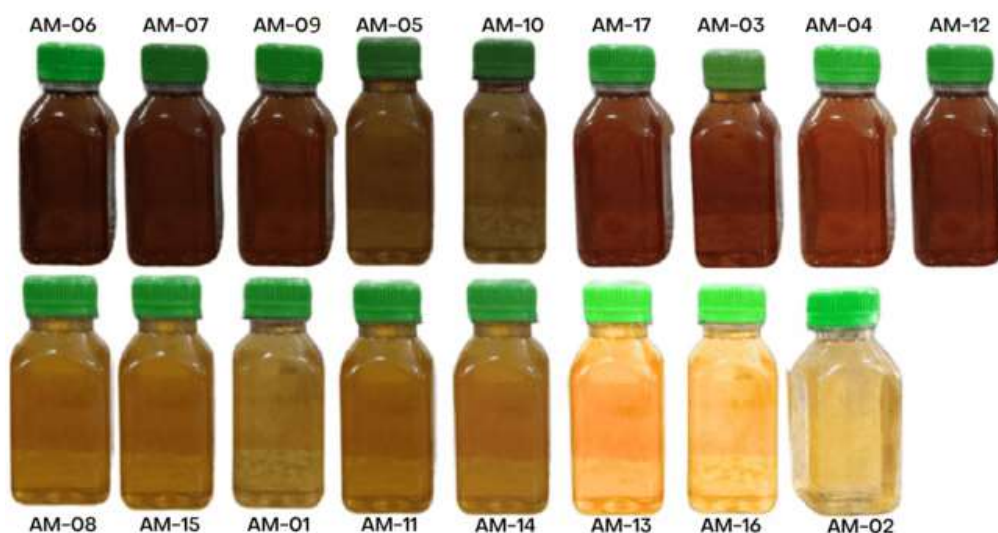


FIGURA 1 – Variabilidade das cores das amostras.

No Brasil, os resultados têm apontado para uma diversidade de padrões de cores de méis. Em estudo recente foi determinado que a abundância do pasto apícola do estado da Bahia no Brasil, foi determinante na composição de méis escuros, com 88,1% acima de 51 mm Pfund, das amostras⁷. Estudos com méis de varios estados do nordeste brasileiro, apresentaram o mesmo padrão de méis mais escuros^{56–58}. Os méis de Minas Gerais também corroboram o mesmo padrão de méis escuros^{59,60}. O mesmo padrão encontrado em estudos no Brasil, foi encontrado em outros que compartilham o mesmo tipo de ambiente Amazônico como os estudos conduzidos na Guiana Francesa⁶¹. Corroborando essas características, outro estudo com méis da estado do Amazonas-Brasil, confirmou a mesma característica de predominância de méis escuros^{12,62,63}. Méis colombianos apresentaram variabilidade de cores relacionadas com a composição⁶⁴.

Os méis do estado de Roraima foram caracterizados em diversos estudos de características químicas, físicas, polínicas, prospectivas e atividades biológicas^{12,24,28,65–69}, porém apenas um trabalho conduzido relata resultados de variações de cores para os méis desta região, sendo 60 % das amostras representadas pelas cores mais escuras³⁸.

A distribuição dos compostos fenólicos deste trabalho, apresentou uma média de 39,74 (EAG/100g mel, dp= 8,92). O menor conteúdo fenólico encontrado foi de 26,27 enquanto o maior foi de 56,61 (EAG/100g mel). A maioria das amostras (75%) tem menos de 45,62 (EAG/100g mel) de fenólicos, indicando uma tendência para valores mais baixos dentro do intervalo observado.

O conteúdo médio de fenólicos também foi determinado em outro estudo com amostras de mel da Turquia e apresentou resultados variáveis entre 20,0 e 124,10 (EAG/100g mel)⁷⁰.

Outro trabalho com amostras de mel monofloral de três regiões da Turquia, recentemente apresentou resultados entre 44.22 e 64.25 (EAG/100g mel)⁷¹. Os fenólicos médios de amostras de méis Italianos, por exemplo foram determinados em um estudo e apresentaram resultados médios entre 11,2 a 14,08 (EAG/100g mel)⁷². A composição fenólica de méis da Colômbia foram mostraram variação entre 25,92 a 35,76 (EAG/100g mel) ⁶⁴. Os méis colombianos apresentaram resultados de composição fenólica semelhante para aquela região sendo 15,54 a 15,82 (EAG/100g mel), sendo inferiores aos resultados aqui apresentados em nosso trabalho⁷³.

O conteúdo total de fenólicos foi determinado em amostras de mel da Guiana Francesa e os resultados variaram entre 14,0 a 45,0 (EAG/100g mel)⁶¹. Já os resultados de méis de Minas Gerais - Brasil, apresentaram resultados variando entre 42,5 a 107,9 (EAG/100g mel)⁷⁴. Semelhantemente, outro estudo recente com méis do mesmo estado apresentou resultados entre 40,7 a 84,7 (mg EAG/100g)⁶⁰.

Estudos com méis dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro (Brasil) apresentaram resultados entre 34,0 a 78,2 (EAG/100g mel)⁷⁵. Outro trabalho, apresentou variação de fenólicos entre 58,26 a 152,52 (EAG/100g mel) para as amostras do Rio de Janeiro (Brasil)⁶³.

Os resultados do nosso trabalho também são equiparados aos apresentados com méis da Indonésia, que recentemente apresentaram conteúdo de fenólicos entre 27,87 a 53,85 (EAG/100g mel)⁷⁶. Os trabalhos com méis de Roraima -Brasil são escassos porém os resultados de composição fenólica, variaram entre 25,0 e 54,8 (EAG/100g mel) denotando similaridade com resultados do nosso estudo, que apresenta discreta elevação⁴⁰.

Estes valores também são comparáveis com os resultados encontrados em méis de Portugal, que variaram entre 22,6 a 72,8 (EAG/100g mel)⁷⁷. Contudo, outro estudo com amostras de Portugal apresentou valores superiores para amostras de mel orgânico, sendo 67,8 e 69,8 (EAG/100g mel)⁷⁸.

Os resultados demonstram que os méis de Roraima apresentam padrão fenólico médio semelhante aos valores encontrados para outras regiões do Brasil e sendo ligeiramente inferior aos valores demonstrados para os méis provenientes da Turquia, contudo se mostrando superior em relação a méis europeus. A composição polínica foi realizada e os resultados estão demonstrados a seguir na TABELA 2.

TABELA 2 – Grãos de Pólen encontrados em amostras de mel de Roraima, Brasil.

