

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

MÔNICA ARAUJO SUZIN

**ANÁLISES FÍSICO QUÍMICAS DE MÉIS DE *Apis mellifera*, 1758
(Hymenoptera: Apidae) DE DIFERENTES REGIÕES DO ESTADO DO
PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2018

MÔNICA ARAUJO SUZIN

**ANÁLISES FÍSICO QUÍMICAS DE MÉIS DE *Apis mellifera*, 1758
(Hymenoptera: Apidae) DE DIFERENTES REGIÕES DO ESTADO DO
PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, do Departamento Acadêmico de Alimentos – DALIM – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Campo Mourão, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Josiane Sereia

CAMPO MOURÃO

2018



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão



TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISES FÍSICO QUÍMICAS DE MÉIS DE *Apis mellifera*, 1758
(Hymenoptera: Apidae) DE DIFERENTES REGIÕES DO ESTADO DO
PARANÁ

por

MÔNICA ARAUJO SUZIN

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado dia 14 de Junho de 2018, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa. Dra. Maria Josiane Sereia
(Orientador)

Profa. Dra. Márcia Regina Ferreira
Geraldo Perdoncini

Prof. Dr. Paulo Henrique Março

Nota: O documento original e assinado pela banca examinadora encontra-se na Coordenação do Curso de Tecnologia em Alimentos da UTFPR câmpus Campo Mourão.

AGRADECIMENTOS

À Deus. Não poderia começar agradecendo de modo diferente. Ele, que se faz presente em minha vida, a quem tanto tenho a agradecer e em quem encontrei força nos momentos difíceis dessa caminhada. A Sua luz é o meu guia.

Aos meus maiores companheiros desse percurso, mesmo que indiretamente, meus pais, Neide e Claudécir. Devo a eles parte de mais essa conquista em minha vida, que sempre se fizeram tão presentes e nunca me deixaram desanimar. Eles, juntamente com o meu irmão, Fernando, são a minha força e a minha base, e a quem tenho um orgulho imensurável. A vocês, a minha eterna gratidão e o maior amor que sinto.

À professora Maria Josiane Sereia, minha orientadora, que tanto me auxiliou e que sempre que precisei, sentou ao meu lado e esclareceu todas as minhas dúvidas. Sinto uma grande admiração pela profissional e pela pessoa que é. O meu sincero muito obrigada. Também expresso aqui a minha gratidão por todos os professores que tive a honra de conhecer e ser aluna nesse período de faculdade, cada um foi essencial nesse tempo de aprendizagem, especialmente aos professores membros da banca examinadora, pelos ensinamentos passados.

Aos meus amigos e colegas que tive a sorte de conhecer por intermédio da faculdade. Sinto um carinho especial por cada um daqueles que cruzei o caminho. Em especial, agradeço às minhas companheiras de caminhada por todo esse tempo, Polyana e Letícia, que estiveram comigo desde o início e se tornaram grandes amigas para a vida, minha amizade com cada uma é especial em seu modo.

A todos aqueles que me ajudaram com as análises e aos que estiveram envolvidos com este trabalho, direta ou indiretamente.

RESUMO

SUZIN, Mônica Araujo. **Análises físico-químicas de méis de *Apis mellifera*, 1758 (Hymenoptera: apidae) de diferentes regiões do Estado do Paraná.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Tecnologia em Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2018.

O mel é considerado um alimento que apresenta inúmeros efeitos terapêuticos, amplamente utilizado para fins nutricionais e medicinais, sendo que sua composição varia dependendo da flora visitada e das condições climáticas. Devido a isso, necessita de análises seguras que confirmem a sua origem. Neste trabalho, foram analisadas 31 amostras de méis de *Apis mellifera*, 1758 (Hymenoptera, Apidae), produzidos em seis municípios referentes a cinco regiões do Estado do Paraná, sendo estas Sul, Central, Leste, Noroeste e Oeste, de modo a identificar as características físico-químicas destas amostras. Foram analisados os parâmetros de umidade, pH, acidez, índice de formol, cinzas, cor, condutividade elétrica, hidroximetilfurfural, proteína, açúcares redutores e totais, sacarose e sólidos solúveis. Todas as amostras apresentaram-se de acordo com os limites estabelecidos pela Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000. Foram realizadas também análises dos compostos fitoquímicos, a cerca de flavonóides, fenóis totais e atividade antioxidante, auxiliando na identificação das potencialidades antioxidantes e componentes fitoquímicos em méis de *A. mellifera*.

