

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA CENTRO DE  
CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

CARACTERIZAÇÃO E PROPRIEDADES BIOATIVAS  
DOS MÉIS DE *Apis mellifera* L. 1758 DA REGIÃO OESTE DO PARANÁ

SUELEN OLIVEIRA FRANÇA

CRUZ DAS ALMAS-BA  
2018

CARACTERIZAÇÃO E PROPRIEDADES BIOATIVAS  
DOS MÉIS DE *Apis mellifera* L. 1758 DA REGIÃO OESTE DO PARANÁ.

SUELEN OLIVEIRA FRANÇA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,  
como parte das exigências do Curso de  
Graduação de Bacharelado em Biologia, para  
obtenção do título de Bacharel em Biologia.

CRUZ DAS ALMAS-BA  
2018

BANCA EXAMINADORA

*Adailton Freitas Ferreira*

**Prof. Dr. Adailton Freitas Ferreira**

Faculdade de Tecnologia e Ciência de Feira de Santana – BA

*Andréia Santos do Nascimento*

**Dra. Andréia Santos do Nascimento**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus Cruz das Almas

*Samira M.P.C das Silva*

**Dra. Samira Maria Peixoto Cavalcante da Silva**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus Cruz das Almas

CRUZ DAS ALMAS-BA

2018

## *Dedica*

*Ao amor e cuidado de minha avó Lucidalva Lomba, aos meus tios e tias, as minhas mães Rosimeire Lomba e Patrícia Oliveira, ao meu irmão Lucas Oliveira e primos Adely, Anthony, Iasmim, Jaynne, Roseval, e Ruan por todo incentivo e carinho.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus pela dádiva da vida, pelo amor, cuidado e misericórdia que se fizeram presentes todos os dias durante essa caminhada, pela sabedoria e forças a mim conferida pois sem Ele seria impossível chegar até aqui. Graças te dou Senhor!

A minha avó e familiares por todo amor, incentivo e ajuda em todas as áreas que exigiram contribuição para que os obstáculos fossem superados. Em especial ao meu tio Paulo Henrique (In Memoriam) por todo incentivo enquanto estive conosco.

Ao meu orientador Dr. Carlos Alfredo Lopes de Carvalho, por ter me acolhido e apresentado “o mundo das abelhas”, obrigada pelo apoio, orientação e oportunidade.

A minha coorientadora Dra. Samira Maria Peixoto, pelos conhecimentos compartilhados, por todo carinho, paciência e compreensão em cada detalhe. Pela sua disponibilidade e vontade em ajudar, sua maneira de agir me possibilitou desenvolver todas as tarefas a mim designadas com muita dedicação, concentração e amor, colaborou para que eu entendesse aquilo que para mim sempre fez muito sentido: que profissionalismo e trabalho em grupo não tem nada a ver com autoexaltação ou egoísmo. Meu muito obrigada por tudo!

Aos Professores (as) do Curso de Bacharelado em Biologia por compartilhar os conhecimentos que levarei comigo.

Aos colegas do Núcleo de Estudos dos Insetos (INSECTA), em especial à Andreia Santos do Nascimento, Adailton Freitas Ferreira, Brunelle Ramos Andrade, Milena Conceição e Weliton Andrade pelo carinho e ajuda no desenvolvimento das minhas atividades no laboratório.

Aos irmãos da Igreja do Evangelho Quadrangular (IEQ) e Grupo Brilho Celestial, pelas orações e carinho.

Aos meus amigos Antônia (Mota), Antônia Paulo, Audrey Barbosa, André Caetité, Carmelita (Lia), Daniela Max, Daiane Matos, Daniela Reis, Iara Fonseca, Gilca Veloso, Júnior Reis, Larissa Melo, Luana Reis, Lucas Nascimento, Maiane (May), Marinalva (Lhulhu), Maria Alice, Maria Celizia, Noemi, Patrícia Santos, Renato Santos,

Antonieta (Ritinha), Samara Costa, Thais Silva e Taize Amorin, por despertar sorrisos e alegria ao meu coração, principalmente nos dias mais difíceis, o apoio em formas diferente de cada um de vocês foi muito importante para mim. Muito Obrigada!

A Catia Santos, pelos conhecimentos compartilhados e por toda atenção e carinho em uma das etapas deste processo. Ao Leandro Silva pela ajuda e contribuição com seus conhecimentos estatísticos, pelo carinho e apoio nos momentos necessários. A Professora Dra. Luiza Ramos por ser tão atenciosa e por ter se tornando um exemplo (feminino) de profissional para minha vida acadêmica e por toda contribuição em meu crescimento também pessoal.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), pelo apoio e oportunidade para que fosse possível a conclusão do curso. E aos funcionários e técnico por toda ajuda.

A PROPAAE pelo apoio financeiro, por meio do auxílio da Bolsa de Permanência Estudantil.

A todos que, de alguma forma contribuíram para finalização deste trabalho e fase em minha vida.

Com minhas próprias forças e sozinha eu não conseguiria chega até aqui. Quando meus limites “invisíveis” decorrente da falta de sabedoria e experiências foram superados, só então eu avancei.

***“A grandeza da natureza é mais claramente revelada nos seus mínimos detalhes” (Tradução: NILSSON e PRAGLOWSKI, 1992).***

## SUMÁRIO

RESUMO.....	08
ABSTRACT.....	09
1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Mel.....	11
1.2 Análise de qualidade do mel.....	12
1.3 Compostos fenólicos e atividade antioxidante.....	16
1.4 Análise polínica.....	17
2. OBJETIVOS.....	18
2.1 Objetivo geral.....	18
2.2. Objetivos específicos.....	18
3. METODOLOGIA.....	19
3.1 Local da coleta.....	19
3.2 Análise físico-química.....	21
3.3 Propriedades bioativas.....	25
3.4 Análise polínica do Mel.....	27
3.5 Análise estatística.....	27
4. RESULTADOS.....	27
5. DISCUSSÃO.....	40
6. CONCLUSÃO.....	46
7. REFERÊNCIAS.....	46

## RESUMO

FRANÇA, SUELEN OLIVEIRA Bacharelado em Biologia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Março de 2018. Caracterização e propriedades bioativas dos méis de *Apis mellifera* L. da região Oeste do Paraná. Orientador: Prof. Dr. Carlos Alfredo Lopes de Carvalho. Coorientadora: Dra. Samira Maria Peixoto Cavalcante da Silva.

O mel é um alimento natural e rico em nutrientes, muito utilizado para fins medicinais devido ao seu alto valor energético, porém fatores climáticos, origens botânica, coleta e armazenamento podem interferir em sua composição e qualidade. O presente trabalho teve como objetivo avaliar as características e propriedades bioativas dos méis de *Apis mellifera* da região Oeste do Paraná. Vinte amostras foram coletadas em apiários no ano de 2017 e submetidas a análises físico-químicas, propriedades bioativas e polínica no Laboratório do Núcleo de Estudo dos Insetos (INSECTA/CCAAB/UFRB). Os parâmetros físico-químicos avaliados foram: umidade (%), açúcares redutores (%), sacarose aparente (%), pH, acidez total (meq.Kg<sup>-1</sup>), condutividade elétrica (µS.cm<sup>-1</sup>), cinzas (%), hidroximetilfurfural (meq.Kg<sup>-1</sup>), atividade diastásica, sólidos solúveis totais (°Brix) e cor. Para determinação das propriedades bioativas foram avaliados os compostos fenólicos totais (mgEAG.100 g<sup>-1</sup>) e atividade antioxidante DPPH (mg.mL<sup>-1</sup>). Para análise polínica as amostras foram submetidas ao procedimento acetólico e posteriormente determinada às classes de frequência. Todas as análises foram realizadas em triplicata, o tratamento estatístico compreendeu média e desvio padrão e os resultados foram submetidos à análise qualitativa, de acordo com o critério de Scott Knott. As amostras analisadas não atenderam à legislação brasileira pelo menos em um dos parâmetros analisados, mas apresentaram um perfil terapêutico, podendo agir como antioxidantes, devido à presença de compostos fenólicos. Por meio do espectro polínico verificou-se uma grande diversidade de plantas apícola visitadas pela *A. mellifera* sendo a família Fabaceae a mais expressiva, estando presente em todas as amostras e com maior riqueza de tipos polínicos, seguidas de Myrtaceae e Bixaceae. A grande variação nos resultados entre as amostras avaliadas pode ser devido a diferentes origens florais dos méis ou pode ter origem na exposição do produto a condições de temperatura e umidade inadequadas, nas etapas de manejo, processamento ou armazenamento do mel.

**Palavra-chave:** Abelha melífera, Apicultura, Produtos da Colmeia, Melissopalínologia.

## ABSTRACT

FRANÇA, SUELEN OLIVEIRA Bachelor of Biology, Federal University of Recôncavo da Bahia, March 2018. Characterization and bioactive properties of *Apis mellifera* L. honeys from the western region of Paraná. Privacy Policy Dr. Carlos Alfredo Lopes de Carvalho. Coordination: Dr. Samira Maria Peixoto Cavalcante da Silva.

Honey is a natural food rich in nutrients, widely used for medicinal purposes because of its high energy value, but climatic factors, botanical origins, collection and storage can interfere in its composition and quality. The objective of this work was to evaluate the bioactive characteristics and properties of *Apis mellifera* honeys from the western region of Paraná. Twenty samples were collected in apiaries in 2017 and submitted to physicochemical analysis, bioactive and pollinic properties in the Laboratory of the Insect Study Center (INSECTA / CCAAB / UFRB). The physical-chemical parameters evaluated were: moisture (%), reducing sugars (%), apparent sucrose (%), pH, total acidity (meq.Kg<sup>-1</sup>), electrical conductivity (μS.cm<sup>-1</sup>), hydroxymethylfurfural (meq.Kg<sup>-1</sup>), diastase activity, total soluble solids (° Brix) and color. To determine the bioactive properties, the total phenolic compounds (mgEAG.100 g<sup>-1</sup>) and antioxidant activity DPPH (mg.mL<sup>-1</sup>) were evaluated. For pollen analysis the samples were submitted to the acetone procedure and subsequently determined to the frequency classes. All analyzes were performed in triplicate, the statistical treatment comprised mean and standard deviation and the results were submitted to qualitative analysis, according to the Scott Knott criterion. The analyzed samples did not comply with the Brazilian legislation in at least one of the analyzed parameters, but presented a therapeutic profile, being able to act as antioxidants, due to the presence of phenolic compounds. Through the pollen spectrum there was a great diversity of apicultural plants visited by *A. mellifera* being the Fabaceae family the most expressive, being present in all the samples and with greater richness of pollinic types, followed by Myrtaceae and Bixaceae. The large variation in results between the samples evaluated may be due to different floral origins of the honey or may originate from the exposure of the product to inadequate temperature and humidity conditions in the stages of handling, processing or storage of the honey.

**Keywords:** Honey Bee, Beekeeping, Beehive Products, Melissopalynology.

## 1. INTRODUÇÃO

A apicultura está entre as atividades de maior relevância na economia, na ecologia e no contexto social, podendo ser desenvolvida por pequenos e médios produtores em administração familiar (RODRIGUES et al., 2005; VILLAS-BÔAS, 2012), com fins lucrativos, que tem como principal vantagem a não poluição do meio ambiente (MAGALHÃES e VENTURIERI, 2010).

O Brasil tem avançado na atividade apícola por apresentar uma série de características naturais que o torna um dos países que apresenta grande potencialidade apícola, dentre elas destaca-se à alta diversidade, grande riqueza e abundância florística, complexidade, clima e uma ampla extensão de terra, visto que este tipo de atividade, além do manejo, estar estreitamente relacionado com tipos de formações vegetacionais presentes em uma determinada região, podendo maximizar a produção dos produtos da colmeia (MARCHINI et al. 2004; PEROSA et al., 2004; SANTOS et al., 2006; SILVA, 2010).

O Paraná está entre os Estados que apresenta grande potencial no ramo da apicultura, especialmente na região oeste, devido a sua formação geográfica com influência dos climas subtropical úmido e mesotérmico com pouca estação seca, com verões normalmente chuvosos, ocorrência de geadas e altas temperaturas, relevo plano ou com pequenas ondulações, solo rico em nutrientes do tipo argilosos, vegetação classificada como Floresta Estacional Semidecidual e presença do Lago Itaipu, estes fatores favorecem o desenvolvimento de plantas que comumente são visitadas pelas abelhas, fazendo com que a apicultura seja bem desenvolvida na região aumentando, desta forma a produtividade das cultivares de interesse apícola por meio da polinização, garantindo a geração de renda para as populações (VELOSO et al., 1991; SILVA 2003; BHERING et al., 2008; ITAIPU BINACIONAL, 2009).

A polinização permite a interação entre insetos e plantas, podendo ser um importante elemento contribuinte para a adaptação, reprodução sexuada e dispersão das diferentes espécies vegetais visitada pelas abelhas para coleta de recursos florais. A polinização consiste basicamente na deposição de grãos de pólen presentes no estame para o estigma das flores por meio de um agente polinizador (D'AVILA e MARCHINI, 2005; WOLFF et al., 2008; COSTA-MAIA et al., 2010).

Dentre os diferentes indivíduos inclusos na família Apidae usadas na atividade de polinização no Brasil *Apis mellifera* L. 1758, pertencente à subfamília Apinae e tribo

Apini, conhecida popularmente como abelha com ferrão ou abelhas africanizadas, tem sido bastante explorada, isso se deve ao tipo de alimentação das abelhas (pólen e néctar), baixa especificidade para com as diferentes plantas visitadas, incluindo espécies nativas e cultivadas e por melhor se adaptar a diferentes habitats e condições climáticas em função de manter a colmeia forte, esta espécie também é considerada uma das principais utilizadas na produção dos produtos da colmeia, sobretudo o mel para consumo humano, além de produzirem a própolis, geleia real, apitoxina e cera, produtos com alto valor e intensa procura no mercado consumidor (BUZZI e MIYAZAKI, 2002; VILLAS-BÔAS e MALASPINA, 2005; BARBOSA et al., 2007; MENDONÇA et al., 2008).

## **2. Revisão de literatura**

### **2.1. Mel**

De acordo com a legislação brasileira (Brasil, 2000), mel é definido como:

[...] “produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia” (BRASIL, 2000).

O mel tem origem natural e apresenta normalmente um aspecto fluído e viscoso, composto, essencialmente, por água, açúcares, carboidratos, ácidos orgânicos e fenólicos, proteínas, enzimas, hormônios, lipídios, vitaminas, pigmentos, sais minerais, aminoácidos, grãos de pólen, cera dentre outros compostos (CRANE 1983; CODEX, 1990; ALVES et al., 2015; OROIAN e ROPCIUC, 2017).