Família	Espécie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Anacardiaceae	<i>Astronium sp</i>				*	*									*	*		*
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.										*							
Arecaceae	<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	*			*				*	*	*			*	*	*		
Arecaceae	<i>Mauritia flexuosa</i> L.	*	*			*	*		*			*	*	*		*	*	*
Asteraceae	Tipo		*					*					*					*
Caesalpiniaceae	<i>Copaifera officinalis</i> L.	*				*	*											
Cecropiaceae	<i>Cecropia sp.</i>	*	*						*		*	*			*	*		
Clusiaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy.			*														
Cyperaceae	Tipo			*					*	**						*		
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i> L.	*	*								**	**	*	*				
Dilleniaceae	<i>Davilla kunthii</i> A. St. Hil.				*	*	*	*			**			*	**	*		
Euphorbiaceae	<i>Croton sp.</i>		*											*	*			
Lamiaceae	<i>Hyptis atrorubens</i> Poit.															**		
Loranthaceae	Tipo	*																
Malphigiaceae	<i>Byrsonima sp.</i>					*				*					*	*		
Malvaceae	<i>Waltheria sp.</i>		*									*	*					
Malvaceae	<i>Sida sp.</i>												*					
Mimosaceae	<i>Mimosa pudica</i> L.	*	**	**	*	**	**	*	*	*	*	*	**	*	*	**	**	**
Mimosaceae	<i>Acacia mangium</i> (Willd.)	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	**	**
Mimosaceae	<i>Acacia sp.</i>				*	*	*	*										
Mimosaceae	<i>Mimosa sp.</i>	*	*		*									*		*		
Moraceae	Tipo		*			*				*								
Myrthaceae	Tipo					*			*	**					*			
Onagraceae	<i>Ludwigia sp.</i>											*						
Poaceae	Tipo	*	*	*	**		*	**	*	**	*	**	**	**		**	**	*
Proteaceae	<i>Protium sp.</i>			**							*							
Rubiaceae	<i>Spermacoce sp.</i>			*	*							*						
Verbenaceae	Tipo												*					
Tricolporado psilado						*												
Tricolporado reticulado					**	*		*	*	*								
Fungos		*	*		**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*
Restos de tecido vegetal		*														*		

Legenda: **** Pólen dominante: (>45%) ***Pólen acessório: (16-45%),**Pólen isolado importante:(3-15%),*Pólen isolado ou ocasional (<3%).

A frequência (%) de pólen encontrados nas amostras deste estudo, está apresentada na FIGURA 2 a seguir.

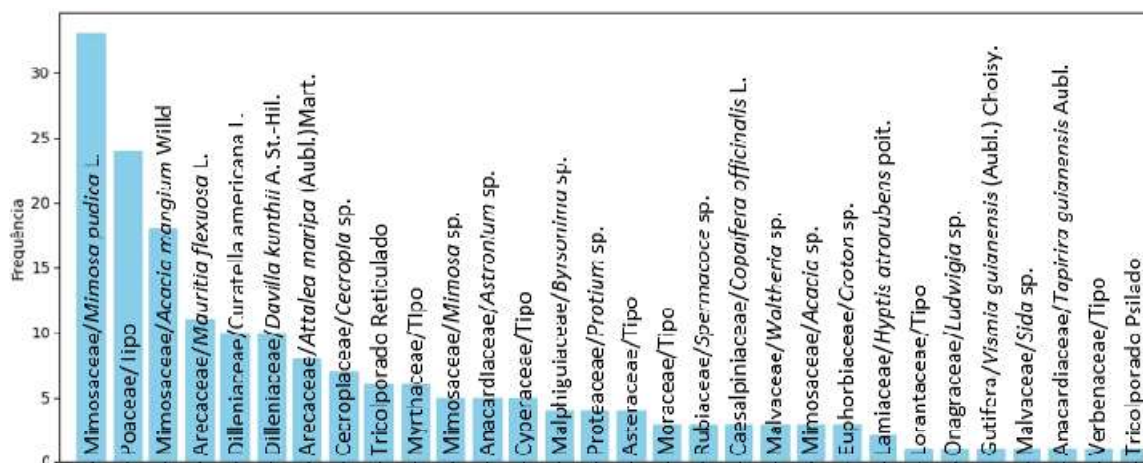


FIGURA 2 – Ranking da frequência (%) de pólen encontrados nas amostras

Tipos polínicos de *Mimosa pudica* L., estiveram presentes em 16 amostras de um total de 17. Em quinze amostras foram encontradas hifas de fungos.

Os pólenes mais frequentes nestas amostras sugerem que o pasto apícola da região de obtenção das amostras é rico em plantas da família Mimosaceae, Poaceae, Arecaceae e Dilleniaceae. Destacam-se além de *Mimosa pudica* L., os tipos polínicos de *Acacia mangium* Willd, introduzida na região e frequentemente utilizada pelos produtores em razão da maior produtividade de melato^{24,79}.

Trabalhos conduzidos com plantas melíferas de Roraima, apresentaram altas frequências polínicas de *Mimosa pudica* L., em amostras de mel de Roraima²⁷. Já a presença de tipos polínicos de *Acacia mangium* Willd, se justifica pela existência de milhares de hectares de plantios dessa espécie no estado de Roraima, principalmente em áreas de savana⁸⁰. Essa espécie exótica produz néctar durante boa parte do ano, com isso as abelhas aproveitam essa fonte para coletarem e transformarem em mel, resultando em uma boa alternativa para os produtores locais^{24,81}. A presença da Savana com grande densidade de gramíneas no ambiente dessa região pode explicar as altas frequências de pólenes de Poaceae⁸². A presença de pólenes de *Mauritia flexuosa* L. é comum pela presença e distribuição de mata ciliar que acompanha os cursos de água de menor porte, onde indivíduos desta palmeira são abundantes⁸³. As imagens dos principais pólenes encontrados neste estudo estão apresentadas nas FIGURAS 3 e 4.