Palavras-chave: Abelhas africanizadas; Qualidade do mel; Compostos fitoquímicos.

ABSTRACT

SUZIN, Mônica Araujo. **Physicochemical analyzes of *Apis mellifera* honeys, 1758 (Hymenoptera: apidae) from different regions of the State of Paraná.** 2018. Conclusion Course - Technology in Food. Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão, 2018.

Honey is considered as a food that has several therapeutic effects, being widely used for nutritional and medicinal purposes, and its composition varies depending on the visited flora and climatic conditions. Due to these facts, there is a need for reliable analysis to confirm its origin. In this work, 31 samples of *Apis mellifera* honeys produced in six counties from five regions of the State of Paraná, South, Central, East, Northwest and West, in order to identify the physicochemical characteristics of these samples. The parameters of moisture, pH, acidity, level of formol, ash, color, electrical conductivity, hydroxymethylfurfural, protein, reducing and total sugars, sucrose and soluble solids were analyzed. All samples were submitted according to the limits established by Normative Instruction 11, of October 20, 2000. Some analyzes of phytochemical compounds, flavonoids, total phenols and antioxidant activity were also performed, helping to identify antioxidant potentials and phytochemical components in *A. mellifera* honeys.

Key words: Africanized bees; Amount of honey; Phytochemical compounds

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Amostras de mel coletadas em cinco regiões do Estado do Paraná. 1 a 6 – Região Sul; 7 a 12 – Região Central; 13 a 18 Região Leste; 19 a 24 Região Noroeste; 25 a 31 Região Oeste	18
---	----

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Identificação, procedência, região e data de coleta das 31 amostras de méis de *Apis mellifera* coletadas no Estado do Paraná19
- Tabela 2.** Escala colorimétrica de Pfund utilizada para classificação da cor das amostras de méis de *Apis mellifera*21
- Tabela 3.** Média e desvio padrão para características físico-químicas (umidade, pH, acidez e índice de formol) de méis de *A. mellifera* de diferentes regiões do Estado do Paraná24
- Tabela 4.** Média e desvio padrão para características físico-químicas (cinzas, condutividade elétrica, hidroximetilfurfural e proteínas) de méis de *A. mellifera* de diferentes regiões do Estado do Paraná24
- Tabela 5.** Média e desvio padrão para características físico-químicas (açúcares redutores, açúcares redutores totais, sacarose e sólidos solúveis) de méis de *A. mellifera* de diferentes regiões do Estado do Paraná25
- Tabela 6.** Média e desvio padrão para as propriedades fitoquímicas e cor de méis de *A. mellifera* de diferentes regiões do Estado do Paraná25

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	12
2.1	OBJETIVO GERAL	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1	MEL	13
3.2	COMPOSIÇÃO DO MEL	13
3.3	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	15
3.4	CARACTERÍSTICAS DOS COMPOSTOS FUNCIONAIS	16
4	MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	18
4.1	AMOSTRAGEM DOS MÉIS	18
4.2	ANÁLISES E PROCEDIMENTOS	20
4.2.1	Umidade	20
4.2.2	pH, acidez e índice de formol	20
4.2.3	Cinzas	20
4.2.4	Cor	20
4.2.5	Condutividade elétrica	21
4.2.6	Hidroximetilfurfural	21
4.2.7	Proteína	22
4.2.8	Açúcares redutores, açúcares totais e sacarose aparente	22
4.3	ANÁLISES FITOQUÍMICAS	22
4.3.1	Fenóis totais	22
4.3.2	Flavonóides totais	22
4.3.3	Atividade antioxidante	23
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1	UMIDADE	25
5.2	pH	26
5.3	ACIDEZ	26
5.4	ÍNDICE DE FORMOL	27
5.5	CINZAS	27
5.6	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	28
5.7	HIDROXIMETILFURFURAL (HMF)	28
5.8	PROTEÍNAS	29