A mistura destes componentes atribui ao mel um alto valor nutricional e um perfil terapêutico, visto que este é muito utilizado pelas populações na medicina natural em forma de xarope ou *in natura* no tratamento de gastrites, queimadura, gripe e antienvhecimento, devido às suas propriedades antibacteriana, antiinflamatória, antioxidante, antifúngica, energética e cicatrizante, advindas das ações dos seus constituintes (MOLAN, 1999; AHMED et al., 2013; CAMPONE et al., 2014; CALVO

e VÁZQUEZ, 2016; YOUSUF et al., 2016; MANZANARES et al., 2017; ZUCCATO et al., 2017).

O mel pode apresentar além do aspecto viscoso uma consistência mais espessa ou cristalina, essas variações estão relacionadas com o modo de coleta, estocagem e temperatura que o mesmo tenha sido submetido. As colorações bem como o aroma podem também variar de acordo com as flores, clima, manipulação, armazenamento dentre outros fatores (ALVES et al., 2005; LORENZETTI et al., 2009; VILLAS-BÔAS, 2012).

Os ácidos fenólicos estão entre os componentes fitoquímicos presentes no mel que são considerados as principais substâncias que lhe conferi um caráter antioxidante, pois estes agem na inibição dos radicais livres presentes nos organismos ou alimentos (BERTOLDI et al., 2012; OROIAN e ROPCIUC, 2017). A composição/proporção das substâncias presentes nos diferentes méis depende principalmente de fatores climáticos, vegetais, sanidade das colônias, maturação do mel e especificidades comportamentais das diferentes espécies de abelhas (ALVES et al., 2005; SILVA et al., 2013; MANZANARES et al., 2014).

O mel como qualquer alimento, precisa estar de acordo com a legislação e critérios que determinam quais são as análises padrões e quais valores limites que devem ser respeitados para garantir, por meio de certificados, a qualidade do produto para o consumidor (BRASIL, 2000; SARAIVA et al., 2013).

A principal finalidade da legislação para méis é assegurar a qualidade do produto que será destinado á comercialização (BRASIL, 2000; MENDES et al., 2009 e GOIS et al., 2013). A adulteração do mel pode ser vista, mediante, a fermentação e perdas de cor e sabor. Sua qualidade pode ser alterada durante o aquecimento, coleta, estocagem, clarificação e centrifugação (GOIS et al., 2013; LIRA et al., 2014).

A fim de assegurar a qualidade do mel no Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por meio da Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000 (Brasil, 2000), estabelece valores mínimos e máximos para cada parâmetro sensorial e físico-químico, os quais definem a qualidade dos méis florais e de melato (ALVES, et al., 2005; LIRA et al., 2014). Diante destes fatores determinantes, faz-se necessário, análises físicas, químicas e biológicas dos méis, com o objetivo de conhecer a composição e avaliar a sua qualidade, além de verificar o teor e a atuação que cada substância contida nos diferentes méis podem desempenhar nos organismos (OLIVEIRA et al., 2012; BELAY et al., 2013; GOIS et al., 2013; PASIAS et al., 2017).

## **2.2. Análise de qualidade do mel**

Dentre os requisitos básicos para se determinar a qualidade do mel de acordo com a legislação vigente, destacam-se análises das características sensoriais e físico-químicas, aspectos macro e microbiológicos que apontam a inexistência e/ou presença em baixo nível de substâncias impuras (estabelecimento de insetos, larvas, grão de areia, partes das plantas e outros objetos de qualquer natureza), que possam interferir na qualificação do mel para posterior comercialização (BRASIL, 2000; BELAY et al., 2013; RUFINO et al., 2015).

### **2.2.1. Características físico-químicas do mel**

- Açúcares Redutores e Sacarose Aparente

O mel é uma mistura de carboidratos com dominância dos açúcares redutores glicose e frutose variando de 85 a 95% da sua composição (VIDAL e FRAGOSI, 1976; ALVES et al., 2005; CARVALHO et al., 2005). A glicose é insolúvel, portanto, é responsável pela cristalização e quando em níveis elevados pode promover a ação de leveduras, causando a fermentação no mel, por meio do aumento da umidade e temperatura (GOIS et al., 2013). A molécula de frutose possui alta capacidade em absorver água e por este motivo promove a doçura do mel (AROUCHA et al., 2008; GOIS et al., 2013).

Os açúcares não redutores são representados por dissacarídeos e trissacarídeos. Dentre os dissacarídeos a sacarose recebe destaque por ser um açúcar passível de hidrólise por meio de ácidos ou enzimas, sua concentração pode ser alterada decorrente da transformação deste dissacarídeo em monossacarídeos ou ainda pelo aumento da temperatura que acaba por degradar a enzima invertase, impossibilitando a conversão deste em glicose e frutose (VENTURINE et al., 2007; AROUCHA et al., 2008; GOIS et al., 2013).

- Umidade

A umidade representa o teor de água em um alimento, sendo este o segundo componente em maior quantidade no mel (CARVALHO et al., 2005). Segundo Venturine et al. (2007) e Gois et al. (2013), a umidade pode interferir na viscosidade, peso específico, maturidade, sabor, e conservação do alimento. A análise desta característica também está relacionada com a estabilidade e qualidade do mel, uma vez que a quantidade de água presente em um alimento pode influenciar no

desenvolvimento e estabelecimento de microrganismos e insetos, podendo estimular o processo de fermentação e degradação diminuindo, desta forma o tempo de prateleira do alimento (ARAÚJO et al., 2006; CAMPOS et al., 2010; FINCO et al., 2010; GOIS et al., 2013; LIRA et al., 2014).

- pH e Acidez

O pH refere-se ao potencial hidrogeniônico de uma solução, este pode ser alterado devido a composição do solo, diferentes espécies de plantas apícola, substâncias presentes nas mandíbulas das abelhas, os quais podem entrar em contato com o néctar durante a coleta, dentre outros fatores (CARVALHO et al., 2005; GOIS et al., 2013).

O pH influencia na velocidade e estabilidade dos compostos presentes no mel, podendo alterar seu pH original que varia entre 3,5 e 5,5, aumentando o processo fermentativo e estimulando a adulteração do alimento (CARVALHO et al., 2005; GOIS et al., 2014; LIRA et al., 2014). A análise do pH pode ser utilizada para posterior avaliação da acidez total e é considerada um parâmetro complementar (BRASIL, 1985).

A presença de ácidos no mel favorece a sua estabilidade com relação ao desenvolvimento dos microrganismos. O ácido glucônico estar presente em maior quantidade, enquanto que os demais ácidos, a exemplo, acético benzóico, cítrico, fórmico, dentre outros, estão em proporções menores (ALVES et al., 2005; CARVALHO et al., 2005; RODRIGUES et al., 2005; GOIS et al., 2013; LIRA et al., 2014).

A avaliação dos valores de pH e acidez podem indicar o estado de conservação, armazenamento se foi inadequado ou não e o grau de fermentação do mel. Os valores de pH e acidez dentro dos limites estabelecidos, indicam ausência ou inativação de leveduras e bactérias decorrente do meio desfavorável, impedindo assim a fermentação e, desse modo, conferi características sensoriais e químicas benéficas ao mel (GOIS et al., 2013; LIRA et al., 2014).

- Hidroximetilfurfural (HMF)

O hidroximetilfurfural é uma molécula formada, principalmente, durante a reação de decomposição de açúcares hexoses através do processo de desidratação (VIDAL e FRAGOSI, 1984; ALCÁZAR et al., 2006; VENTURINE et al., 2007; NAFEA et al., 2011; GOIS et al., 2013). Além disso, a presença no mel de açúcares

simples e água em meio ácido fornece condições favoráveis à formação desse composto furânico (NOZAL et al., 2001).

Méis armazenados por tempo prolongado em temperatura ambiente alta e/ou superaquecimento e com altos valores de pH, acidez e sais minerais podem apresentar valores elevados de HMF, determinando o grau de envelhecimento ou adulterações provocadas por adição de açúcar invertido (SILVA et al., 2004; FINCO et al., 2010; LEMOS et al., 2010; GOIS et al., 2013; CALVO e VÁZQUEZ, 2016).

- Atividade Diastásica

A diástase ( $\alpha$ -amilase) é uma enzima formada nas glândulas hipofaríngeas das abelhas e está presente nos méis. Esta enzima é responsável pela hidrólise do amido (amilase), além de apresentar alta sensibilidade ao calor quando comparado à invertase e, por este motivo, sua análise é indicada para avaliação da qualidade do mel (CARVALHO et al., 2005).

Valores dentro do permitido indicam que o aquecimento não afetou de forma negativa às propriedades do mel, já valores acima do estabelecido informam à sua alteração com relação à armazenagem e aquecimento no qual este produto foi submetido (CARVALHO et al., 2005; VENTURINE et al., 2007; GOIS et al., 2013; SARAIVA et al., 2013;).

- Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica está relacionada com o pH, acidez, minerais, proteínas e outros compostos presentes no mel (ALVES et al., 2005; FINCO et al., 2010; GOIS et al., 2013). Não há limite padrão para esse parâmetro na legislação, é considerada apenas uma análise complementar (BRASIL, 1985; BRASIL, 2000), entretanto, Bogdanov et al. (1999), indica um valor máximo de  $800 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  e sugere que esta análise seja feita para pesquisas sobre as origens botânicas das diferentes amostras de méis (BOGDANOV et al., 1999; CARVALHO et al., 2005).

- Cinzas

O teor de cinzas refere-se à quantificação dos resíduos inorgânicos de um alimento, no caso do mel estes devem estar em menor proporção (CARVALHO et al., 2005; GOIS et al., 2013). A concentração de minerais contidos nos méis podem sofrer alterações durante a coleta das abelhas, do apicultor, clima, solo, origem botânica, e

volatizarão durante o aquecimento deste alimento (FINCO et al., 2010; CALVO e VÁZQUEZ, 2016).

- Sólidos Solúveis Totais (°Brix)

Refere-se a sólidos solúveis totais qualquer substância que se dissolve em um solvente. Este tipo de análise é feita quando se deseja identificar adulterações em um alimento, em especial o mel por meio da adição de açúcares (PARK e ANTÔNIO, 2006; SILVA et al., 2008). Méis que apresentam valores próximos ou acima dos teores de açúcares totais pode-se inferir que estes não apresentam adulterações, tornando-se aceitável para consumo humano (BRASIL, 2008).

- Cor

A cor está entre os parâmetros sensoriais de maior preferência do mercado consumidor, este dá prioridade às tonalidades mais claras, pois acredita-se que o sabor mais agradável esteja presente nestes méis (VENTURINE et al., 2007). O escurecimento pode ser atribuído à origem botânica, processamento, armazenamento, clima, temperatura, teor de carboidratos, minerais e outras substâncias químicas (CARVALHO et al., 2005; LIRA et al., 2014). Segundo a legislação brasileira as tonalidades do mel para comercialização está entre âmbar extra claro e pardo-escuro (BRASIL, 2000). O clareamento se dá a partir da cristalização, cristais mais finos tendem a deixar o mel com a cor mais clara, entretanto, este processo pode alterar as características dos méis e, deste modo influência na qualidade do mesmo (GOIS et al., 2013).

**Tabela 1:** Características físico-químicas e seus respectivos valores preconizados pela legislação brasileira para méis florais.

Características	Padronização pela legislação
Umidade	Máximo 20 (%)
Açúcares redutores	Mínimo 65 (%)
Sacarose aparente	Máximo 6 (%)
pH	-
Acidez	Máximo 50 (meq.Kg <sup>-1</sup> )
Hidroximetilfurfural (HMF)	Máximo 60 (mg.Kg <sup>-1</sup> )
Diastáse (Gothe)	Mínimo 8 (%)
Sólidos solúveis totais	-
Condutividade Elétrica	-
Cinzas	Máximo 0,6 (%)

### 2.3. Compostos Fenólicos Totais e Atividade antioxidante

Algumas substâncias desempenham função antioxidante, atuando na inibição de espécies reativas de oxigênio presentes nos organismos ou alimentos, a exemplo: íon superóxido ( $O_2^-$ ), ânion superóxido ( $O_2^-$ ), hidroxila (OH), peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), dentre outros, estas moléculas apresentam um elétron livre em sua constituição molecular, tornando-as estáveis ao se ligar com outro elétron. Os Radicais livres podem ser gerados por meios endógenos (organelas do organismo como: mitocôndrias, peroxissomos, lisossomos, dentre outros) ou exógenos, como exemplo, a poluição do ar e radiação (MACHLIN e BENDICH, 1987; BOBBIO e BOBBIO, 1992; KOO e SUHAILA, 2001).

A análise da atividade antioxidante nos méis pode ser avaliada por meio do radical DPPH, este método mede a capacidade de uma substância em neutralizar estes radicais. Em solução metanólica, o DPPH apresenta uma forte coloração roxa, ao colocar compostos antioxidantes na amostra, esses neutralizam o radical doando um átomo de hidrogênio e convertendo o DPPH num derivado incolor. A perda de cor pode ser monitorada ao longo do tempo por espectrofotometria e está correlacionada com a capacidade antiradicar da amostra testada (POKORNY e YAVISHLIEVA, 2001).

Neste sentido os compostos fenólicos podem agir como antioxidantes naturais, atuando na quebra de íons férrico, no estímulo de enzimas desintoxicantes (glutathione S transferase) ou na redução da oxidação lipídica nos alimentos, podendo preservar o sabor, aroma e características físico-químicas dos alimentos aumentando, deste modo à vida de prateleira, podendo também conferir sabores característicos aos diferentes méis (KOO e SUHAILA, 2001; PYRZYNSKA e BIESAGA, 2009; BERTOLDI et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2012; OROIAN e ROPCIUC, 2017).

Os ácidos fenólicos possuem um anel benzênico, além de um grupamento carboxílico e hidroxila, compostos responsáveis por sua ação antioxidante nos alimentos (SOARES, 2002; BERTOLDI et al., 2012). A proporção total destes compostos nos diferentes méis depende da origem botânica, clima e solo e podem estar envolvidos com a atividade antioxidante no mel (BOBBIO e BOBBIO, 1992; OROIAN e ROPCIUC, 2017). Dentre as substâncias fenólicas destacam-se os flavonoides, considerados compostos polifenólicos, possuem uma estrutura benzoica, estão presentes nas plantas como metabólitos secundários, nas frutas (cítricas e uvas), nas hortaliças, cereais e nos méis atuando como antioxidante, dentre os principais flavonoides destacam-se:

Antocianidinas, Flavonóis, Favononas, Flavonas, Isoflavonóides e Chalconas e Auronas (CORREA et al., 2009).