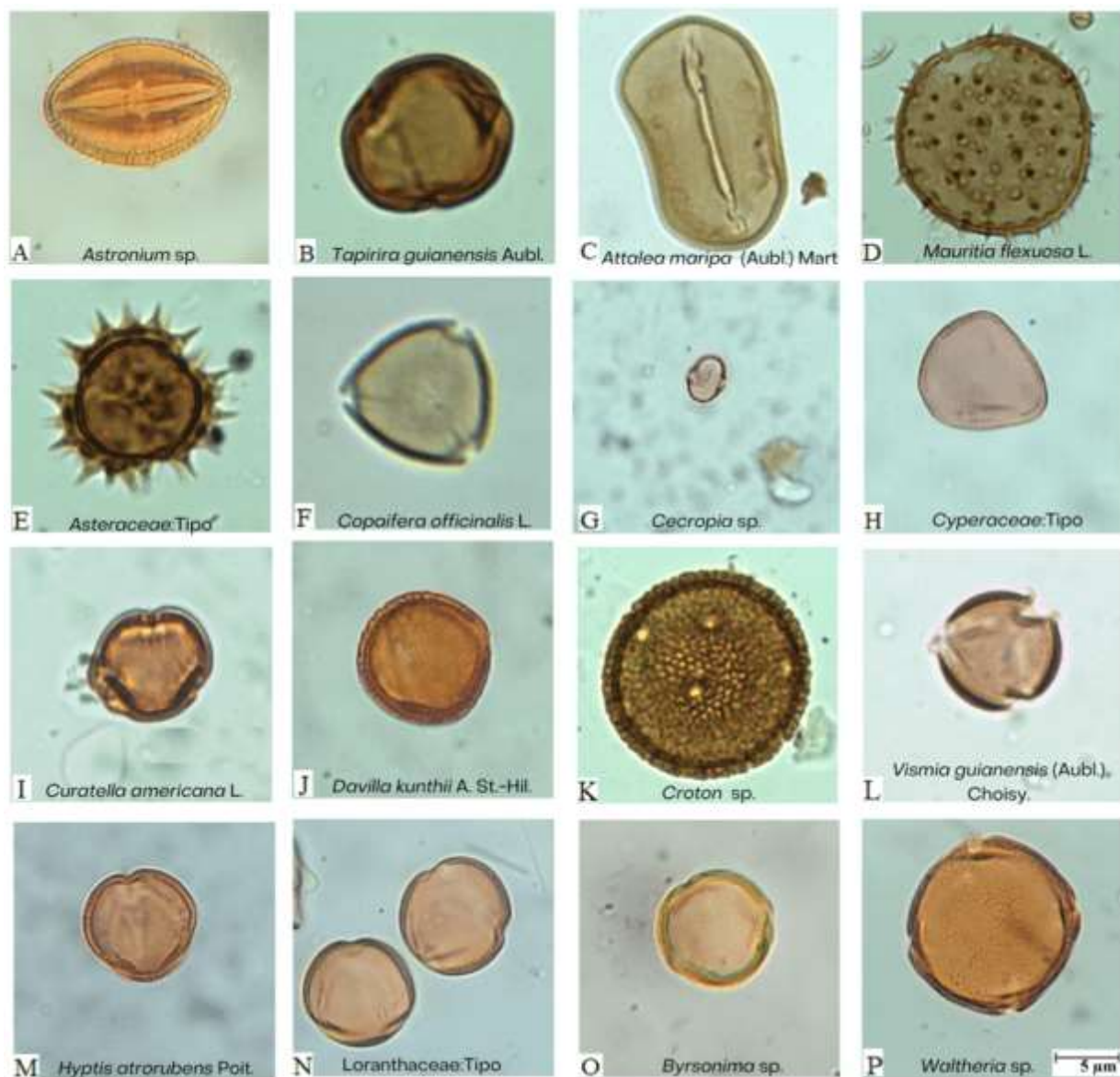


FIGURA 3 – Fotomicrografias de tipos polínicos encontrados nas amostras de mel.

Legenda (A) *Astronium* sp, (B) *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae); (C) *Ataleia maripa* (Aubl.) Mart, (D) *Mauritia flexuosa* L. (Arecaceae); (E) Asteraceae Tipo; (F) *Copaifera officinalis* L. (Caesalpiniaceae); (G) *Cecropia* sp. (Cecropiaceae); (H) Cyperaceae Tipo; (I) *Curatella americana* L, (J) *Davilla Kunthii* (Dilleniaceae); (K) *Croton* sp (Euphorbiaceae); (L) *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy. (Clusiaceae); (M) *Hyptis atrorubens* Poit (Lamiaceae); (N) Lorantheae Tipo; (O) *Byrsonima* sp (Malphigiaceae); (P) *Waltheria* sp (Malvaceae). Imagens: 400x - Escala=5 µm.