5.9	AÇÚCARES REDUTORES	29
5.10	AÇÚCARES REDUTORES TOTAIS	30
5.11	SACAROSE	30
5.12	SÓLIDOS SOLÚVEIS	31
5.14	FENÓIS TOTAIS	31
5.15	ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	32
5.16	COR	32
6	CONCLUSÃO	34
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1 INTRODUÇÃO

A criação de abelhas constitui-se de uma atividade em que se consegue obter bom resultado econômico, ecológico e social. Na criação de abelhas, existem duas grandes linhas de estudo: a Apicultura e a Meliponicultura (RODRIGUES *et al.*, 2005). A apicultura é sustentada pela comercialização de própolis, geleia real e mel, provenientes da abelha africanizada: *Apis mellifera*, 1758 (Hymenoptera: Apidae) (CARVALHO *et al.*, 2013).

A baixa produtividade das abelhas européias no Brasil levou à necessidade de se importarem linhagens mais adaptadas ao clima tropical (GONÇALVES; STORT; JONG, 1991). Em 1956, foram trazidas colônias da África (*Apis mellifera scutellata*) à cidade de Rio Claro, no Estado de São Paulo (DINIZ, 1990). Porém, em 1957, 26 enxames, com suas respectivas rainhas africanas, escaparam e cruzaram, naturalmente, com abelhas européias, gerando populações poli-híbridas, denominadas abelhas africanizadas (STORT; GONÇALVES, 1994).

Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2000), o mel é um produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia.

Segundo Ribeiro (2010), pela avaliação físico-química é possível obter informações sobre as características típicas de cada floresta e região, bem como das práticas de apicultura empregadas. O mel é um produto fácil para adulteração, com adição de xaropes a base de sacarose.

A necessidade de estabelecer técnicas analíticas com a finalidade de conhecer a composição química e fitoquímica do mel é de grande importância, principalmente para estabelecer parâmetros físico-químicos e nutracêuticos para cada grupo de méis, além de contribuir para a identificação de fraudes e mudanças físico-químicas e microbianas que possam surgir (SANTOS *et al.*, 2009).

É comum encontrar variações na composição física e química do mel, pois vários fatores interferem na sua qualidade: condições climáticas, florada, estágio de maturação, espécie de abelha, processamento e armazenamento. A microbiota também varia, possuindo microrganismos introduzidos pelas próprias abelhas e outros

introduzidos de forma indesejada por falta de higiene na manipulação ou durante a extração e beneficiamento do mel (LOPES, 2008).

No Brasil, os padrões de qualidade para mel são estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através da Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000, a qual fixa padrões de identidade e qualidade para méis florais e de melato. Por ser um produto muito apreciado e de fácil adulteração, torna-se alvo de ações que depreciam a sua qualidade. Por isso, é necessário que haja algumas análises para a determinação da sua qualidade para que seja comercializado (SCHLABITZ *et al.*, 2010).

Os parâmetros físico-químicos, para o critério de maturidade a serem avaliados, referem-se às análises de açúcares redutores, umidade e sacarose aparente. Para satisfazer a condição de pureza, os méis devem apresentar grãos de pólen e precisam atender às especificações para os teores de sólidos insolúveis em água e minerais (cinzas). Quanto às características sensoriais, o mel pode ter cor variável, de quase incolor a pardo-escura; deve ter sabor e aroma característicos conforme a sua origem e, de acordo com o seu estado físico, pode apresentar consistência variável. Além disso, para avaliar suas condições de deterioração, é necessário averiguar os teores de acidez livre, hidroximetilfurfural (HMF) e atividade diastásica (GOIS *et al.*, 2013).