A espécie e origem botânica estão entre os principais fatores que determinam a quantidade e os tipos de compostos fenólicos que estarão presentes no mel, isso se deve ao fato destes serem advindo do metabolismo secundário dos vegetais e por consequência está presente no néctar, uma das principais fontes de alimento destes insetos e matéria prima para produção de mel. Em decorrência de algum estresse que o vegetal tenha sofrido, este pode produzir mais ou menos metabólitos, essa produção também está intimamente ligada à defesa da planta contra danos (MELO e GUERRA, 2002; BERTOLDI et al., 2012; LIRA, 2014).

#### **2.4. Análise polínica**

Existe uma grande variedade de forma e composição de pólenes, os diferentes tipos polínicos estão associados à região ou época de produção destes pelas plantas. Neste sentido, o conhecimento da flora apícola é de grande relevância na apicultura, vez que as flores utilizadas pelas abelhas apresentam características e constituição diversificada, podendo determinar a composição final dos produtos das abelhas (SODRÉ et al., 2008; COSTA-MAIA et al., 2010).

Decorrente das diferentes espécies florísticas nativas presentes no Brasil, o mel produzido no país é caracterizado por apresentar uma grande diversidade polínica tornando, desta forma o território brasileiro um grande produtor e comercializador dos produtos da colmeia, além de contribuir na propagação das espécies vegetais com grande potencial apícola por meio da polinização (COSTA-MAIA et al., 2010).

As abelhas ao coletar o néctar das flores acabam por misturar grãos de pólen, o qual é posteriormente armazenado nos favos de mel ou mesmo os grãos podem ser aderidos ao seu corpo (corbícula ou pêlos). Comumente as análises polínicas dos méis têm sido realizadas com a finalidade de caracterizar o tipo de flora visitada pelas abelhas durante a coleta do néctar, uma vez que este é um dos fatores envolvidos na composição, propriedades e qualidade dos produtos associados com o sucesso da comercialização apícola e, neste sentido o pólen tem se tornado uma importante ferramenta quando se deseja conhecer a origem botânica podendo, diante disto trabalhar em prol da caracterização, qualidade e aumento da produtividade, podendo amplificar a comercialização do alimento, em especial do mel, já que a origem botânica pode ser um

indicativo das possíveis causas de adulterações deste alimento (BARTH, 1989; BRASIL, 2000; COSTA-MAIA et al., 2010).

As abelhas têm um apelo ambiental muito forte devido aos serviços de polinização que desempenham na agricultura e na natureza. Adicionalmente, os produtos das colônias, tais como mel e pólen têm sido bastante apreciados no Brasil, gerando renda e divisas para diferentes setores da sociedade. Apesar da sua importância, ainda existe poucas informações sobre as características e propriedades desses produtos, notadamente àquelas bioativas, relevantes para a saúde humana. Em parte, essa dificuldade está em função da diversidade de espécie e de biomas brasileiros, mas também faltam estudos neste segmento. No Brasil, em especial na região do Paraná-PR, encontramos um retrato dessa diversidade com muitos ecossistemas e espécies de abelhas sociais de interesse ambiental e agrícola, com potencial de exploração econômica, tanto ao nível do agronegócio, como na agricultura familiar.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo geral:**

Avaliar as características e as propriedades bioativas dos méis de *Apis mellifera* da região Oeste do estado do Paraná.

#### **3.2. Objetivos específicos:**

- Verificar por meio de análise físico-química se os méis de *A. mellifera* em estudo apresentam qualidade;
- Avaliar as propriedades bioativas (Compostos Fenólicos Totais e Atividade Antioxidante) dos méis de *A. mellifera*;
- Identificar o espectro polínico dos méis de *A. mellifera*.

### **4. METODOLOGIA**

#### **4.1. Local da coleta**

As amostras foram coletadas no período de maio a agosto de 2017 na região Oeste do Paraná (Figura 1), coletando um total de (n= 20) amostras, cinco de cada localidade, os municípios escolhidos foram:

1. Marechal Cândido Rondon (24° 33' 24" S, 54° 3' 24" W, altitude 420 m): amostras INS1 01 a 05. 2. Santa Helena (24° 51' 37" S, 54° 19' 58" W, altitude 258 m): amostras INS2 06 a 10. 3. Diamante do Oeste (24° 56' 34" S, 54° 06' 12" W, altitude 521 m): amostras INS3 11 a 15. 4. Missal (25° 05' 31" S, 54° 14' 51" W, altitude 328 m): amostras INS4 16 a 20.



**Figura 1:** Localização da região Oeste do Estado do Paraná- PR.

As amostras foram armazenadas em recipiente de plástico e higienizada, em seguida encaminhadas para o Laboratório do Núcleo de Estudos dos Insetos (INSECTA) do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas – BA, após três meses armazenadas no laboratório foram feitas as análises físico-químicas, propriedades bioativas e polínicas para verificar se apresenta qualidade para consumo. Todas as amostras foram avaliadas em triplicata.

## 4.2. Análise Físico-Química do Mel

Os parâmetros avaliados foram:

**4.2.1. Açúcares Redutores (AR) e Sacarose (Sac):** Determinado de acordo com o método descrito por Lane e Eynon (1934), modificada por Marchini (2004).

**1. Padronização do licor de Fehling:** Foi pipetado uma alíquota de 25 mL da solução padrão de açúcar invertido a 2% e diluiu com água destilada em balão volumétrico de 200 mL (C). Utilizou-se esta solução para titular 10 mL do licor e o volume gasto foi anotado (Vp).

**2. Açúcares redutores:** Solução da amostra: Foram dissolvidos 2,5 g de mel em 50 mL (A) de água destilada. Pipetou uma alíquota de 10 mL (b) desta solução e diluiu para 200 mL (B) com água destilada. Essa solução foi titulada com 10 mL do licor de Fehling e o volume gasto foi anotado (Va). O teor em açúcares redutores foi determinado de acordo com a seguinte equação:

$$Ar = \frac{Vp \cdot A \cdot B \cdot c}{Va \cdot P \cdot b \cdot C}$$

**3. Sacarose:** Solução da amostra: Foram dissolvidos 2,5 g de mel em 50 mL (A) de água destilada. Pipetou uma alíquota de 10 mL (b) da solução da amostra para um balão volumétrico de 200 mL contendo 20 mL de ácido clorídrico a 0,75 N mantendo a mesma em banho-maria a 65° C por 30 minutos. Em seguida foi retirado do banho-maria e deixou a solução resfriar em temperatura ambiente. Neutralizou esta solução com hidróxido de sódio a 0,75 N, e diluiu em balão volumétrico de 200 mL (B) com água destilada. Essa solução foi titulada com 10 mL do licor de Fehling e o volume gasto anotado (Vah). O teor de sacarose foi determinado de acordo com a seguinte equação:

$$Sac = \left[ \left( \frac{Vp \cdot A \cdot B \cdot c}{Vah \cdot P \cdot b \cdot C} \right) - AR \right] \times 0,95$$

Onde:

Vp = volume gasto na padronização do licor de Fehling, utilizando a solução diluída do padrão em mL;

Vah = volume gasto na titulação da amostra hidrolisada, utilizando a solução diluída da amostra após o processo de hidrolise da amostra, mL;

0,95 = fator de conversão da porcentagem de açúcares redutores para sacarose aparente;

P = massa da amostra em g;

A = volume do balão da solução da amostra em mL;

B = volume do balão da solução diluída da amostra em mL;

b = volume pipetado da solução da amostra para o balão da solução diluída em mL;

C = volume do balão da na diluição padrão de açúcar invertido 2% em mL;

c = volume pipetado da solução padrão de açúcar invertido 2% para balão da solução diluída do padrão em mL.

**4.2.2. Umidade:** Determinado de acordo com o método descrito por Atago (1988). A amostra de mel foi homogeneizada e a leitura foi efetuada com um refratômetro manual digital específico para mel. Os resultados foram expressos em %.

**4.2.3. Hidroximetilfurfural (HMF):** Determinado de acordo com o método espectrofotométrico descrito na A.O.A.C (1990) (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL COUNCIL). Foram dissolvidos 5 g de mel em 25 mL de água destilada e transferiu para um balão volumétrico de 50 mL, ao qual foram adicionados 0,5 mL de solução Carrez I e 0,5 mL de solução Carrez II e completou o volume com água destilada. Posteriormente filtrou-se essa solução, os primeiros 10 mL de filtrado foram rejeitados. Em todos os tubos analisados foram adicionados 5 mL da solução de mel. A um dos tubos adicionou-se 5 mL de água destilada (solução amostra) e ao outro 5 mL de solução bissulfito de sódio 0,2% (solução referência). Foi lida a absorbância das soluções a 284 e 336 nm num espectrofotômetro UV-visível. O valor de HMF foi determinado através da seguinte fórmula:

$$\text{HMF em mg.Kg}^{-1} = (A_{284} - A_{336}) \times 149,7 \times 5 \times D/W$$

Onde:

A<sub>284</sub> = absorbância em 284nm;

A<sub>336</sub> = absorbância em 336nm;

D = fator diluição, caso seja necessário;

W = peso em g da amostra de mel;

Fator = 149,7 = (126 x 1000 x 1000)/(16830 x 10 x 5).

**4.2.4. Atividade Diastásica:** Determinada de acordo com o método descrito em C.A.C (1990). Foram dissolvidos 10 g de mel em 5 mL de solução tampão acetato de sódio a pH 5,3 e em 20 mL de água destilada. Em um balão volumétrico de 50 mL, colocou-se 3 mL de solução de cloreto de sódio 0,5 M e a solução de mel, e completou-se o volume

com água destilada. Foram transferidos 10 mL dessa solução para dois balões volumétricos de 50 mL (balão 1 = solução de referência; balão 2 = solução amostra) que foi colocados em banho-maria a 40°C, juntamente com a solução de amido com um índice de azul entre 0,5 e 0,55. Após 15 minutos no banho, foram adicionados 5 mL de água destilada ao balão 1 e 5 mL de solução de amido ao balão 2. Em intervalos de tempo de 5 minutos, transferiu-se 1 mL dos balões 1 (referência) e 2 (amostra) para balões volumétricos de 50 mL que continham 10 mL de solução de iodo 0,0007 mol/L e 35 mL de água destilada. Leu-se a absorbância da solução amostra (balão 2) a 660 nm, usando como branco a solução referência (balão 1), num espectrofotômetro. A absorbância da amostra foi lida de 5 em 5 minutos, até ser atingido um valor inferior a 0,235 nm. Construiu-se um gráfico da absorbância em função do tempo, de modo a determinar o tempo em que a absorbância atingiu o valor de 0,235 nm.

O índice diastásico foi determinado de acordo com a seguinte fórmula:

$$ID = 300/t.$$

Onde:

T = tempo/min.

**4.2.5. pH:** Determinado de acordo com o método descrito pela A.O.A.C (1990). Dissolveu-se 10 g de mel em 75 mL de água destilada. O pH foi determinado por leitura direta com o medidor de pH.

**4.2.6. Acidez:** Determinada de acordo com o método da A.O.A.C (1990). Foram dissolvidos 10 g de mel em 75 mL de água destilada, em seguida essa solução foi titulada com hidróxido de sódio (NaOH) 0,05 mol/L até obter um pH 8,5. O valor da acidez foi determinado, multiplicando por 5 o volume de NaOH gasto. Os resultados foram expressos em miliequivalentes de ácidos por 1000 g de mel (meq.Kg<sup>-1</sup>).

**4.2.7. Condutividade elétrica:** Determinada de acordo com o método descrito em Sancho et al. (1991). Dissolveu-se 10g de mel a 20°C em seguida foi realizada a leitura da amostra em um condutivímetro. Os resultados foram expressos em (µS.cm<sup>-1</sup>).

**4.2.8. Teor de Cinzas:** Foram dissolvidos 14 g de mel em 75 mL de água destilada. Foi feito a leitura em um condutivímetro Tecnal modelo HI 8820. Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

**4.2.9. Sólidos Solúveis Totais (°Brix):** Determinado por refratometria, utilizando-se um refratômetro manual marca Atago modelo N-50E a 20 °C. Os resultados foram expressos em °Brix.

**4.2.10. Cor:** A classificação de cor do mel foi determinada de acordo com o método descrito por Vidal e Fregosi (1984). Utilizou-se um espectrofotômetro e a leitura foi efetuada a 560 nm em célula de quartzo de 1 cm, usando-se como branco a glicerina pura. Posteriormente o valor encontrado foi transformado em cor pela escala de Pfund (Tabela 2).

**Tabela 2.** Escala de cores de Pfund para a classificação do mel

Cor	Escala de Pfund	Faixa de cor (nm)
Branco d'água	1 a 8 mm	0,030 ou menos
Extra branco	8 a 17 mm	0,030 a 0,060
Branco	17 a 34 mm	0,060 a 0,120
Extra âmbar claro	34 a 50 mm	0,120 a 0,188
Âmbar claro	50 a 85 mm	0,188 a 0,440
Âmbar	85 a 114 mm	0,440 a 0,945
Âmbar escuro	> 114 mm	> 0,945

Fonte: Vidal e Fregosi.

### 4.3. Propriedades Bioativas

#### 4.3.1. Preparação da amostra de mel

As amostras de méis foram pesadas e, em seguida realizadas as diluições em balão volumétrico. Foram utilizadas 2,5 g de mel dissolvida em 25 mL de água deionizada.

**4.3.2. Determinação dos Compostos Fenólicos Totais:** A quantificação dos compostos fenólicos totais foi realizada pelo método de Folin-Ciocalteu seguindo o método de Singleton et al. (1999). A solução padrão do ácido gálico ( $0,188\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) foi

utilizada para a obtenção da curva de calibração ( $y = 0,0099x + 0,0119$ ;  $R^2 = 0,9976$ ). Para a análise foram adicionados 0,5 mL da solução de mel, 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu a 10% e 2 mL de carbonato de sódio a 4% (v/v). Em seguida foi incubada no escuro por 2h à temperatura ambiente, posteriormente foi feita a leitura em espectrofotômetro a 760 nm de absorvância utilizando água deionizada como branco.

**4.3.3 Determinação dos Flavonoides Totais:** O teor de flavonoides totais foi determinado segundo o método descrito por Woisky e Salatino (1998) modificado, que se baseia na propriedade do cátion alumínio para formar complexos estáveis com os grupos hidroxila dos flavonoides, originando um complexo de cor amarela (ALMEIDA et al., 1997; FUNARI e FERRO, 2006).

Foi utilizada como solução padrão a quercentina para a obtenção da curva de calibração ( $y = 0,0326x + 0,0244$ ;  $R^2 = 0,9983$ ). Para análise, a uma alíquota de 2,0 mL de solução de mel foi adicionado a 3,0 mL de cloreto de alumínio a 10%, em seguida foi deixado em repouso por 40 minutos e posteriormente foram realizadas as leituras em espectrofotômetro (WPA) a 420 nm. Os tubos em branco foram submetidos ao mesmo procedimento, exceto no que diz respeito à adição de cloreto de alumínio.