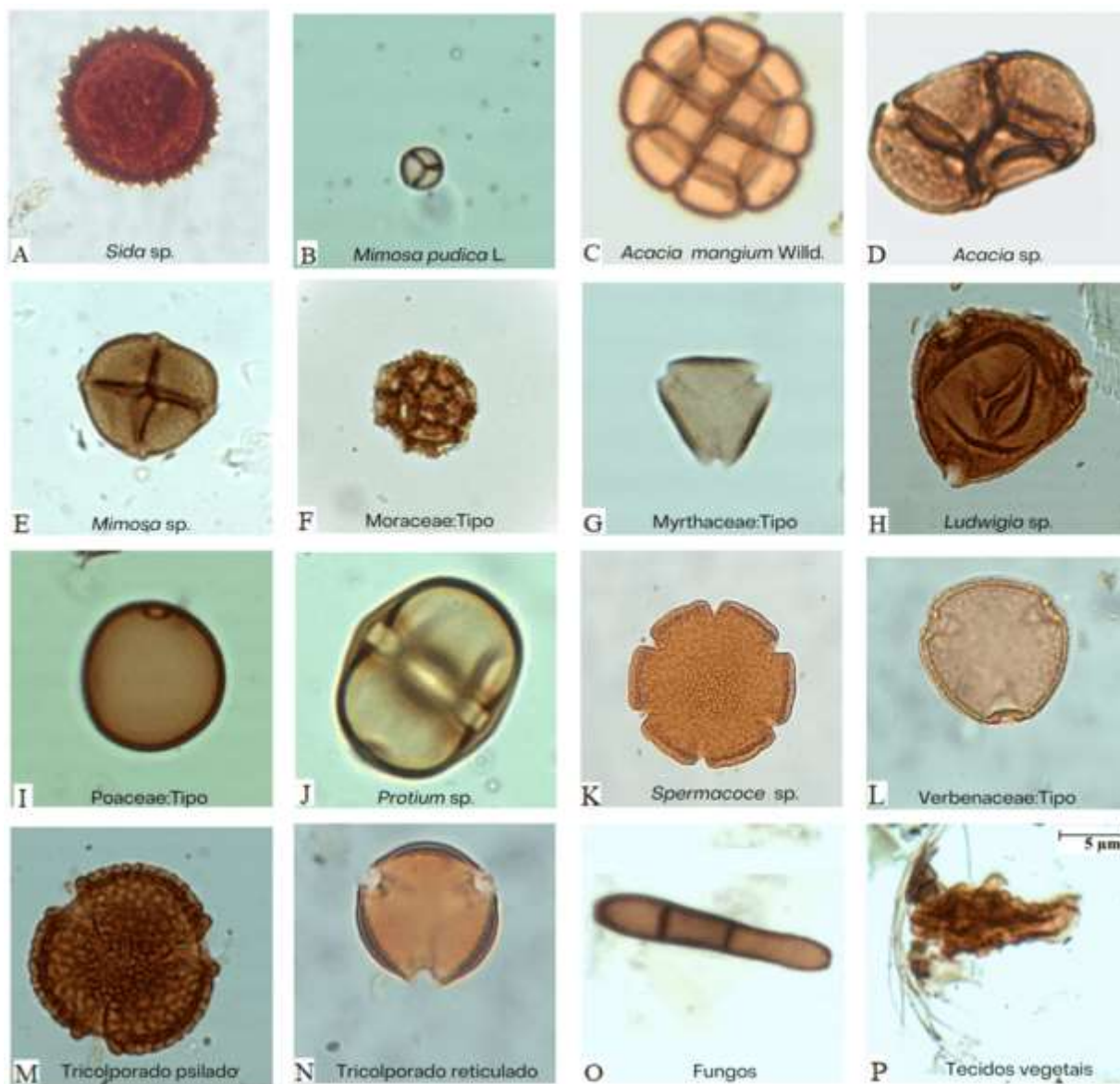


FIGURA 4 – Fotomicrografias de tipos polínicos, fungos e tecidos vegetais encontrados.

Legenda: (A) *Sida* sp. (Malvaceae); (B) *Mimosa pudica* L., (C) *Acacia mangium* Willd., (D) *Acacia* sp., (E) *Mimosa* sp. (Mimosaceae); (F) Moraceae Tipo; (G) Myrthaceae Tipo; (H) *Ludwigia* sp. (Onagraceae); (I) Poaceae Tipo, (J) *Protium* sp. (Proteaceae); (K) *Spermacoce* sp. (Rubiaceae); (L) Verbenaceae Tipo; (M) Tricolporado psilado; (N) Tricolporado reticulado; (O) Fungos; (P) Restos de tecido vegetal. Imagens 400x - Escala=5 µm

Os dados das análises estatísticas das correlações e médias verificadas entre a composição fenólica, umidade e cores das amostras, fornecem uma base para interpretações importantes. Não se observam valores extremos ou atipicamente grande ou pequeno, sugerindo

uma distribuição uniforme da umidade das amostras. Tal análise visa identificar possíveis associações sinérgicas ou antagônicas entre os diversos constituintes do mel, oferecendo uma visão abrangente sobre como as propriedades se interligam com a botânica regional refletida na presença de pólen de distintas espécies vegetais.

A matriz de correlação entre os dados físico-químicos e palinológicos são ilustrados na FIGURA 5 a seguir.

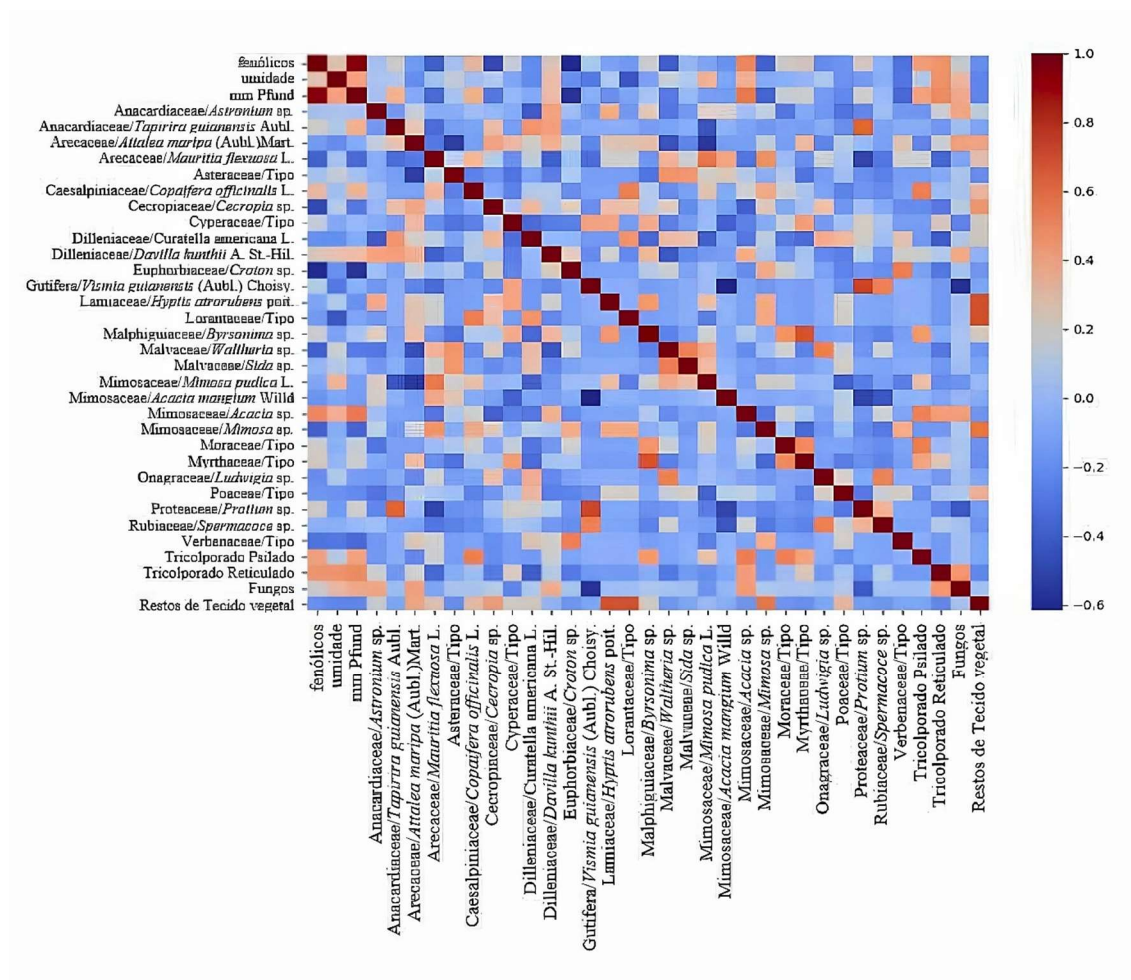


FIGURA 5 – Gráfico Heatmap de correlação das propriedades do mel e composição polínica.