A partir do exposto, o presente trabalho visa verificar os parâmetros físicos e químicos de amostras de méis de 5 regiões distintas do Estado do Paraná, a fim de verificar se fatores regionais influenciam na sua qualidade. Faz-se necessário a realização de estudos mais elaborados sobre o tema, a fim de definir parâmetros para reconhecimento de méis de diferentes regiões.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar parâmetros físico-químicos relacionados a qualidade de méis de abelhas *Apis mellifera*, 1758 (Hymenoptera: Apidae), de diferentes regiões do Estado do Paraná.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar análises físico-químicas de umidade, pH, acidez, índice de formol, cinzas, cor, condutividade elétrica, hidroximetilfurfural, proteína, açúcares redutores, açúcares redutores totais, sacarose e sólidos solúveis totais;
- Realizar análises dos compostos funcionais: fenóis totais, flavonóides e atividade antioxidante;
- Verificar se existe diferença na composição química das amostras de mel das diferentes regiões;
- Colaborar de maneira significativa aos estudos que se relacionam com a qualidade do mel.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 MEL

O mel possui diferentes propriedades físicas e químicas por ser produzido a partir do néctar das plantas e por isso a sua produção depende da abundância e da qualidade das flores existentes no raio de ação das abelhas. Conforme a flor da qual o néctar foi obtido pelas abelhas, bem como sua localização geográfica, o produto resultante terá características diferentes, principalmente quanto à cor, sabor e odor. Por isso, a caracterização regional e o estabelecimento de padrões são de grande importância, considerando a diversidade botânica e a variação climática de cada região (ALVES, 2008).

O Brasil tem um alto potencial para suprir o mercado de mel, porém ainda há vários desafios a serem superados, como na melhoria da tecnologia do setor, nível de formalização, maior organização e cadeias locais competitivas, desenvolvimento das redes de comercialização e de assistência técnica, definição dos padrões de qualidade, controles sanitários e marcas próprias que agreguem valor ao produto, aumentando assim, o consumo interno e a ampliação do mercado externo (BUAININ & BATALHA, 2007).

Os métodos físico-químicos para a análise do mel tornaram-se de grande importância no últimos anos. Os trabalhos para a sua caracterização têm por objetivo auxiliar na definição de parâmetros de qualidade e estratégias de comercialização, com influência sobre o manejo e o desenvolvimento da criação, exploração comercial e sustentável e a preservação das abelhas (SOUZA, 2007).

3.2 COMPOSIÇÃO DO MEL

Conforme descrição do Codex Standard For Honey (2001), o mel é composto por vários açúcares, predominando os monossacarídeos glicose e frutose. Apresenta também teores de proteínas, vitaminas, aminoácidos, enzimas, ácidos orgânicos, substâncias minerais, água, pólen, sacarose, maltose, malesitose e outros oligossacarídeos, além de pequenas concentrações de fungos, algas, leveduras e

outras partículas sólidas resultantes do processo de obtenção do mel (BERTOLDI; GONZAGA; REIS, 2004).

- Açúcares

Compostos presentes em maior concentração no mel, sendo responsáveis por sua qualidade e propriedades como viscosidade, higroscopicidade, granulação, valor energético e atividade antibacteriana (SODRÉ, 2005).

- Água

Tendo influência direta em sua viscosidade, peso específico, maturidade, cristalização, sabor, conservação e palatabilidade, a água é um dos compostos mais importantes presentes no mel. O conteúdo de água pode variar de 15% a 21% (gramas de umidade por 100 g de mel analisado), sendo geralmente encontrados níveis de 17%. Valores acima de 20% podem favorecer a fermentação do mel devido ao desenvolvimento de microrganismos, alterando também odor e sabor, bem como o aumento da cristalização, dificultando a sua conservação e o armazenamento. Teores baixos também influenciam, aumentando a viscosidade, que resulta em uma massa mais dura do mel (LOPES, 2013).

- Ácidos

Os ácidos orgânicos contribuem para o odor e sabor característicos do mel e podem favorecer estabilidade frente à proliferação de microrganismos (BERA, 2010). Os ácidos presentes no mel estão dissolvidos em solução aquosa e produzem íons hidrogênio que promovem acidez ativa, permitindo assim, indicar as condições de armazenamento e o processo de fermentação (SODRÉ, 2005).

- Compostos nitrogenados e Aminoácidos livres

Os compostos nitrogenados são representados por aminoácidos livres e por proteínas, porém em quantidades menores. Apesar dos efeitos nutritivos serem

reduzidos, estes componentes podem ser importantes para a avaliação da qualidade (BOGDABOV, 2009).