**4.3.4 Atividade Antioxidante:** A avaliação da atividade antioxidante foi por meio do método do DPPH (2,2-Difenil, 1-Picrilhidrazil). O DPPH foi avaliado de acordo com a metodologia descrita por Hatano et al. (1988). Esse método é rápido, simples, com boa relação custo benefício e alta reprodutibilidade. A preparação da solução de mel foi realizada diluindo 2,5 g de mel em 25 mL de água deionizada. Na avaliação do poder redutor pela metodologia do seqüestro do radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), utilizaram-se 0,3 mL da solução de mel para tubos de ensaio com 2,7 mL do reagente DPPH. Os tubos de ensaio foram agitados vigorosamente no vortex, posteriormente a solução ficou repousando por 60 minutos no escuro. A redução do radical de DPPH foi determinada por medição da absorvância a 517 nm em espectrofotômetro. O efeito bloqueador do DPPH foi calculado pela percentagem de descoloração do DPPH usando a seguinte equação:

$$\text{Efeito bloqueador} = [(ADPPH - A_s)/ADPPH] \times 100,$$

sendo, As a absorvância da solução quando o mel foi adicionado a um nível específico, e ADPPH, absorvância da solução de DPPH. A concentração do mel que induziu uma inibição de 50% (EC50) foi calculada a partir do gráfico do efeito da percentagem de eliminação em função da concentração de mel da solução.

#### **4.4. Análise Polínica do Mel**

As amostras foram preparadas conforme a metodologia descrita por Jones e Bryant Jr. (2004) e posteriormente submetidas ao processo de acetólise de Erdtman (1960). O sedimento resultante foi montado em lâminas com gelatina glicerizada para identificação e contagem dos grãos de pólen que compõem o espectro polínico da amostra. Os tipos polínicos foram identificados com uso de literatura especializada como Barth (1989); Roubik e Moreno (1991); Punt et al. (2007) e Ybert et al. (2017), consulta ao banco de dados e imagens da Palinoteca da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (Método qualitativo). No método quantitativo foi realizada a contagem de 1.000 grãos de pólen/amostra para determinar as classes de ocorrência por meio das percentagens. A classe de ocorrência de cada tipo polínico foi determinada segundo Louveaux et al. (1978) e Barth (1989) sendo: pólen dominante (PD) (>45% do total de grãos), pólen acessório (PA) (16 a 45%), pólen isolado importante (PII) (3 a 15%) e pólen isolado ocasional (PIO) (<3%).

#### **4.5. Análise Estatística**

Os resultados estatísticos compreendem média e desvio padrão. Foi utilizado a ANOVA com aplicação do teste de Scott Knott para análise comparativa entre as médias das diferentes amostras de méis. O nível de significância considerado foi de 1 e 5%. As análises estatísticas foram realizadas no programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2017).

### **5. RESULTADOS**

As amostras analisadas pela ANOVA apresentaram diferença estatística ao nível de 1 a 5% em todos os parâmetros físico-químicos analisados (Tabela 3).

#### **5.1. Características físico-químicas**

Os percentuais obtidos para umidade variam de 14,27 a 24,50%, onde 55% das amostras analisadas encontra-se em conformidade com o estabelecido pela legislação

(Tabela 4).

Foi observado que todas as amostras estão em acordo com o estabelecido para açúcares redutores, variando de 66,07 a 83,10% (Tabela 4). Para o parâmetro sacarose aparente, assim como a variável açúcar redutor todas as amostras encontram-se em concordância com a legislação, os percentuais neste trabalho variaram de 0,08 a 3,42% (Tabela 4).

Os percentuais de pH variaram entre 3,39 a 4,07, nenhuma das amostras avaliadas apresentaram valores acima de 5,5, portanto, sugere-se que todas estão em acordo com a literatura (Tabela 4). Quando analisado as amostras os percentuais obtidos para acidez total variaram de 7,17 a 74,67 %, onde 65% do total das amostras estão em acordo com o preconizado pela legislação vigente (Tabela 4).

**Tabela 3.** Resumo da ANOVA dos parâmetros físico-químicos de vinte amostras de méis de *Apis mellifera* da região Oeste do Paraná.

FV	GL	QM Variáveis Físico-químicas												
		Umidade	pH	Acidez	Sólidos solúveis totais	HMF	Condutividade Elétrica	Cinzas	Açúcar Redutor	Sacarose aparente	Atividades Diastásica	Compostos Fenólicos Totais	Flavonoides Totais	Atividade Antioxidante (DPPH)
Amostras	19	31,58**	0,11**	1.730,55**	5,64**	11558,70**	118494,00**	0,07*	36,61**	1,98	79,30**	1007,33**	74,46**	256,32**
Resíduo	40	0,76	0,00	0,75	0,39	45,50	58,00	0,04	0,02	0,00	0,04	3,92	0,06	0,02
Total	59													
CV (%)		4,67	1,32	2,51	0,78	4,72	1,94	86,29	0,22	2,28	2,00	3,29	2,79	0,69

\*\*altamente significativo a 1% de significância pelo teste F. Quadrado médio (QM); Coeficiente de Variação (CV). HMF: Hidroximetilfurfura

Ao verificar os valores das médias para HMF nota-se que 85% das amostras encontram-se em desacordo com a legislação brasileira, apresentando valores entre 33,34 a 217,66 mg.Kg<sup>-1</sup> (Tabela 4).

Para análise da atividade diastásica os valores estão entre 4,48 a 19,70 na escala de Gothe (Tabela 4). Diante destes valores, é possível identificar que 40% das amostras encontram-se fora do permitido, enquanto que 60% estão em conformidade com o valor determinado pelo padrão de qualidade.

Ao verificar os valores de sólidos solúveis totais nota-se que todas as amostras submetidas à análise se encontram em acordo com a literatura, variando de 76,43 a 81,93% (Tabela 4).

Para condutividade elétrica das amostras avaliadas apenas uma (INS2 06) não atende ao sugerido, apresentando um valor de 876,43 μS.cm<sup>-1</sup> (Tabela 4).

**Tabela 4.** Valores médios dos parâmetros físico-químicos das amostras de méis de *Apis mellifera* da região Oeste do Paraná.

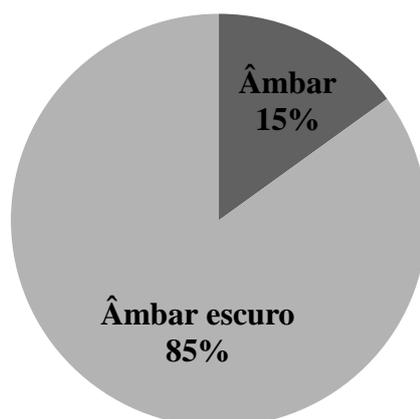
Amostras	Umidade	Cor	pH	Acidez	HMF	Atividade Diastásica	Condutividade Elétrica	Cinzas	Açúcares Redutores	Sacarose Aparente	Sólidos Solúveis Totais
INS1 01	21,53b	>2,5a	<b>3,39g</b>	49,67f	203,54a	6,52j	493,33f	0,18a	70,71f	2,35b	78,07c
INS1 02	21,13b	>2,5a	3,42g	57,83e	<b>217,66a</b>	7,14i	573,63d	0,24a	71,97d	0,41n	79,23b
INS1 03	22,30b	>2,5a	3,41g	57,00e	187,13b	7,89g	541,93e	0,22a	70,71f	<b>0,08o</b>	79,63b
INS1 04	17,33d	>2,5a	3,68e	49,17f	208,78a	11,54e	593,63c	0,26a	72,85c	1,63f	80,93a
INS1 05	21,20b	>2,5a	3,41g	62,33c	194,36b	16,66c	611,77b	0,26a	72,63c	0,6l	77,27d
INS2 06	21,13b	>2,5a	3,76d	59,33d	201,65a	<b>19,70a</b>	<b>876,43a</b>	0,46a	71,53e	1,8e	78,27c
INS2 07	21,53b	>2,5a	3,42g	66,33b	179,69c	19,70a	589,53c	0,25a	70,67f	1,8e	77,47d
INS2 08	<b>24,50a</b>	>2,5a	3,56f	<b>74,67a</b>	207,28a	<b>4,48l</b>	466,87g	<b>0,06a</b>	70,86f	0,94k	<b>76,43d</b>
INS2 09	21,83b	>2,5a	<b>3,39g</b>	58,83d	161,43d	15,32d	441,90h	0,19a	69,45g	1,12j	77,03d
INS2 10	14,93e	>2,5a	3,93b	24,33g	58,03g	17,64b	365,17j	0,10a	<b>83,10a</b>	<b>3,42a</b>	<b>81,03a</b>
INS3 11	19,53c	>2,5a	3,75d	8,17k	70,86g	6,25j	194,00m	0,12a	73,23b	2,11c	79,53b
INS3 12	16,53d	2,435a	3,56f	17,67i	162,72d	7,70g	393,83i	0,16a	69,71g	1,4g	78,80b
INS3 13	<b>14,27e</b>	>2,5a	3,84c	8,00k	38,87h	4,70l	187,00m	0,40a	70,90f	0,48m	80,87a
INS3 14	21,73b	>2,5a	3,64e	21,83h	171,51c	7,90g	196,30m	0,12a	69,56g	2,16c	79,27b
INS3 15	17,13d	1,318a	3,63e	12,00j	121,01e	5,36k	174,30n	<b>0,70a</b>	<b>66,07k</b>	1,94d	79,87b
INS4 16	15,27e	0,802a	3,59f	13,83j	100,10f	8,10g	173,20n	0,40a	68,35i	1,3h	80,47a
INS4 17	15,00e	>2,5a	<b>4,07a</b>	<b>7,17k</b>	<b>33,34h</b>	4,61l	193,17m	0,12a	69,05h	0,6l	80,20a
INS4 18	15,40e	0,744a	3,71d	12,83j	117,97e	7,50h	191,47m	0,11a	68,43i	1,22i	79,60b
INS4 19	15,37e	0,619a	3,57f	13,17j	159,88d	9,10f	277,73l	0,10a	68,51i	2,1c	79,93b
INS4 20	15,67e	1,978a	3,67e	17,00i	65,12g	6,25j	316,77k	0,11a	66,51j	1,84e	80,27a

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância, portanto pertencem ao mesmo grupo. INS: Insecta.

HMF: Hidroximetilfurfura.

Ao analisar o parâmetro cinzas foi percebido que 95% das amostras encontra-se em conformidade com a legislação brasileira, sendo que apenas uma amostra (INS3 15) apresentou valor fora do padrão (0,70%) (Tabela 4).

As amostras de méis analisadas apresentaram cores variando de âmbar (15%) a âmbar escuro (85%) (Figura 2), não havendo mudança significativa na absorbância entre as amostras (Tabela 4). Todas estão em acordo com a legislação brasileira.



**Figura 2:** Distribuição da coloração das amostras de méis.

#### **4.2. Compostos fenólicos totais e Atividade antioxidante**

Para o teor de compostos fenólicos totais a amostra INS4 17 apresentou o menor valor: 31,49 de ácido gálico/100g de mel ( $\text{mg EAG} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ), enquanto que a INS1 04 o maior valor: 85,90  $\text{EAG} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  (Tabela 5).

Os valores de flavonoides totais variaram de 2,44 a 17,61 de quercetina/100g de mel ( $\text{mg QE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) (Tabela 5).

Para atividade antioxidante a amostra INS3 13 e INS4 17 apresentaram os menores valores: (7,71 e 7,87  $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ ), respectivamente. Já a amostra INS1 04 apresentou maior valor: 33,62  $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$  (Tabela 5).

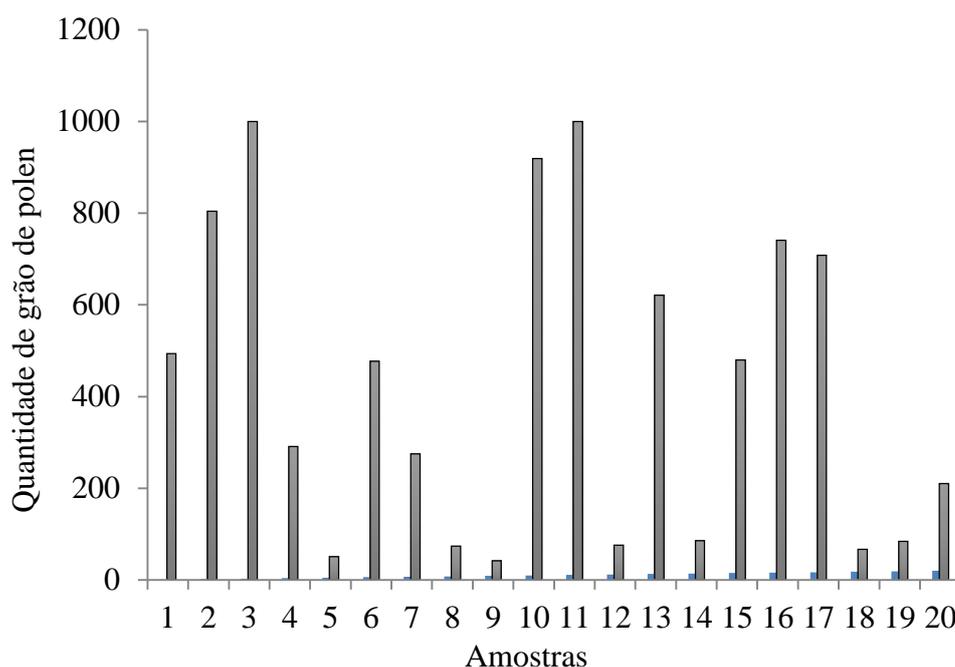
**Tabela 5.** Valores médios dos teores de substâncias fenólicas totais, flavonoides e médias da atividade antioxidante dos méis de *Apis mellifera* da região Oeste do Paraná.

<b>Amostras</b>	<b>Fenóis</b> EAG.100 g <sup>-1</sup>	<b>Flavonoides</b> QE.100 g <sup>-1</sup>	<b>Atividade</b> <b>antioxidante</b> mg.mL <sup>-1</sup>
INS1 01	67,96f	14,00d	15,73j
INS1 02	81,52b	11,82f	30,37c
INS1 03	74,49d	12,18e	23,60g
INS1 04	<b>85,90a</b>	<b>17,61a</b>	<b>33,62a</b>
INS1 05	72,00e	12,38e	25,11f
INS2 06	78,73c	15,32b	33,09b
INS2 07	82,20b	14,60c	29,21d
INS2 08	72,10e	14,48c	26,17e
INS2 09	63,21g	10,60g	19,15h
INS2 10	38,80j	4,98k	11,89l
INS3 11	34,15k	3,29l	8,25o
INS3 12	63,04g	6,72i	15,91j
INS3 13	34,36k	2,55m	<b>7,71p</b>
INS3 14	75,06d	7,87h	17,71i
INS3 15	51,16h	4,67k	8,29o
INS4 16	52,61h	4,53k	9,52m
INS4 17	<b>31,49k</b>	<b>2,44m</b>	<b>7,87p</b>
INS4 18	43,55i	4,83k	8,89n
INS4 19	64,49g	6,20j	12,13k
INS4 20	35,90j	2,91l	8,43o

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. INS: Insecta.