Adicionalmente, a análise indicou uma correlação moderada entre a umidade e a cor do mel (coeficiente aproximado de 0,41). A umidade mostrou-se relativamente uniforme para estas amostras. Através da análise de variância (Anova), buscamos determinar se as variações na cor do mel estão estatisticamente associadas a diferenças significativas nessas propriedades químicas. A distribuição interquartílica vai de 43,38 a 147,7 (mm Pfund), representando 50% das amostras e sugerindo a existência de amostras significativamente mais escuras e revelando uma ampla gama de tonalidades de cores.

A composição fenólica das 17 amostras apresentou variação (desvio padrão) de cerca

de 89,20 mg/kg. Os dados dos compostos fenólicos mostram que a mediana está em torno de 381,83 mg/kg, com metade das amostras situando-se entre 332,02 e 456,26 mg/kg.

Os resultados da análise de correlação revelaram uma forte relação positiva entre os compostos fenólicos e a medida de cor, com um coeficiente de correlação de aproximadamente 0.88. A análise de variância reforçou que a cor do mel tem uma influência significativa nos níveis de compostos fenólicos, como evidenciado pelo valor de P (0,0015), que é menor que o limiar usual de 0,05 para significância estatística.

A umidade mostrou uma correlação positiva, embora moderada com a cor do mel, sugerindo que a umidade pode ter uma influência não tão substancial quanto a dos compostos fenólicos. Os dados de umidade do mel exibiram um padrão de correlações menos consistente com o perfil polínico.

As interações revelam ainda que o perfil polínico e outras variáveis testadas podem ser associadas de forma assertiva, como os pólenes da família Mimosaceae, especialmente representados pela espécie *Acacia sp.*, exibiram forte correlação positiva com o conteúdo fenólico (0,50), assim como com as cores do mel (0,57). Contrariamente a isso, a *Mimosa pudica* L., *Mauritia flexuosa* L., apresentam uma correlação negativa com os fenólicos (-0,087).

Conclusão

O estudo demonstrou que existe variação em todos os parâmetros analisados. Os méis apresentam cores distintas, além de variações na umidade, teores de fenólicos e origem floral. Esse comportamento é esperado devido as condições de vegetação nativa que o estado de Roraima ainda possui. O trabalho ainda demonstrou que méis mais escuros possuem teores de fenólicos maiores e que estão relacionados a origem botânica

As altas frequências polínicas de espécies herbáceas e arbustivas confirmam a origem geográfica das amostras de mel analisadas. A presença de pólen de *Acacia mangium* Willd, em praticamente todas as amostras, exceto uma, demonstram a grande importância dos plantios dessa espécie para a produção de mel em Roraima.

Declaração de Conflito de Interesses

Os autores afirmam que não houve nenhuma situação de conflito de interesse que pudessem influenciar no desenvolvimento do trabalho.

Agradecimentos

Os autores agradecem o financiamento obtido pela Chamada Universal MCTIC/CNPq

nº 28/2018 e à Universidade Federal de Roraima (Chamada 60/2022 PRPPG/ Pró-Pesquisa – linha II).

Referências

1. Codex Alimentarius. Revised Codex Standard for Honey, Standards and Standard Methods. Codex Aliment Comm FAO/OMS. 2019;11(1987):8.
2. Crane E. A Honey Book [Internet]. 1st ed. Vol. 1, Bee World. New York; 1980. 193 p. Available from: <https://archive.org/details/a-book-of-honey/page/n1/mode/2up>
3. Ling Chin N, Sowndhararajan K. A Review on Analytical Methods for Honey Classification, Identification and Authentication. In: Honey Analysis - New Advances and Challenges [Internet]. IntechOpen; 2020. Available from: <https://www.intechopen.com/books/honey-analysis-new-advances-and-challenges/a-review-on-analytical-methods-for-honey-classification-identification-and-authentication>
4. Dyce EJ. Producing finely granulated or creamed honey. In: In Honey: A Comprehensive Survey (E Crane, ed). London, England.: William Heinemann Ltd.; 1975. p. 293–306.
5. USDA. United States Standards for Grades of Extracted Honey. Federal register 1985.
6. Bogdanov S, Ruoff K, Persano Oddo L. Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. *Apidologie* [Internet]. 2004;35(Suppl. 1):S4–17. Available from: <http://www.edpsciences.org/10.1051/apido:2004047>
7. Gama DC, Oliveira FF de, Ribeiro GT, Jesus JB de. Gradiente colorimétrico de méis provenientes do pasto apícola da região de Ribeira do Pombal-BA. *Agropecuária Científica no Semiárido* [Internet]. 2018 Nov 5;14(3). Available from: <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/1037>
8. Karabagias IK, Dimitriou E, Kontakos S, Kontominas MG. Phenolic profile, colour intensity, and radical scavenging activity of Greek unifloral honeys. *Eur Food Res Technol*. 2016;242(8):1201–10.
9. Estevinho LM, Feás X, Seijas JA, Pilar Vázquez-Tato M. Organic honey from Trás-Os-Montes region (Portugal): Chemical, palynological, microbiological and bioactive compounds characterization. *Food Chem Toxicol* [Internet]. 2012 Feb;50(2):258–64. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278691511005400>
10. Moniruzzaman M, Sulaiman SA, Azlan SAM, Gan SH. Two-year variations of phenolics, flavonoids and antioxidant contents in acacia honey. *Molecules*. 2013;18(12).
11. Ares AM, Toribio L, Tapia JA, González-Porto A V., Higes M, Martín-Hernández R, et al. Differentiation of bee pollen samples according to the apiary of origin and harvesting period based on their amino acid content. *Food Biosci*. 2022;50(May).
12. Silva IP, Caldas MJM, Machado CS, Nascimento AS do, Lordêlo MS, Bárbara MFS, et al. Antioxidants activity and physicochemical properties of honey from social bees of the Brazilian semiarid region. *J Apic Res* [Internet]. 2021 Oct 20;60(5):797–806. Available from: <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1823671>
13. Al-Kafaween MA, Alwahsh M, Mohd Hilmi AB, Abulebdah DH. Physicochemical Characteristics and Bioactive Compounds of Different Types of Honey and Their Biological and Therapeutic Properties: A Comprehensive Review. *Antibiotics* [Internet]. 2023 Feb 6;12(2):337. Available from: <https://www.mdpi.com/2079-6382/12/2/337>
14. Hernández-Fuentes AD, Chávez-Borges D, Cenobio-Galindo A de J, Zepeda-Velázquez AP, Figueira AC, Jiménez-Alvarado R, et al. Characterization of total phenol and flavonoid contents, colour, functional properties from honey samples with different floral origins. *Int J Food Stud* [Internet]. 2021 Oct 18;10(2):346–58. Available from:

- <https://iseki-food-ejournal.com/ojs/index.php/e-journal/article/view/893/321>
15. Karabagias IK, Louppis AP, Kontakos S, Drouza C, Papastephanou C. Characterization and Botanical Differentiation of Monofloral and Multifloral Honeys Produced in Cyprus, Greece, and Egypt Using Physicochemical Parameter Analysis and Mineral Content in Conjunction with Supervised Statistical Techniques. *J Anal Methods Chem* [Internet]. 2018 Jun 5;2018:1–10. Available from: <https://www.hindawi.com/journals/jamc/2018/7698251/>
 16. Camina JM, G. Pellerano R, J. Marchevsky E. Geographical and Botanical Classification of Honeys and Apicultural Products by Chemometric Methods. A Review. *Curr Anal Chem* [Internet]. 2012 May 1;8(3):408–25. Available from: <http://www.eurekaselect.com/openurl/content.php?genre=article&issn=1573-4110&volume=8&issue=3&page=408>
 17. Tarapatskyy M, Sowa P, Zagula G, Džugan M, Puchalski C. Assessment of the Botanical Origin of Polish Honeys Based on Physicochemical Properties and Bioactive Components with Chemometric Analysis. *Molecules* [Internet]. 2021 Aug 8;26(16):4801. Available from: <https://www.mdpi.com/1420-3049/26/16/4801>
 18. Viteri R, Zacconi F, Montenegro G, Giordano A. Bioactive compounds in *Apis mellifera* monofloral honeys [Internet]. Vol. 86, *Journal of Food Science*. 2021. p. 1552–82. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1750-3841.15706>
 19. Jibril FI, Hilmi ABM, Manivannan L. Isolation and characterization of polyphenols in natural honey for the treatment of human diseases. *Bull Natl Res Cent* [Internet]. 2019 Dec 16;43(1):4. Available from: <https://bnrc.springeropen.com/articles/10.1186/s42269-019-0044-7>
 20. Ricardo Moreira, Carlos Maria. Glícidos no Mel. *Quim Nov*. 2001;4(4):516–25.
 21. Becerril-Sánchez AL, Quintero-Salazar B, Dublán-García O, Escalona-Buendía HB. Phenolic Compounds in Honey and Their Relationship with Antioxidant Activity, Botanical Origin, and Color. *Antioxidants* [Internet]. 2021 Oct 27;10(11):1700. Available from: <https://doi.org/10.3390/antiox10111700>
 22. Nešović M, Gašić U, Tosti T, Horvacki N, Šikoparija B, Nedić N, et al. Polyphenol profile of buckwheat honey, nectar and pollen. *R Soc Open Sci* [Internet]. 2020 Dec 9;7(12):201576. Available from: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsos.201576>
 23. Uçar M, Kemal M, Kanbur ED, Kara Y, Özcelik AE, Kolaylı S. The botanical, physicochemical, and biochemical characteristics of Northern Cyprus honeys. *Eur Food Res Technol* [Internet]. 2023 Jun 7 [cited 2023 Jun 28];249(6):1531–41. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s00217-023-04233-w>
 24. Maduro C, Silva S, Maciel E, Cabral G. Produção de néctar e potencial para produção de mel de *Acacia mangium* Willd (Leguminosae, Mimosoideae) no Estado de Roraima. *Bol do Mus Integr Roraima* [Internet]. 2020 Dec 27;13(01):01–17. Available from: <https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/bolmirr/article/view/874/498>
 25. Bogdanov S, Jurendic T, Sieber R, Gallmann P. Honey for Nutrition and Health: A Review. *J Am Coll Nutr* [Internet]. 2008 Dec 31;27(6):677–89. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07315724.2008.10719745>
 26. Barbosa RI, Campos C, Pinto F, Fearnside PM. Os “Lavrados” de Roraima: Biodiversidade e Conservação de Savanas Amazônicas Brasileiras. *Funct Ecosystems Communities*. 2007;1(1):29–41.
 27. Silva SJR, Rebouças MAP. Plantas Melíferas de Roraima. *Bol do Mus Integr Roraima*. 1998 Dec 31;4(01):31–8.
 28. Silva SJR, Absy ML. Análise do pólen encontrado em amostras de mel de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) em uma área de savana de Roraima, Brasil. *Acta Amaz*

- [Internet]. 2000 Dec;30(4):579–579. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672000000400579&lng=pt&tlng=pt
29. Latimer Jr. GW, editor. AOAC Official Method 969.38 Moisture in Honey. In: Official Methods of Analysis of AOAC International [Internet]. New York: Oxford University Press; 2023. p. 0. Available from: <https://doi.org/10.1093/9780197610145.003.3685>
 30. Krell R. Value-Added products from beekeeping-FAO Agricultural Services Bulletin No. 124 [Internet]. Value-Added products from beekeeping. 1996. p. 31–3. Available from: <http://www.fao.org/docrep/w0076e/w0076e14.htm>
 31. Instituto Adolfo Lutz. 1ª Edição Digital. Métodos físicos-químicos para análise de Alimentos. 2008. 1020 p.
 32. Bogdanov S, Martin P, Lullmann C, Borneck R, Flamini C, Morlot M, et al. Harmonised methods of the European Honey Commission. *Apidologie*. 1997;28(SPEC. ISS.):1–59.
 33. Martin MJ, Fredes C, Nuñez G, Ginocchio R, Montenegro G. Comparison of methods for determining the color of Chilean honeys and the relationship of color with botanical origin in central Chile. *Cienc e Investig Agrar* [Internet]. 2014;41(3):27–8. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-16202014000300014&lng=en&nrm=iso&tlng=en
 34. AOAC International, Association of Official Analysis. Official Methods of Analysis of AOAC International. In: Latimer GW, editor. Oxford University Press Oxford; 2019. p. Method 2-66. Available from: <https://www.aoac.org/official-methods-of-analysis/>
 35. Bertonec J, Dobersek U, Jaminik M, Golob T. Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chem* [Internet]. 2007;105(2):822–8. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814607001483>
 36. Bodor Z, Benedek C, Urbán Á, Szabó D, Sipos L. Colour of honey: can we trust the Pfund scale? – An alternative graphical tool covering the whole visible spectra. *LWT* [Internet]. 2021 Sep;149(June):111859. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643821010124>
 37. Pascual-Maté A, Osés SM, Fernández-Muñoz MA, Sancho MT. Methods of analysis of honey. *J Apic Res* [Internet]. 2018 Jan 1;57(1):38–74. Available from: <http://doi.org/10.1080/00218839.2017.1411178>
 38. Pontis JA, Costa LAMA da, Silva SJR da, Flach A. Color, phenolic and flavonoid content, and antioxidant activity of honey from Roraima, Brazil. *Food Sci Technol* [Internet]. 2014 Mar 25;34(1):69–73. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612014000100010&lng=en&tlng=en
 39. Folín O, Ciocalteu V. On tyrosine and tryptophane determinations in proteins. *J Biol Chem* [Internet]. 1927 Jun 1 [cited 2021 Nov 5];73(2):627–50. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)84277-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9258(18)84277-6)
 40. Becerril-sánchez AL, Quintero-salazar B, Dublán-garcía O, Escalona-buendía HB. Phenolic compounds in honey and their relationship with antioxidant activity, botanical origin, and color [Internet]. Vol. 10, *Antioxidants*. 2021. Available from: <https://doi.org/10.3390/antiox10111700>
 41. Brugnerotto P, Seraglio SKT, Dortzbach D, Rita C, Araujo DN, Schulz M, et al. Melissopalynological, chemical and phenolic analysis of “canudo de pito” honey: a product from specific region of Brazil. *Eur Food Res Technol* [Internet]. 2023 Feb 24;249(2):295–306. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00217-022-04116-6>
 42. Da Silva IAA, da Silva TMS, Camara CA, Queiroz N, Magnani M, de Novais JS, et al. Phenolic profile, antioxidant activity and palynological analysis of stingless bee honey