### 4.3. Espectro Polínico

Com relação à quantidade total de grãos de pólen presentes nos méis, as amostras INS1 03 e INS3 11 foram as que apresentaram maior quantidade (total de 1.000 pólenes), enquanto que a INS2 09 e INS1 05 menor (total: 42 e 51, respectivamente) (Figura 3).



**Figura 3.** Quantidade polínica das amostras de méis de *Apis mellifera* da região Oeste do Paraná.

Foram encontrados 37 tipos polínicos, distribuídos em 18 famílias entre as vinte amostras de méis analisadas (Tabela 6, Figura 4 e 5). Das 18 famílias encontradas 7 tiveram ocorrência em mais de 50% do total das amostras, sendo que Fabaceae ocorreu em todas as amostras (100%), seguidas de Myrtaceae (80%), Bixaceae (75%), Euphorbiaceae (75%), Malpighiaceae (60%), Asteraceae (55%) e Meliaceae em (55%). Com relação à diversidade de tipos polínicos pertencentes às famílias encontradas Fabaceae foi a mais representativa, com um total 9 tipos polínicos (Tabela 6).

Dentre os tipos encontrados 6 não foram identificados quanto a possível origem botânica, tendo ocorrido em 16 amostras. Dos pólenes não identificados 77% tiveram baixa representatividade, apresentando-se como pólen isolado importante (32%) e pólen isolado ocasional (45%), do total destes apenas 23% apresentou-se como pólen acessório PA (Tabela 6).

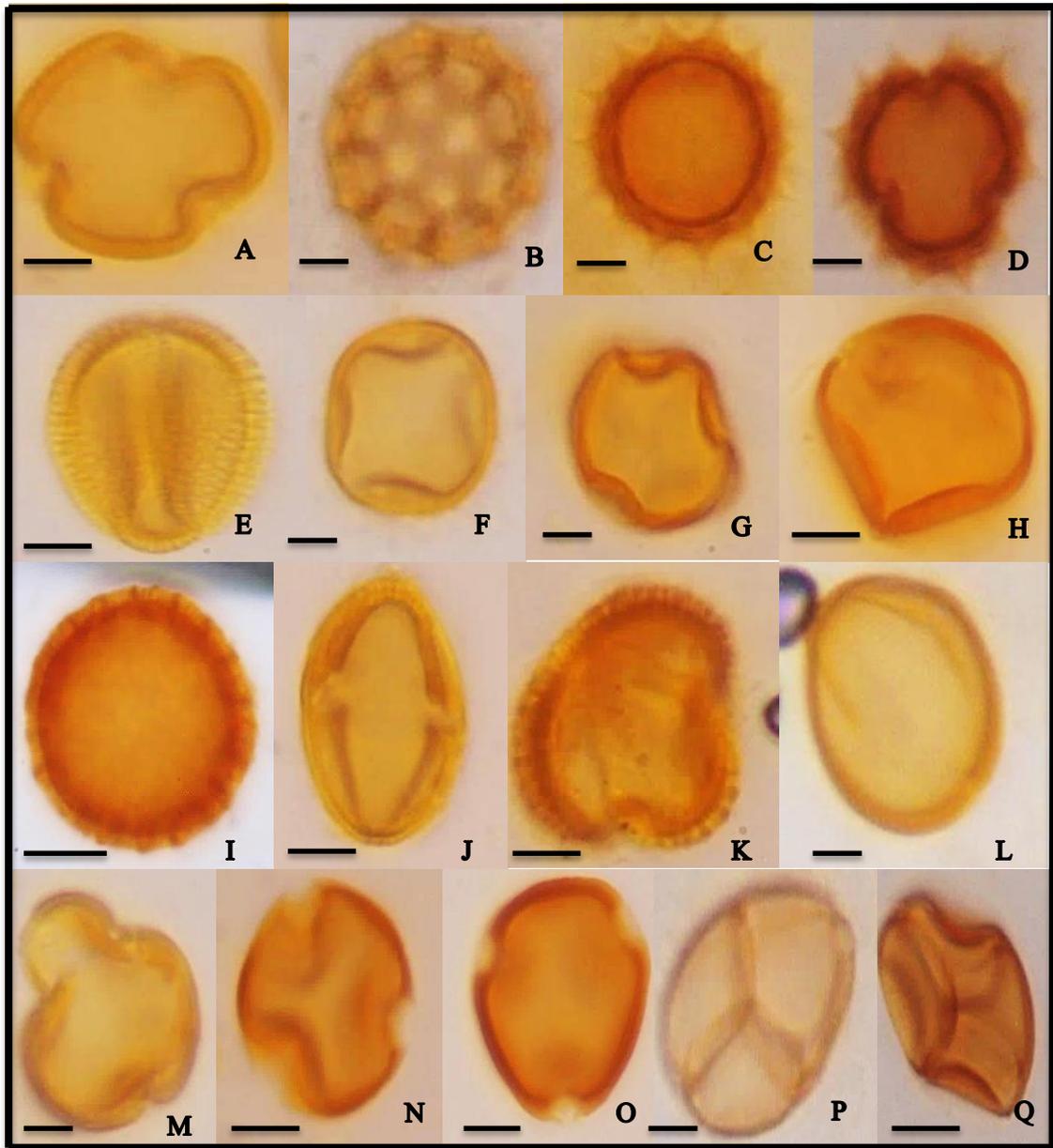
O tipo *Bidens* ocorreu como pólen dominante (PD) em cinco amostras, Tipo Meliaceae (N=2) e *Mimosa* (N=1) (Tabela 6). Ao verificar a quantidade de pólen acessório (PA) o tipo *Bysonima* está presente em seis amostras, seguidas de *Eucalyptus* (N=5), Tipo Meliaceae (N=4), *Cochlospermum* (N3=3), *Mimosa tenuiflora* (N=2), *Myrcia* (N=2) e *Anthephora*, *Cajanus*, *Bidens*, *Sambucus*, *Morus* e *Tipuana* (N=1).

Percebe-se que diante dos resultados da classe de ocorrência 36 e 38% dos tipos polínicos presentes ocorreram como pólen isolado importante (PII) e pólen isolado ocasional (PIO), respectivamente (Tabela 6).

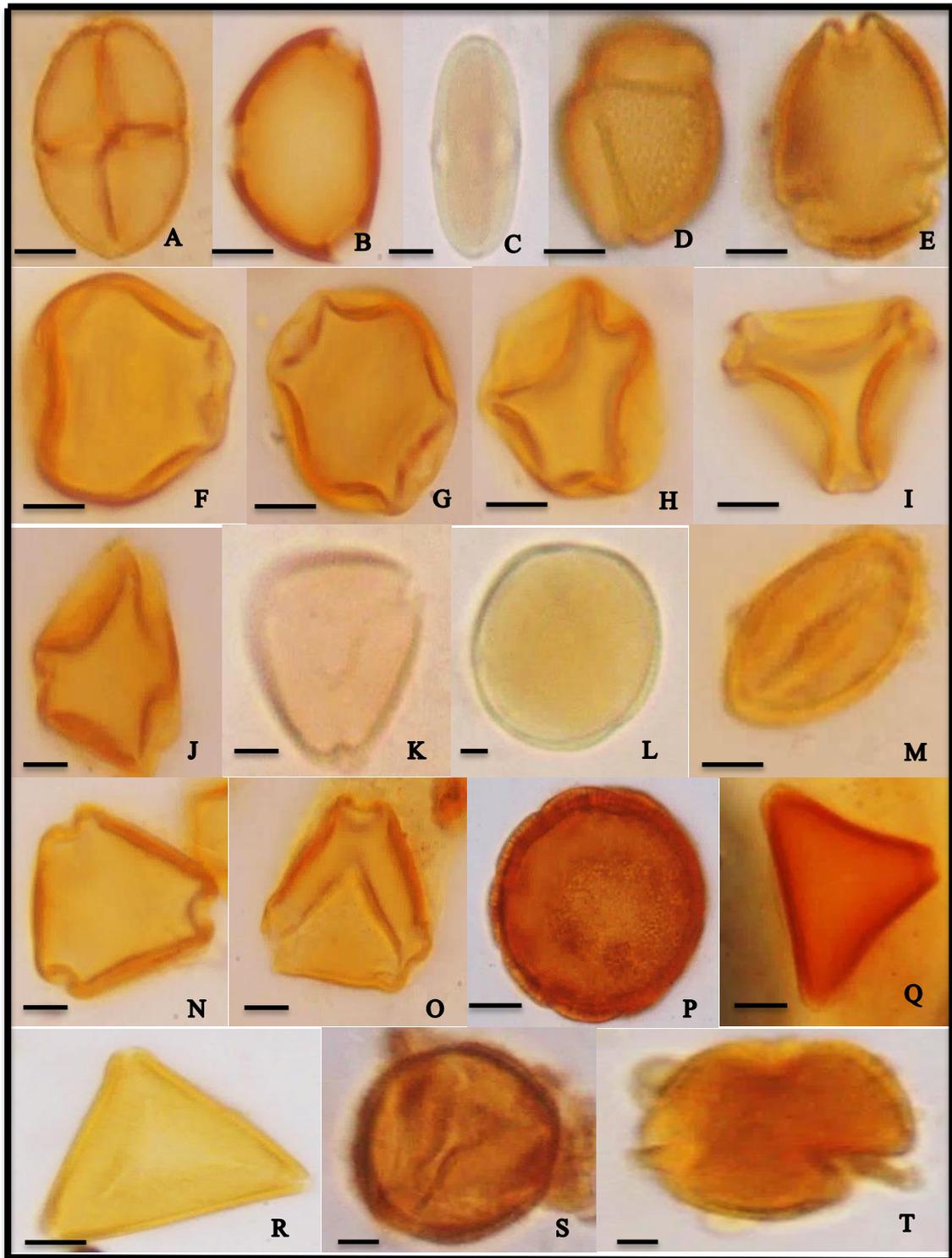
**Tabela 6.** Espectro polínico dos méis de *Apis mellifera* da região Oeste do Paraná.

Família	Tipo polínico	Amostras																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Adoxaceae	<i>Sambucus</i>								PA	PIO		PIO				PII	PII		PIO		PIO
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i>		PIO								PIO						PIO				
Asteraceae	<i>Bidens</i>	PII	PD	PD	PD	PA	PII	PD	PIO	PD											
Bignoniaceae	<i>Fridericia</i>																			PIO	
Bixaceae	<i>Cochlospermum</i>		PIO		PII			PII	PII		PA	PA	PII	PIO	PA		PII	PII	PIO	PII	PII
Cyperaceae	<i>Antheophora</i>										PII	PIO	PII	PII	PII	PII	PA				
Cyperaceae	<i>Axonopus</i>										PII			PII							
Euphorbiaceae	<i>Croton</i>			PIO	PII	PII	PIO	PII						PII	PII		PII				
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>			PII				PII	PIO		PII	PIO	PII	PII		PIO	PIO	PII	PII		PII
Fabaceae-Caesalpinoideae	<i>Chamaecrista</i>							PII													
Fabaceae-Caesalpinoideae	<i>Crotalaria</i>																				PII
Fabaceae- Caesalpinoideae	<i>Senna</i>										PII	PIO					PII				
Fabaceae-Caesalpinoideae	<i>Cajanus</i>														PA	PIO					
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Mimosa</i>	PIO		PIO	PIO		PD		PII	PIO			PIO	PIO	PII	PIO	PIO	PIO	PA	PIO	PII
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Mimosa tenuiflora</i>		PIO	PIO		PA		PII	PII	PA											
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>							PII													
Fabaceae – Faboideae	<i>Mucuna</i>																				PII
Fabaceae-Faboideae	<i>Tipuana</i>		PII		PA																
Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>	PA	PA	PIO	PA	PA	PII	PIO	PA					PIO			PA	PII	PIO	PII	
Meliaceae	<i>Azadirachta</i>										PIO										
Meliaceae	Tipo Meliaceae										PII	PII	PD	PII	PA		PA	PII	PD	PA	PII
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i>		PIO		PIO	PII	PIO				PIO	PA	PII	PA	PA		PA	PIO	PII	PII	PA





**Figura 4.** *Sambucus*. (A); *Alternanthera* (B); *Bidens* (C e D); *Fridericia* (E); *Cochlospermum* (F); *Anthephora* (G); *Axonopus* (H); *Croton* (I); *Euphorbia*. (J e K); *Chamaecrista* (L); *Crotalaria* (M); *Senna* (N); *Cajanus* (O); *Mimosa* (P); *Mimosa tenuiflora* (Q). (Escala=10µm).



**Figura 5.** *Mimosa caesalpiniflora* (A); *Mucuna* (B); *Tipuana* (C); *Byrsonima* (D e E); *Azadirachta* (F); Tipo *Meliaceae* (G e H); *Eucalyptus* (I); *Myrcia* (J e K); *Morus* (L); *Elaphoglossum* (M); *Crumenaria* (N); *Citrus* (O); *Borreria* (P); *Cupania* (Q); *Paullinia* (R) e *Solanum* (S e T). (Escala=10 $\mu$ m).

## **6. DISCUSSÃO**

### **6.1. Características físico-químicas**

#### **6.1.1. Umidade**

A umidade elevada em algumas amostras (Tabela 4) pode ser atribuído a colheita em tempo inadequado, onde os favos ainda não estavam totalmente operculados (mel verde), ao prolongamento no tempo de armazenamento e o tipo de embalagem, uma vez que estes fatores podem aumentar a capacidade do alimento em absorver água do ambiente (CAMPOS et al., 2010; FINCO et al., 2010; GOIS et al., 2013; LIRA et al., 2014). Os resultados do trabalho realizado por Paiva et al. (2012), utilizando méis de abelhas africanizadas são semelhantes a está pesquisa, eles obtiveram valores entre 14,49 a 21,16% para o teor de água nas amostras.

De acordo com Terrab et al. (2004) e Gois et al. (2013), a umidade pode interferir na viscosidade, peso específico, maturidade, sabor, e conservação do alimento, diante disto o modo pelo qual o alimento é armazenado e os tratamentos em que o mesmo é submetido são importantes e devem ser levados em consideração, principalmente quando se deseja comercializar e/ou consumir este alimento, visto que a quantidade de água presente pode favorecer o desenvolvimento de microrganismos responsáveis pela fermentação, já que ambientes com alta umidade tornam-se favoráveis para o desenvolvimento de tais organismos (VENTURINE et al., 2007; GOIS et al., 2013).

Amostras que apresentaram teor de umidade dentro do preconizado pela legislação, mesmo após certo período de armazenamento, podem ser explicadas pela presença de cristais de açúcares. A cristalização consiste na concentração dos açúcares presentes nos méis, separando-o em duas fases (sólida e líquida), este processo traz como consequência a diminuição da água presente no produto, devido à alteração de sua natureza líquida inicial e como resultado da osmose, por isso a quantidade de água pode ter diminuído ou este processo não favoreceu a absorção de água do ambiente nas amostras e consequentemente os valores se enquadraram ao permitido, isso pode impossibilitar o desenvolvimento de microrganismos responsáveis pela fermentação, tornando-as própria para consumo humano segundo este parâmetro (VENTURINE et al., 2007; KUROISHI et al., 2012; GOIS et al., 2013).

### **6.1.2. Açúcares Redutores, Sacarose aparente e Sólidos Solúveis Totais**

Os valores encontrados para açúcares redutores (Tabela 4) pode ser um indicativo que a cristalização nestas amostras possa ter influenciado na conservação deste componente, com a diminuição da água decorrente da cristalização, o teor de açúcar aumenta, tornando-o mais disponível deixando o mel mais adocicado (FINCO et al., 2010; KUROISHI et al., 2012; GOIS et al., 2013; LIRA et al., 2014). Trabalho realizado por Sodré et al. (2007) e Richter et al. (2011), também relatam valores dentro do permitido para o teor de açúcares redutores em algumas amostras mesmo após ter passado um período armazenados.

Como os valores de Sólidos Solúveis estão próximos ou acima dos valores de açúcares redutores (Tabela 4), pode-se inferir que com relação às substâncias dissolvidas estas amostras estão apropriadas caso sejam consumidas, entretanto, vale ressaltar que a avaliação de apenas um parâmetro não é suficiente para determinada a qualidade do produto, já que vários são os fatores que podem impossibilitar o consumo humano (GOIS et al., 2013).

O fato pelo qual todas as amostras analisadas nesta pesquisa encontram-se em concordância com a legislação para sacarose (Tabela 4), pode estar relacionado a não transformação por completo deste dissacarídeo em monossacarídeos (glicose e frutose), essa afirmativa é bem aceita quando se trata de méis que não sofreram ou o aquecimento não atingiu temperatura alta o suficiente para ocasionar tal transformação, por meio da enzima invertase ou ainda que há estas amostras não foram adicionados açúcar comercial (AZEREDO et al., 1999; SODRÉ et al., 2007; RICHTER et al., 2011). Trabalho realizado por Barros et al. (2010) e Santos e Oliveira (2013) com méis de *A. mellifera*, corroboram com os resultados para sacarose, apresentando valores inferiores a 6%.

### **6.1.3. pH e Acidez**

Todas as amostras em análise não apresentaram valores acima do sugerido na literatura para pH (Tabela 4), portanto é possível inferir que o pH tende a não influenciar no processo fermentativo destes méis, uma vez que este parâmetro está relacionado á estabilidade frente aos microorganismo, ou seja, o valor de pH obtido dificulta a proliferação de alguns organismos que podem promover a fermentação (PAIVA et al., 2012; GOIS et al., 2013; LIRA et al., 2014). Estudo realizado por Rodrigues et al. (2005) e Finco et al. (2010), corroboram com a presente pesquisa, eles

obtiveram valores semelhantes com pH entre 3,4 a 4,6 em méis de *A. mellifera*. Resultados adquirido no trabalho de Paiva et al. (2012), também contribuem, eles verificaram diminuição do pH após um certo período de armazenamento (3,85 para 3,11).

Mesmo que os valores de pH estejam dentro do recomendado por pesquisadores na literatura (Tabela 4), o alto valor de acidez encontrada em algumas amostras pode indicar indícios de fermentação no mel, expondo que o modo ou o tempo de armazenamento podem ter influenciado de forma negativa na qualidade do mel, impossibilitando a comercialização e consumo humano de acordo com este parâmetro (OLIVEIRA et al., 2013). Indício de fermentação indica a presença de leveduras e bactérias responsáveis por este processo, em decorrência do aumento da umidade, percebido nas amostras em que apresentaram maiores valores para o parâmetro acidez (Tabela 4). As leveduras por meio da enzima Zimase transformam os açúcares presentes no mel em etanol e gás carbônico e uma vez o álcool em contato com o oxigênio é convertido em ácido acético, impossibilitando o consumo humano (Tabela 2) (VENTURINI et al., 2007; GOIS et al., 2013).

#### **6.1.4. Hidroximetilfurfural (HMF)**

Os valores superior ao vigente pela legislação para HMF em algumas amostras (Tabela 4) podem estar relacionados ao tempo de armazenamento, tal fato pode indicar uma elevação da temperatura nos méis desta pesquisa (superior a 40°C), decorrente do contato direto com a luz ou o envelhecimento do mesmo (FINCO et al., 2010; LEMOS, et al., 2010). Resultados obtido por Sodré et al. (2007) corroboram com os dados da referente análise, eles também observaram um aumento no  ndice de HMF em algumas amostras após armazenadas. Trabalho realizado por Lemos et al. (2010), ao verificar a qualidade do mel com base na determina o de HMF, também verificou aumento desta molécula em fun o do tempo de estocagem.

Os méis que apresentaram altos valores para HMF são considerados impróprios para o consumo humano, já que está molécula   resultado da degrada o de enzimas presentes nos méis e da decomposi o de a u ares hexoses em meio ácido, isto pode diminuir o valor nutritivo do alimento (MARCHINI et al., 2005; SODRÉ et al., 2007; NAFEA et al., 2011; GOIS et al., 2013). Os baixos níveis de HMF em algumas amostras pode ser um indicativo que estes méis foram colhidos em um período de tempo mais recente em compara o as outras amostras (LEMOS et al., 2010; GOIS et al., 2013).

### **6.1.5. Atividade Diastásica**

As amostras que apresentam valores inferiores a 8 para diastásica (Tabela 4) pode está associado à desnaturação da enzima amilase nestes méis por meio do aumento da temperatura decorrente do tempo de armazenamento, o qual deve ter afetado a atividade de hidrólise do amido destas amostras ou ainda a adição de açúcares invertido interferindo, desta forma na vida de prateleira e no valor nutricional do mel (CARVALHO et al., 2005). Estudo realizado por Sodré et al. (2007) com méis de *Apis* do Estado do Ceará, também apresentaram valores abaixo de 8 (Gothe).

### **6.1.6. Condutividade elétrica**

Como todas as amostras encontra-se em concordância com a literatura, exceto a amostra INS2 6 (Tabela 4), os resultados registrados para este parâmetro podem ser um critério para indicar a origem botânica do mel, ou seja, o tipo de planta visitada pelas abelhas na coleta do néctar, se a espécie visitada tem algum componente que tenha influenciado neste parâmetro e até mesmo indicar por meio deste conhecimento compostos que lhe conferem algum benefício funcional, já que este é um dos importantes fatores para determinação da composição final do mel (CARVALHO et al., 2005). Trabalho realizado por Finco et al. (2010), obteve resultados semelhantes com méis de *A. mellifera*, para o parâmetro condutividade elétrica, os valores encontrados por eles variaram de 340 a 1040  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

### **6.1.7. Teor de Cinzas e Cor**

A amostra que apresentou alto valor no teor de cinzas (Tabela 4) pode ter entrando em contato com algum tipo de poluição durante o tempo de armazenamento, isso pode está relacionado á higiene do local ou impurezas provenientes do ar, tornando o mel impróprio para o consumo (CALVO e VÁZQUEZ, 2016). Resultado obtido por Finco et al. (2010) corroboram com a presente análise, ele encontrou valor máximo de 0,14% em algumas amostras de méis de *A. mellifera*. Ao trabalhar com méis de *Apis* no Estado do Paraná Nascimento (2013) observou que uma de suas amostras apresentou valor acima do estabelecido na legislação para o teor de cinzas.

As amostras nesta pesquisa apresentaram uma tonalidade mais escura (Tabela 4), isso pode está relacionado ao tipo de planta apícola visitada pelas abelhas durante a

coleta do néctar ou ao tempo de maturação nas colmeias, além do modo de armazenamento, temperatura e concentração de minerais, dissacarídeos, nitrogênio, polifénóis, pólen e aminoácidos (ORTTIZ-VALBUENA, 1988; BATH e SINGH, 1999; LIRA et al., 2014). Em oposição aos resultados desta pesquisa Moreti et al. (2006), no Estado da Bahia, Tocantins, Santa Catarina e Ceará ao analisar méis de *A. mellifera* verificou predominância de tons mais claros (âmbar-claro), fortalecendo a ideia de que a origem botânica e minerais podem influenciar na cor do mel, como a região Oeste do Paraná apresenta solos rico em nutrientes, a origem botânica pode ter de fato determinado a cor final dos méis.

## **6.2. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante**

A maioria das amostras, em especial a INS1 04, que apresentou maior valor no teor de substâncias fenólicas e flavonoides totais foi a que também obteve o maior percentual na atividade antioxidante dos méis em análise (Tabela 5). A concentração dos compostos fenólicos pode está relacionado á coloração das amostras, tonalidades mais escura tendem a ter maior concentração e conseqüentemente apresentaram um maior perfil terapêutico, podendo desempenhar atividade antioxidante ou antimicrobiana (SILVA et al., 2006; SILICE et al., 2010; SANT'ANA, 2012; OLIVEIRA et al., 2012).

Resultados obtidos por Oliveira et al. (2012) com méis de *A. mellifera* foram semelhantes a esta pesquisa, eles obtiveram valores entre 36,68 a 154,28 mg EAG.100 g<sup>-1</sup> para compostos fenólicos e apresentaram valor significamente alto para atividade antioxidante em comparação com méis de outras espécies. De acordo com Socha et al. (2009); Silva (2012) e Oliveira et al. (2012), estes compostos estão relacionados com a inibição dos radicais livres nos alimentos, dentre eles o mel. Resultados obtidos por Lira et al. (2014), ao trabalhar com méis de *A. mellifera*, obtive valor entre de 43,34 a 75,47 mg EAG.100 para fenóis, 2,59 a 6,73 mg QE.100 g<sup>-1</sup> para flavonoides e 15,71 a 57,01 mg.mL<sup>-1</sup> para atividade antioxidante pelo método de DPPH, valores próximos ao desta pesquisa.

## **6.3. Espectro polínico**

Por meio dos resultados do espectro polínico dos méis de *A. mellifera* (Tabela 6) foi possível observar uma grande diversidade florística visitada por estas abelhas

durante a coleta de néctar, isso pode estar envolvido com a baixa especificidade na exploração de recursos alimentares, além de características fisiológicas e comportamentais destas abelhas, os quais favorecem sua adaptação a diferentes habitats e climas em busca da sobrevivência ROUBIK, 1995; BARBOSA et al., 2007; KOPPLER et al. 2007; VILLAS-BÔAS, 2012).

A quantidade e tipos polínicos nas amostras estão relacionados com o pasto apícola ao redor das colmeias, posição das colmeias, idade das abelhas, climas e época do ano, visto que estes fatores interferem de forma direta na disponibilidade de pólen nas plantas e na coleta de néctar por parte das abelhas, em virtude disto a quantidade de grãos nas amostras pode ser maior ou reduzida e como consequência pode interferir também nas características físico-química do mel (SOFIA e BEGO 1996 e BARTH e DUTRA 2000; KOPPLER et al. 2007; CALVO e VÁZQUEZ, 2016).

As amostras de méis analisadas são consideradas multiflorais, ou seja, foi utilizada mais de uma família vegetal no pasto apícola para produção do mel (LOUVEAUX et al., 1978). Estudos realizados por Nascimento (2013) utilizando méis de *A. mellifera* do Paraná corroboram com esta pesquisa, onde a maioria das amostras apresentou-se como multiflorais. A não identificação de alguns tipos polínicos está associada à forma cujos estes estavam dispostos nas lâminas (quebrados ou amassados) ou ainda pela falta de conhecimento sobre a flora apícola, uma vez que estas abelhas apresentam uma disposição para uma grande diversidade florística (MORETI et al., 2000).

Algumas famílias de plantas são consideradas importantes na apicultura, na produção de mel e outros produtos apícolas, isso se deve ao fato de ser fonte de recursos alimentares para insetos, a exemplo as abelhas, além de disponibilizar matéria prima (néctar e pólen) para fabricação dos produtos da colmeia (CARVALHO e MARCHINI, 1999). De acordo Ramalho et al. (1990) e Borsato et al. (2011), as famílias recorrentes em espectros polínicos da região do Paraná são: Anacardiaceae, Asteraceae, Balsaminaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Labiatae, Moraceae, Myrtaceae, Palmae, Proteaceae, Rubiaceae e Sterculiaceae.

Verificou-se na presente pesquisa que Asteraceae e Fabaceae foram as mais expressivas, tanto por ter ocorrido em todas ou mais da metade das amostras, como pela diversidade de tipos polínicos. Elas estão entre as famílias com grande potencialidade apícola, por disponibilizar grande quantidade de néctar e pólen para as abelhas campeiras, sendo assim, umas das mais visitadas por *A. mellifera* (CARVALHO e

MARCHINI, 1999; TERRAB et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2009). A família Cyperaceae é considerada uma planta não nectaríferas, e seus grãos ocorrem de forma acidental no espectro polínico (BARTH, 1989).

Os tipos polínicos *Bidens* (Asteraceae), *Mimosa* (Fabaceae), tipo Meliaceae (Meliaceae), *Bysonima* (Malpighiaceae) e *Eucalyptus* (Myrtaceae), destacados como pólen dominante/acessório na maioria das amostras, são considerados importantes marcadores geográficos, indicando a origem botânica das amostras ou outras plantas utilizadas por *Apis*, podendo assim ser bastante exploradas para produção de mel na região, tanto para o agronegócio como para economia familiar, uma vez que estão famílias botânicas são recorrentes na região (BARTH e DUTRA 2000).

A grande variação nos resultados entre as amostras pode ser devido a diferentes origens florais dos méis ou pode ter origem na exposição do produto a condições de temperatura e umidade inadequadas, nas etapas de manejo, processamento ou armazenamento do mel, sugerindo que apicultores e comerciantes fiquem atentos a esses fatores para evitar alterações físicas, químicas e biológicas nos diferentes méis, visando melhor atender aos critérios exigidos para segurança alimentar.