- from Amazonas, Northern Brazil. Food Chem [Internet]. 2013 Dec 15 [cited 2022 Jul 7];141(4):3552–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23993520>
43. Erdtman G, Vishnu-Mittre. On terminology in pollen and spore morphology. J Palaeosciences [Internet]. 1956 Dec 31;5:109–11. Available from: <https://www.jpsonline.co.in/index.php/jop/article/view/496>
 44. Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G. Methods of Melissopalynology. Bee World [Internet]. 1978 Jan 31 [cited 2023 Jul 5];59(4):139–57. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0005772X.1978.11097714>
 45. Barth OM. Pollen in monofloral honeys from Brazil. J Apic Res [Internet]. 1990 Jan 24;29(2):89–94. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00218839.1990.11101202>
 46. Maurizio A, Louveaux J. Les méthodes et la terminologie en méliissopalynologie. Rev Palaeobot Palynol. 1967;3(1–4):291–5.
 47. Macedo RB, De Souza PA, Bauermann SG. Catálogo de pólenes, esporos e demais palinórmorfos em sedimentos holocênicos de Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia - Ser Bot. 2009;64(2):43–78.
 48. Carreira LMM, Barata FCA, Raposo RC, Lobato ES. Morfologia Polínica de Linaceae da Amazônia Brasileira. Bol do Mus Para Emílio Goeldi Ciências Nat. 2005;49–59.
 49. Martins LHP, Miranda IP de A, Nunes CD. Morfologia Polínica de Populações Amazônicas de Elaeis oleifera. Acta Amaz [Internet]. 2003 Jun;33(2):159–66. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672003000200159&lng=pt&tlng=pt
 50. Matos M, Maduro C, Costa C, Silva S. Caracterização polínica das plantas lenhosas do Bosque dos Papagaios, Boa Vista, Roraima, norte do Brasil. Bol do Mus Integr Roraima [Internet]. 2020 Apr 27;8(01):19–41. Available from: <https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/bolmirr/article/view/765>
 51. Santos AM V., Nascimento AS, Santos JS, Silva SMPC, Lucas CIS, Carvalho CAL. Pollen spectrum of the honey of Apis mellifera L. collected in the period of honey production. Sci Electron Arch [Internet]. 2019 Dec 2;12(6):69. Available from: [http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path\[\]=893](http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path[]=893)
 52. The jamovi project. jamovi. (Version 2.3) [Internet]. [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>. 2022. Available from: <https://www.jamovi.org>.
 53. Association of Official Analysis Chemists International (AOAC). Official Methods of Analysis of AOAC International [Internet]. Latimer GW, editor. Oxford University PressOxford; 2019. Method 2-66. Available from: <https://www.aoac.org/official-methods-of-analysis/>
 54. BRASIL. Resolução n. 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. [Internet]. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Brasília; 2000. Available from: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/suasa/regulamentos-tecnicos-de-identidade-e-qualidade-de-produtos-de-origem-animal-1/IN11de2000.pdf>
 55. Borsato DM, Vargas T, Koop L, Farago PV, Almeida MM. Physicochemical Quality Control of Bee Honeys From Campos Gerais Region of Paraná – Brazil. Bol do Cent Pesqui Process Aliment. 2010;28(2):205–12.
 56. De Almeida AMM, Oliveira MBS, Da Costa JG, Valentim IB, Goulart MOF. Antioxidant capacity, physicochemical and floral characterization of honeys from the northeast of Brazil. Rev Virtual Quim. 2016;8(1):57–77.
 57. Moreti ACDCC, Sodré GDS, Marchini LC, Carvalho CAL. Cor de amostras de mel de Apis Mellifera L. de diferentes estados brasileiros. Bol Ind Anim [Internet].