## 7. CONCLUSÃO

As amostras de méis não atendem a Legislação Brasileira e a literatura, em pelo menos um dos parâmetros analisados, mas apresentaram perfil terapêutico podendo agir como antioxidantes devido à presença de compostos fenólicos e flavonoides. Também é considerado um mel multifloral devido à presença de mais de uma família botânica em sua composição, sendo que a família Fabaceae, foi a mais representativa.

## 8. REFERÊNCIAS

AHMED, M.; DJEBLI, N.; AISSAT, S.; KHIATI, B.; MESLEM, A.; BACHA, S. In vitro activity off natural home aleone and. in combinai-o Wirth curcuma starch against *Rhodotorula mucilaginosa* in correlation Wirth bioactive compounds and diastase activity. **Asian Pacific journal of tropical biomedicine**, v. 3, n. 10, p. 816-821, 2013.

ALCÁZAR, A.; JURADO, J. M.; PABLOS, F. A.; GONZÁLEZ, G.; MARTÍN, M. J. CLAE determination of 2-furaldehyde and 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde in alcoholic beverages. **Microchemical Journal**, v. 82, n. 1, p. 22-28, 2006.

ALMEIDA M.; L. B.; STRAMM, K. M.; ESTEVINHO, L. M. Efficiency of the FT-IR ATR spectrometry for the prediction of the physicochemical characteristics of *Melipona subnitida* honey and study of the temperature's effect on those properties. **International**

**Journal of Food Science & Technology**, v. 49, n. 1, p. 188-195, 2013.

ALMEIDA, R. B.; CAMARATO, J. L.; NAVARRO, D. F.; PARKER, Y. K.; IKEGAKI, M.; JUNIOR, V. A .K. Determinação de flavonóides totais em amostras de própolis. **Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 3, n. 1, p. 33-41, 1997.

ALVES, R. M. O.; CARVALHO, C. A. L.; SOUZA, B. A.; SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C. Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith (Hymenoptera: Apidae), **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 644-650, 2005.

ALVES, T. P.; SANTOS, T. M. C.; NETO, C. C. C.; BEELEN, R. N.; SILVA, S. G. M.; MONTALDO, Y. C. Quality of honey sold in the state of Alagoas, Brasil. **African Journal of Microbiology Research**, v. 9, n. 27, p. 1692-1698, 2015.

AMOP – ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO OESTE DO PARANÁ. Institucional. Disponível em: <http://www.amop.org.br/municipios/>. Acesso em: 10 jan. 2018.

ARAÚJO, D. R.; SILVA, R. H. D.; SOUSA, J. S. Avaliação da qualidade físico-química do mel comercializado na cidade de Crato, CE. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 1, 2006.

AROUCHA, E. M. M.; OLIVEIRA, A. J. F.; NUNES, G. H, S.; MARACAJÁ, P. B. E SANTOS, M. C. A. Qualidade do mel de abelha produzidos pelos incubados da IAGRAM e comercializado no município de Mossoró/RN. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 1, 2008.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL COUNCIL. **Official methods of analysis**. 2. ed. Washington, DC, 1018 p. 1990.

ATAGO. **Refratômetro para mel**. Abelhas, v. 31, n. 362/363, p. 9, 11-12, 41, 44, 1988.

AZEREDO, M. A. A.; AZEREDO, L. C.; MASCENO, J. G. Características físico-químicas dos méis do município de São Fidelis-RJ. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, p. 3-7, 1999.

BARBOSA, A. D. L.; PEREIRA, F. D. M.; VIEIRA NETO, J. M.; REGO, J. D. S.; LOPES, M. D. R.; CAMARGO, R. D. Criação de Abelhas: apicultura. **Embrapa Informação Tecnológica**, 2007.

BARROS, L. B.; TORRES, F. R.; AZEREDO, L. C.; BARTH, O. M.; FREITAS, M. Q. Caracterização físico-química de mel produzido por *Apis mellifera* no estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 17, p. 117-120, 2010.

BARTH, O. M. e DUTRA, V. M. L. Concentração de pólen em amostras de mel de abelhas monofloral do Brasil. **Geociências. Revista da Universidade de Garulhos, n. esp**, p. 173-176, 2000.

BARTH, Ortrud Monika. **O pólen no mel brasileiro**. Instituto Oswaldo Cruz, 1989.

BATH, P. K., e SINGH, N. A comparison between *Helianthus annuus* and *Eucalyptus lanceolatu* honey. **Food Chemistry**, v. 67, p. 389-387, 1999.

BELAY, A.; SOLOMON, W. K.; BULTOSSA, G.; ADGABA, N.; MELAKU, S. Physicochemical properties of the Harena forest honey, Bale, Ethiopia. **Food chemistry**, v. 141, n. 4, p. 3386-3392, 2013.

BERTOLDI, F. C.; GONZAGA, L. V.; FETT, R.; REIS, V. D. A. Avaliação da atividade antioxidante e determinação de compostos fenólicos totais de méis produzidos no Pantanal. **Evidência-Ciência e Biotecnologia**, v. 12, n. 2, p. 155-16, 2012.

BHERING, S. B.; SANTOS, H. G.; BOGNOLA, I. A.; CÚRCIO, G. R.; CARVALHO JUNIOR, W. D.; CHAGAS, C. D. S.; SILVA, J. D. S. Mapa de solos do Estado do Paraná, legenda atualizada. **In Embrapa Florestas-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2009.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1992.

BOGDANOV, S.; LULLMANN, C.; MARTIN, P.; VON DER OHE, W.; RUSSMANN, H., VORWOHL, G.; FLAMINI, C. Honey quality and international regulatory standards: review by the international honey commission. **Bee World**, v. 80, n. 2, p. 61-69, 1999.

BORSATO, D. M.; BORSATO, A.V.; LUZ, C. F. P.; FARAGO, P. V.; MIGUEL, O. G. 11529-Espectro polínico de amostras de mel de meliponíneos provenientes do Estado do Paraná. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2011.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Secretaria de defesa agropecuária. Portaria nº 64, de 23 de abril de 2008. **Regulamentos técnicos para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para as bebidas alcoólicas fermentadas: fermentado de fruta, sidra, hidromel, fermentado de cana, fermentado de fruta licoroso, fermentado de fruta composto e saquê**. Brasília; 2008

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Defesa Animal. Legislações. Legislação por Assunto. Legislação de Produtos Apícolas e 21. Derivados. Portaria n. 06, de 25 de julho de 1985. **Normas Higiênico-Sanitárias e Tecnológicas para Mel, Cera de Abelhas e Derivados**. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/htm>>. Acesso em: 05 jul. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Defesa Animal. Legislações. Legislação por Assunto. Legislação de Produtos Apícolas e Derivados. Instrução Normativa n. 11, de 20 de outubro de 2000. **Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel**. Disponível em: <<http://>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Secretaria de defesa agropecuária. **Consolidação de Experiências: O Caso do Mel. Inserção de Micro e Pequenas Empresas no mercado internacional**. Brasil, 2006.

BUZZI, Z. J. e MIYAZAKI, R. D. 2002. **Entomologia didática**. 3ª ed.: UFPR Curitiba, 306 p. 148-151.

CALVO, P. C. e VÁZQUEZ, Manuel. Differences between honeydew and blossom honeys: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 59, 2016.

CAMPONE, L.; PICCINELLI, A. L.; PAGANO, I.; CARABETTA, S.; DI SANZO, R.; RUSSO, M.; RASTRELLI, L. Determination of phenolic compounds in honey using dispersive liquid–liquid microextraction. **Journal of Chromatography A**, v. 13, n. 34, p. 9-15, 2014.

CAMPOS, F. S.; GOIS, G. C.; CARNEIRO, G. G. Parâmetros físico-químicos do mel de abelhas *Melipona scutellaris* produzido no Estado da Paraíba. **FAZU em Revista**, n. 7, p. 186-190, 2010.

CARVALHO, C. A. L. D.; MARCHINI, L. C. Plantas visitadas por *Apis mellifera* L. no vale do rio Paraguaçu, Município de Castro Alves, Bahia. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 333-338, 1999.

CARVALHO, C. A. L.; ALMEIDA SOUZA, B.; SILVA SODRÉ, G.; MARCHINI, L. C.; OLIVEIRA ALVES, R. M. Mel de abelhas sem ferrão: contribuição para a caracterização físico-química. **INSECTA-Núcleo de Estudos dos Insetos**, 2005. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Bruno\\_Souza11/publication/228436975\\_Mel\\_de\\_abelhas\\_sem\\_ferrao\\_contribuicao\\_para\\_a\\_caracterizacao\\_fisicoquimica/links/53f38cd50cf256ab87b27753/Mel-de-abelhas-sem-ferrao-contribuicao-para-acaracterizacao-fisico-quimica.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Bruno_Souza11/publication/228436975_Mel_de_abelhas_sem_ferrao_contribuicao_para_a_caracterizacao_fisicoquimica/links/53f38cd50cf256ab87b27753/Mel-de-abelhas-sem-ferrao-contribuicao-para-acaracterizacao-fisico-quimica.pdf)> Acesso em: 10 mai. 2017.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Official methods of analysis**, v. 3, Suppl. 2, 1990.

CORREA, A. R.; SOBRINHO, R. M.; OLIVEIRA, D. C.; PENA, G. G.; ALMEIDA, J. C.; ZATTI, R. A.; FONSECA, K. Z. Flavonoides presentes em alimentos: características, importância para a saúde e propriedades fisiológicas. **Revista Agora**, v. 1, n. 4, p. 3-15, 2009.

COSTA-MAIA, F. M.; LOURENÇO, D. A. L.; E TOLEDO, V. A. A. Aspectos econômicos e sustentáveis da polinização por abelhas. **Sistemas de Produção Agropecuária (Ciências Agrárias, Animais e Florestais)**. Dois Vizinhos (PR): UTFPR, 45-67. 2010. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Vagner\\_Arnaut\\_de\\_Toledo/publication/236135858\\_ASPECTOS\\_ECONOMICOS\\_E\\_SUSTENTAVEIS\\_DA\\_POLINIZACAO\\_POR\\_ABELHAS/links/02e7e51648abe09c62000000/ASPECTOS-ECONOMICOS-E-SUSTENTAVEIS-DA-POLINIZACAO-POR-ABELHAS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Vagner_Arnaut_de_Toledo/publication/236135858_ASPECTOS_ECONOMICOS_E_SUSTENTAVEIS_DA_POLINIZACAO_POR_ABELHAS/links/02e7e51648abe09c62000000/ASPECTOS-ECONOMICOS-E-SUSTENTAVEIS-DA-POLINIZACAO-POR-ABELHAS.pdf)> Acesso em: 12 agost. 2017.

CRANE, E. **O livro do mel**. São Paulo: NOEL, 1983.

D'AVILA, Márcia e MARCHINI, Luís Carlos. Polinização realizada por abelhas em culturas de importância econômica no Brasil. **Boletim de Indústria Animal**, v. 62, n. 1, p. 79-90, 2005.

EPA (Environmental Protection Agency). **Method 3050B**: Acid digestion of sediments, sludges, and soils. Revision 2, p.1-12, 1996.

ERDTMAN, G. **The acetolysis method**. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift*, v. 54, p.561-564, 1960.

FINCO, F. D. B. A.; MOURA, L. L.; SILVA, I. G. Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 3, p. 706-712, 2010.

FUNARI, C. S.; FERRO, V.O. Análise de própolis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p.171-178, 2006.

GOIS, G. C.; LIMA, C. A. B.; SILVA, L. T; RODRIGUES, A. E. Composição do mel de *Apis mellifera*: Requisitos de qualidade. **Acta veterinária Brasília**, v. 7, n. 2, p. 137-147, 2013.

ITAIPU BINACIONAL. **Cenário local - A Bacia do Paraná 3 – Cultivando Água boa. 06/09/2009**. Disponível em:<<http://www.cultivandoaguaboa.com.br/o-programa/cenariolocal-a-bacia-do-parana-3>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

JONES, G. D.; BRYANT JR., V. M. The use of ETOH for the dilution of honey. **Grana**, v. 43, p.174-182, 2004.

KOO, H. M. e SUHAILA, M. Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants. *J. Agric. Food Chemistry*. Chicago: v. 49, n. 6, p. 3106-3112, 2001.

KOPPLER, K.; VORWOHL, G.; KOENIGER, N. Comparison of pollen spectra collected by four different subspecies of the honey bee *Apis mellifera*. **Apidologie**, v. 38, n. 4, p. 341-353, 2007.

KUROISHI, A. M.; QUEIROZ, M. B.; ALMEIDA, M. M.; QUAIST, L. B. Avaliação da cristalização de mel utilizando parâmetros de cor e atividade de água Evaluation of honey crystallization from the colour and water activity parameters. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 1, p. 84-91, 2012.

LANE, J. H. EYNON, L. **Determination of reducing sugars by fehling's solution with methylene blue**. London. Normam Rodge, p. 8, 1934.

LEJA, M.; MARECZEK, A.; WYŻGOLIK, G.; KLEPACZ-BANIAK, J.; CZEKOŃSKA, K. Antioxidative properties of bee pollen in selected plant species. **Food chemistry**, v. 100, n. 1, p. 237-240, 2007.

LEMONS, G. S.; SANTOS, J. S.; SANTOS, M. L. P. Validação de método para a determinação de 5-hidroximetilfurfural em mel por cromatografia líquida e sua influência na qualidade do produto. **Química Nova**, v. 33, n. 8, p. 1682-1685, 2010.

LIRA, A. F.; MELLO S., J. P. L.; LORENZON, M. C. A.; VIANNA, C. A. F. J.; CASTRO, R. N. Estudo comparativo do mel de *Apis mellifera* com méis de

meliponíneos de diferentes regiões. **Acta veterinária Brasília**, v. 8, n. 3, p. 169-178, 2014.

LORENZETTI, E. R.; MARQUES, P.; CALDAS, R. G. **Microbiologia do mel**. 2009. Disponível em: < [http:// portaldahorticultura.xpg.uol.com.br/Microbiologiamel.pdf](http://portaldahorticultura.xpg.uol.com.br/Microbiologiamel.pdf) > Acesso em: 05 de maio de 2017.

LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A.; VORWOHL, G. Methods of Melissopalynology. **Bee World**, v. 59, n. 4, p. 139-157, 1978.

MACHLIN, Lawrence J.; BENDICH, Adrienne. Free radical tissue damage: protective role of antioxidant nutrients. **The FASEB Journal**, v. 1, n. 6, p. 441-445, 1987.

MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G. S.; MORETI, A. C. C. C. **Mel brasileiro: composição e normas**. Ribeirão Preto: ASP, p. 111, 2004.

MAGALHÃES, T. L.; VENTURIERI, G. C. Aspectos econômicos da criação de abelhas indígenas sem ferrão (Apidae: Meliponini) no Nordeste paraense. **Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)**, 2010. Disponível em:< <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/883922/1/Doc364.pdf>> Acesso em: 20 agost. 2017.

MANZANARES, A. B.; GARCÍA, Z. H.; GALDÓN, B. R.; RODRÍGUEZ, E. M.; ROMERO, C. D. Physicochemical characteristics and pollen spectrum of monofloral honeys from Tenerife, Spain. **Food Chemistry**, v. 228, p. 441-446, 2017.

MANZANARES, A. B.; GARCÍA, Z. H.; GALDÓN, B. R.; RODRÍGUEZ, E. R.; ROMERO, C. D. Physicochemical characteristics of minor monofloral honeys from Tenerife, Spain. **LWT-Food Science and technology**, v. 55, n.2, p. 572-578, 2014.

MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G. S; MORETI, A. C. C. C. **Mel brasileiro: Composição e normas**. Ribeirão Preto: ASP, p. 131, 2004.

MELO, E. D. A.; GUERRA, N. B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 36, n. 1, p. 1-11, 2002.

MENDES, C. G.; SILVA, J. B. A.; MESQUITA, L. X.; MARACAJÁ, P. B. As análises de mel: Revisão. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, 2009.

MENDONÇA K.; MARCHINI, L.C.; SOUZA, A. B.; ALMEIDA-ANACLETO D.; MORETI A. C. C. C. Caracterização físico-química de amostras de méis produzidas por *Apis mellifera* L. em fragmento de cerrado no município de Itirapina, São Paulo. **Ciencia Rural**, v. 38, p. 1748-1753, 2008.

MOLAN, P. C. Why honey is effective as a medicine. 1. Its use in modern medicine. **Bee world**, v. 80, n. 2, p. 80-92, 1999.

MORETI, A. C. C. C.; MARCHINI, L. C.; SOUZA, V. C.; RODRIGUES, R. R. Atlas do pólen de plantas apícolas. Rio de Janeiro: **Papel Virtual**, 2000.

MORETI, A. C. D. C. C.; SILVA, G. S.; MARCHINI, L. C.; CARVALHO, C. A. L. Cor de amostras de mel de *Apis mellifera* L. de diferentes estados brasileiros. **Boletim de Indústria Animal**, v. 63, n. 3, p. 159-164, 2006.

NAFEA, E. A.; MOSELHY, W. A.; FAWZY, A. M. Does the HMF value affect the antibacterial activity of the Bee Honey. **Egypt Academic Journal Biological Science**, v.4, n.1, p.13-19, 2011.

NASCIMENTO, D. C.; PAROLIN, M. **Caracterização polínica e física de méis de *Apis mellifera* produzidos na área urbana e zona rural do município de Campo Mourão-Paraná.** Disponível em: <[http://www.fecilcam.br/anais/vii\\_eepa/data/uploads/artigos/14-01.pdf](http://www.fecilcam.br/anais/vii_eepa/data/uploads/artigos/14-01.pdf)> Acesso em: 5 jan, 2018.

NOZAL, M. J.; BERNAL, J. L.; TORIBIO, L.; JIMENEZ, J. J.; MARTIN, M. T. Highperformance liquid chromatographic determination of methyl anthranilate, hydroxymethylfurfural and related compounds in honey. **Journal of Chromatography**, v. 917, n. 1-2, p. 95-103, 2001.

OLIVEIRA, F. M.; ABSY, M. L.; MIRANDA, I. S. Recurso polínico coletado por abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) em um fragmento de floresta na região de Manaus-Amazonas. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 3, p. 505-518, 2009.

OLIVEIRA, K. A. M.; RIBEIRO, L. S.; OLIVEIRA, G. V. Caracterização microbiológica, físico-química e microscopia de mel de abelhas canudo (*Scaptotrigona depilis*) e jataí (*Tetragonisca angustula*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 15, n. 3, p. 239-248, jul, 2013.

OLIVEIRA, S. P.; MULLER, S. C. R.; DANTAS, F. G. K.; ALVES, N. C.; VASCONCELOS, M. A. M.; VENTURIERI, C. G. Ácidos fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante em méis de *Melipona fasciculata*, *M. flavolineata* (Apidae, Meliponini) e *Apis mellifera* (Apidae, Apini) da Amazônia. **Química Nova**, v. 35, p.1728-1732, 2012.

OROIAN, Mircea e ROPCIUC, Sorina. Honey authentication based on physicochemical parameters and phenolic compounds. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 138, p. 148-156, 2017.

ORTIZ-VALBUENA, A. The ash content of 69 honey samples from La Alcarria and neighbouring areas, collected in the period 1985-1987. **Cuadernos de Apicultura**, n. 5, p. 8-9, 1988.

PAIVA, C. A.; QUEIROZ TOMAZ, H. V.; AROUCHA, E. M. M.; NUNES, G. H. S.; OLIVEIRA, A. J. F. Vida de prateleira do mel produzido por abelhas africanizadas. **Acta veterinária Brasílica**, v. 6, n. 2, p., 151-159, 2012.

PARK, K.; ANTONIO, G. C. **Análises de materiais biológicos.** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, 2006. Disponível em: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34868937/Analise\\_de\\_Material\\_Biologico.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1519011515&Signature=ZSsoREkRwswXL09fL7V9lpUD%2F4I%3D&response-content](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34868937/Analise_de_Material_Biologico.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1519011515&Signature=ZSsoREkRwswXL09fL7V9lpUD%2F4I%3D&response-content)

disposition=inline%3B%20filename%3DAnalise\_de\_Material\_Biologico.pdf> Acesso em : 20 fev. 2018.

PASIAS, I. N.; KIRIAKOU, I. K.; PROESTOS, C. HMF and diastase activity in honeys: A fully validated approach and a chemometric analysis for identification of honey freshness and adulteration. **Food Chemistry**, v. 229, p. 425-431, 2017.

PEROSA, J. M. Y.; ARAUCO, E. M. R.; SANTOS, M. D. A.; ALBARRACÍN, V. N. Parâmetros de competitividade do mel brasileiro. **Informação Econômica**, v. 34, p. 41-48, 2004.

POKORNÝ, J. e YANISHLIEVA, G. **Antioxidants in food: Practical applications**, Woodhead, 2001. Disponível em:< [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=zTgmJmNcRy0C&oi=fnd&pg=PR11&dq=POKORN%C3%9D,+J.,+YANISHLIEVA,+G.+Antioxidants+in+food:+Practical+applications,++Woodhead+\(2001\).+&ots=wNMfQdlh\\_5&sig=o02SMk0K14FfjMmQRyHibHJEo4#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=zTgmJmNcRy0C&oi=fnd&pg=PR11&dq=POKORN%C3%9D,+J.,+YANISHLIEVA,+G.+Antioxidants+in+food:+Practical+applications,++Woodhead+(2001).+&ots=wNMfQdlh_5&sig=o02SMk0K14FfjMmQRyHibHJEo4#v=onepage&q&f=false)> Acesso em: 10 jan. 2018.

PUNT, W.; HOEN, P. P.; BLACKMORE, S.; NILSSON, S.; LE THOMAS, A. Glossary of pollen and spore terminology. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 143, p. 1-81. 2007.

PYRZYNSKA, Krystyna; BIESAGA, Magdalena. Analysis of phenolic acids and flavonoids in honey. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, v. 28, n. 7, p. 893-902, 2009.

RAMALHO, M.; KLEINERT-GIOVANNINI, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and *Trigonini*) and Africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: a review. **Apidologie**, v. 21, n. 5, p. 469-488, 1990.

RICHTER, W.; JANSEN, C.; LEMOS, T. S.; MENDONÇA, C. R. B. BORGES, C. D. Avaliação da qualidade físico-química do mel produzido na cidade de Pelotas/RS. **Brazilian Journal of Food & Nutrition/Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 4, 2011.

RODRIGUES, A. E.; SILVA, E. M. S.; BESERRA, E. M. F.; RODRIGUES, M. L. Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em regiões distintas no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p. 1166-1171, 2005.

ROUBIK, D. W.; MORENO, J. E. P. Pollen and Spores of Barro Colorado Island. St. Louis, **Monographs in Systematic Botany**, v. 36, P. 268, 1991.

ROUBIK, David W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge University Press, 1992.

ROUBIK, David. W. Pollination of cultivated plants in the tropics (No. 118). **Food & Agriculture**, 1995.

RUFINO, J. S.; RIBEIRO, D. S.,; CHINELATE, G. C. B. Avaliação de vida de prateleira de bebida láctea fermentada. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 5, n. 1, p. 35-41, 2015.

SANT'ANA, L. O.; SOUSA J. P. L. M.; SALGUEIRO F. B.; LORENZON, M. C. A.; CASTRO R. N. Characterization of Monofloral Honeys with Multivariate Analysis of Their Chemical Profile and Antioxidant Activity. **J. Food Sci.** v. 71, p. 135-140, 2012.

SANTOS, R. F.; KIILL, L. H. P.; ARAÚJO, J. L. P. Levantamento da flora melífera de interesse apícola no município de Petrolina-PE. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 3, p. 221-227, 2006.

SARAIVA, M. A.; NUNES, G. S.; ROSA, I. G.; SILVA, J. M.; PEIXOTO, C. R.; HOLANDA, C. A. Estado de deterioração dos méis de abelha (*Apis mellifera*) comercializados em São Luís do Maranhão. **Cadernos de Pesquisa**, v. 20, n. 1, p. 64-68, 2013.

SILICI, S.; SAGDIC, O.; EKICI, L. Total phenolic content, antiradical, antioxidant and antimicrobial activities of Rhododendron honeys. **Food Chemistry**, p. 121:238-243, 2010.

SILVA, C. L.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado do Piauí para diferentes floradas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 2-3, p. 260-265, 2004.

SILVA, R. A.; MAIA, G. A.; COSTA, J. M. C.; RODRIGUES, M. D. C. P.; FONSECA, A. V. V.; SOUSA, P. H. M.; CARVALHO, J. M. Néctar de caju adoçado com mel de abelha: desenvolvimento e estabilidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, v. 28, n. 2, p. 348-354, 2008.

SILVA, R. A.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; COSTA, J. M. C. Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha. **Alimentos e Nutrição**, v. 17, p. :113-120, 2006.

SILVA, Roberto de Andrade. Secretaria de Estado da Agricultura do Abastecimento-seab. **Apicultura**. Curitiba, 2003.

SILVA, T. M. S.; SANTOS, F. P.; EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; SILVA, E. M. S.; SILVA, G. S.; NOVAIS, J. S.; CAMARA, C. A. Phenolic compounds, melissopalynological, physicochemical analysis and antioxidant activity of jandaíra (*Melipona subnitida*) honey. **Journal of Food Composition and analysis**, v. 29, n. 1, p. 10-18, 2013.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v. 299, p.152-178, 1999.

SOARES, Sergio Eduardo. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista Nutrição, Campinas**, v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002.

SOCHA, R.; JUSZCZAK, L.; PIETRZYK, S.; FORTUNA, T. Antioxidant activity and phenolic composition of herbhoney. **Food Chemistry**, v. 113, p. 568-574, 2009.

SODRÉ G. S.; MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. D. C. C.; CARVALHO, C. A. L. Tipos polínicos encontrados em amostras de méis de *Apis mellifera* em Picos, Estado do Piauí. **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 839-842, 2008.

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

SOFIA, S. E.; BEGO, R. L. As abelhas da família Apidae em suas visitas às flores do Campus da USP, Ribeirão Preto, SP. **Encontro sobre abelhas**, v. 2, p. 339, 1996.

TEAM, R. Core. R: **A language and environment for statistical computing** [Internet]. Vienna, Austria, 2017. Disponível em: <<http://www.R-project.org>> Acesso em: 20. Agos. 2017.

TERRAB, A.; RECAMALES, A. F.; HERNANZ, D.; HEREDIA, F. J. Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. **Food Chemistry**, v. 88, n. 4, p. 537-542, 2004.

TERRAB, A.; VEGA-PÉREZ, J. M.; DÍEZ, M. J.; HEREDIA, F. J. Characterisation of northwest Moroccan honeys by gas chromatographic–mass spectrometric analysis of their sugar components. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 82, n. 2, p.179-185, 2001.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: **IBGE**, 1991, p. 124.

VENTURIERI, G. C.; OLIVEIRA, P. S.; VASCONCELOS, M. A. M.; MATTIETTO, R. D. A. Caracterização, colheita, conservação e embalagem de méis de abelhas indígenas sem ferrão. **Embrapa Amazônia Oriental-Livros técnicos (INFOTECA-E)**, 2007. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/409008/1/LivroMeisASF.pdf>> Acesso em: 16 jul. 2017.

VIDAL, R; FRIGOSI, E. V. Mel: características, análises físico-químicas, adulterações e transformações. Barretos: **Instituto Tecnológico Científico “Roberto Rios”**, p. 95, 1984.

VILLAS-BÔAS, Jerônimo. K.; MALASPINA, Osmar. **Parâmetros físico-químicos propostos para o controle de qualidade do mel de abelhas indígenas sem ferrão no**

VILLAS-BÔAS, Jerônimo. **Manual tecnológico: Mel de abelhas sem ferrão**. 1 ed. Brasília, 2012. Disponível em: <[http://www.bibliotecadigital.abong.org.br/bitstream/handle/11465/298/ISPN\\_mel\\_de\\_abelhas\\_sem\\_ferrao.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.abong.org.br/bitstream/handle/11465/298/ISPN_mel_de_abelhas_sem_ferrao.pdf?sequence=1)> Acesso em: 11 Dez. 2017.

WOISKY, R. G.; SALATINO, A. Analysis of propolis: some parameters and procedures for chemical quality control. **Journal of Apicultural Research**, v. 37, n. 2, p. 99-105, 1998.

WOLFF, L. F.; SANTOS, R. S. S. Abelhas melíferas: bioindicadores de qualidade ambiental e de sustentabilidade da agricultura familiar de base ecológica. **Embrapa Uva e Vinho-Documentos (INFOTECA-E)**, 2008. Disponível

em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/543990/1/documento244.pdf>  
f> Acesso em: 29, agosto, 2017.

YBERT, J. P.; YBERT, R. S.; CARVALHO, M. A. Grãos de pólen de plantas vasculares dicotiledôneas do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: volume I. Rio de Janeiro: **Museu Nacional**, (Série Livros Digital; 5), UFRJ, p. 293, 2017.

YOUSUF, F. A.; MEHMOOD, M. H.; MALIK, A.; SIDDIQUI, R.; KHAN, N. A. Antiacanthamoebic properties of natural and marketed honey in Pakistan. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 6, n. 11, p. 967-972, 2016.

ZUCCATO, V.; FINOTELLO, C.; MENEGAZZO, I.; PECCOLO, G.; SCHIEVANO, E. Entomological authentication of stingless bee honey by <sup>1</sup>H NMR-based metabolomics approach. **Food Control**, v. 82, p. 145-153, 2017.