- 2006;63(3):159–64. Available from: <http://www.iz.sp.gov.br/bia/index.php/bia/article/view/1267/1261>
58. Suzart Araújo G, Sampaio KF, Santos FS, Bastos T da S, Oliveira PP, de Carvalho GBM, et al. Biochemical, physicochemical and melissopalynological analyses of two multifloral honey types from Brazil and their influence on mead production. *J Apic Res* [Internet]. 2021 Oct 20;60(5):784–96. Available from: <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1828236>
 59. Pena Júnior DS, Almeida CA, Santos MCF, Fonseca PH V., Menezes E V., de Melo Junior AF, et al. Antioxidant activities of some monofloral honey types produced across Minas Gerais (Brazil). Sarker U, editor. *PLoS One* [Internet]. 2022 Jan 19;17(1):e0262038. Available from: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0262038>
 60. Royo VDA, Oliveira DA De, Veloso PHF, Sacramento DM, Olimpio ELA, Souza LF De, et al. Activities of Honeys Produced in Minas Gerais (Brazil). *Antibiotics*. 2022;11(10):1429.
 61. Jiang W, Paolini J, Bereau D, Battesti MJ, Yang Y, Jean-Marie É, et al. French Guiana honeys from the Amazon biome: First description of volatile fraction and antioxidant capacity. *Heliyon* [Internet]. 2023 Aug;9(8):e18526. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2405844023057341>
 62. Gomes VV, Bandeira AMP, Cordovil KPS, Bandeira Filho J dos R, Braghini F, Biluca FC, et al. Physicochemical characterization and antioxidant activity of honey samples of *Apis mellifera* and different species of *Meliponinae* subfamily from the Brazilian eastern Amazon region. *Food Sci Technol* [Internet]. 2022;42. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612022000101236&tlng=en
 63. Sant'ana LD, Buarque Ferreira AB, Lorenzon MCA, Berbara RLL, Castro RN. Correlation of Total Phenolic and Flavonoid Contents of Brazilian Honeys with Colour and Antioxidant Capacity. *Int J Food Prop* [Internet]. 2014 Jan 2;17(1):65–76. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10942912.2011.614368>
 64. Ortega-Bonilla RA, Morales-Hormiga CH, Chito-Trujillo DM. Evaluación de características fisicoquímicas, compuestos fenólicos, contenido de minerales y color de mieles comerciales del Cauca (Colombia). *Cienc Tecnol Agropecu* [Internet]. 2021 May 8;22(2). Available from: <https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/1894>
 65. Cruz VRR, Cabral GH, Silva SJR, Pereira MJA. Produção e venda de mel apícola no lavrado de Roraima, extremo norte da Amazônia Brasileira. *Rev Sustinere* [Internet]. 2023 Dec 23;11(2). Available from: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/sustinere/article/view/75646>
 66. Farias LR, Mendes TMFF, Panero FS, Satelles JL. Physical and chemical characterization of honey bees of some municipalities of state Roraima. *Periódico Tchê Química* [Internet]. 2018 Jan 20;15(29):39–48. Available from: http://www.deboni.he.com.br/arquivos_jornal/2018/29/39_Periodico29.pdf
 67. Maciel IDNA. Atividade antioxidante, caracterização química e botânica de mel amargo proveniente do município do cantá - RR [Internet]. Universidade Federal de Roraima; 2013. Available from: <http://repositorio.ufr.br:8080/jspui/handle/prefix/464>
 68. Silva S, Rebouças M. Plantas melíferas de Roraima - parte II. *Bol do Mus Integr Roraima* [Internet]. 2020 Apr 22;4(01):31–8. Available from: <https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/bolmirr/article/view/728>
 69. Simas ES, Granja F, Vital MJS. Caracterização micológica de méis roraimenses como critério de segurança alimentar. Universidade Federal de Roraima; 2015.
 70. Kolayli S, Palabiyik I, Atik DS, Keskin M, Bozdeveci A, Karaoglu SA. Comparison of

- Antibacterial and Antifungal Effects of Different Varieties of Honey and Propolis Samples. *Acta Aliment* [Internet]. 2020 Nov 7;49(4):515–23. Available from: <https://akjournals.com/view/journals/066/49/4/article-p515.xml>
71. Kolayli S, Kazaz G, Özkök A, Keskin M, Kara Y, Demir Kanbur E, et al. The phenolic composition, aroma compounds, physicochemical and antimicrobial properties of *Nigella sativa* L. (black cumin) honey. *Eur Food Res Technol* [Internet]. 2023 Mar 4;249(3):653–64. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00217-022-04160-2>
 72. Perna A, Intaglietta I, Simonetti A, Gambacorta E. A comparative study on phenolic profile, vitamin C content and antioxidant activity of Italian honeys of different botanical origin. *Int J Food Sci Technol*. 2013;48(9):1899–908.
 73. Grosso GS, Tangarife MPO, Méndez LMR. Propiedades fisicoquímicas de mieles monoflorales de encenillo de la zona Altoandina en Boyacá, Colombia. *Quim Nova* [Internet]. 2017 Jul 11;40(8):854–64. Available from: <https://quimicanova.sbq.org.br/pdf/AR20160499>
 74. Pena Júnior DS, Almeida CA, Santos MCF, Fonseca PH V, Menezes E V, de Melo Junior AF, et al. Antioxidant activities of some monofloral honey types produced across Minas Gerais (Brazil). Sarker U, editor. *PLoS One* [Internet]. 2022 Jan 19 [cited 2023 Jun 28];17(1):e0262038. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643818300161?via%3Dihub>
 75. Lianda RLP, Sant’Ana LD, Echevarria A, Castro RN. Antioxidant activity and phenolic composition of brazilian honeys and their extracts. *J Braz Chem Soc* [Internet]. 2012;23(4):618–27. Available from: <https://www.scielo.br/j/jbchs/a/ZkmMpywdtcHpL7swCVchXhR/?lang=en>
 76. Jaya F, Evanuarini H, Susanto E, Azkarahman AR. Comparison of the Bioactive Properties of Honey Proteins from Floral Sources in Indonesia. *J Ilmu-Ilmu Peternak (Indonesian J Anim Sci)* [Internet]. 2024;34(1):75–86. Available from: <https://jiip.ub.ac.id/index.php/jiip>
 77. Ferreira ICFR, Aires E, Barreira JCM, Estevinho LM. Antioxidant activity of Portuguese honey samples: Different contributions of the entire honey and phenolic extract. *Food Chem* [Internet]. 2009 Jun;114(4):1438–43. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814608013733>
 78. Estevinho LM, Feás X, Seijas JA, Pilar Vázquez-Tato M. Organic honey from Trás-Os-Montes region (Portugal): Chemical, palynological, microbiological and bioactive compounds characterization. *Food Chem Toxicol* [Internet]. 2012 Feb;50(2):258–64. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22019893>
 79. Arco-Verde M. Potencialidades e Usos da *Acacia mangium* Willd no Estado de Roraima [Internet]. Embrapa Roraima. Documentos, 6. Boa vista-RR; 2002. p. 26. Available from: www.cpafr.embrapa.br
 80. Silva SJ, Cabral G, Maduro C, Maciel E. Espécies vegetais utilizadas como pasto apícola por abelhas *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) em área de savana de Roraima, Brasil. *Bol do Mus Integr Roraima* [Internet]. 2021 Jul 11;14(01):50–61. Available from: <https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/bolmirr/article/view/994>
 81. Oliveira ML, Silva SJR, Silva MC, Araujo ACO, Albuquerque MIC, Tavares SF. Abelhas de roraima: por que tantas espécies em tão pouco espaço? In: Barbosa RI, Valdinar Ferreira Melo, editors. *Roraima: Homem, Ambiente e Ecologia* [Internet]. 1st ed. Boa vista-RR: FEMACT; 2010. p. 523–40. Available from: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/36216>
 82. Barbosa RI, Ferreira EJG, Castellón EG. *Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima*. INPA IN de P da A, editor. Manaus; 1997.

83. Barbosa RI, Nascimento SP do, Amorim PAF de, Silva RF da. Notas sobre a composição arbóreo-arbustiva de uma fisionomia das savanas de Roraima, Amazônia Brasileira. *Acta Bot Brasilica* [Internet]. 2005 Jun;19(2):323–9. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062005000200015&lng=pt&tlng=pt