- Compostos voláteis e fenólicos

A partir dos compostos voláteis, podem ser obtidas informações sobre a origem botânica do mel, a sua forma de produção, se a partir do néctar das flores, exsudatos secretados pelas plantas ou insetos. São responsáveis também pelo sabor característico do mel. Também podem ser obtidas informações sobre a qualidade microbiana, tratamento térmico e condições de armazenamento do mel (PEREIRA, 2008).

Os compostos fenólicos podem revelar a atividade antioxidante do mel, definida como a capacidade que o produto tem de minimizar reações oxidativas no organismo (SILVA *et al.*, 2014). Méis de cor escura apresentam um teor de compostos fenólicos superior e conseqüentemente, uma maior atividade antioxidante (GOMES, 2009).

- Minerais

A quantidade de minerais é considerada baixa, com a predominância do potássio, apresentando também sódio, fósforo, magnésio, ferro e zinco. Fatores como clima, origem botânica e composição do solo influenciam nessa composição (ALMEIDA, 2010). Esses minerais apresentam influência direta na sua coloração, com uma maior concentração em méis escuros, podendo esta proporção ser alterada também pela espécie de abelha e o tipo de manejo (GOIS *et al.*, 2013).

3.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

O estudo de propriedades físico-químicas com vista a análise de mel tornou-se de grande importância nos últimos anos. Os trabalhos de caracterização têm objetivado auxiliar na definição de parâmetros de qualidade e estratégias de comercialização do mel, com consequência direta sobre o manejo e o desenvolvimento da criação, exploração comercial e sustentável e a preservação das abelhas (SOUZA, 2007).

A legislação brasileira (2000) e o Codex Standart for Honey (2001) estabelecem parâmetros indicadores de qualidade físico-química do mel que estão divididos em três grupos: indicadores de maturidade, indicadores de pureza e indicadores de deterioração. Os indicadores de maturidade são obtidos a partir da determinação de açúcares e umidade. Os indicadores de pureza são determinados por sólidos insolúveis em água e cinzas. Já os indicadores de deterioração são analisados a partir de hidroximetilfurfural (HMF), pH e acidez, diastases e atividade de água.

3.4 CARACTERÍSTICAS DOS COMPOSTOS FUNCIONAIS

Diversos estudos têm comprovado a ação terapêutica do mel, com foco na avaliação da sua propriedade antioxidante. O mel apresenta na sua constituição compostos que lhe podem conferir propriedades antioxidantes tais como os polifenóis e os flavonóides (TOMÁS-BARBERÁN *et al.*, 2001).

De acordo com Gheldof e Engeseth (2002) o mel é um potente agente antioxidante, na medida em que a sua capacidade antioxidante é semelhante à de muitos frutos e legumes. A fonte floral é um dos fatores mais importantes e que mais influencia a sua capacidade antioxidante. No entanto, é necessário ter em conta os fatores externos, como ambientais, sazonais e de processamento, que também desempenham um papel determinante.

Muitos compostos fenólicos têm propriedades captadoras de radicais livres, o que confere a atividade antioxidante. Os radicais livres têm sido considerados como agentes causadores de isquemias cerebral e cardíaca, doenças de Parkinson, distúrbios gastrointestinais, envelhecimento, entre outros. As células vivas possuem capacidade limitada para anular a atividade destes radicais livres, mas acredita-se que a ingestão de antioxidantes pode melhorar a proteção das células e, portanto, a sua função fisiológica. Estes antioxidantes são geralmente obtidos a partir da alimentação e incluem vitaminas C e E, b-caroteno e uma variedade de compostos fenólicos, incluindo ácidos fenólicos e flavonoides (SILVA *et al.*, 2005).

Estes compostos também apresentam atividade antiviral, antibacteriana e anti-inflamatória, uma vez que a quantificação de compostos fitoquímicos característicos de determinados tipos de méis pode representar valor significativo para consumo e aplicação. Assim, a quantificação de compostos antioxidantes no mel pode conduzir

a uma valorização do produto junto do consumidor em virtude do seu uso tradicional como adoçante constituir uma alternativa mais saudável. A existência destas propriedades pode ainda favorecer a utilização do mel como conservante alimentar natural, sendo já conhecida a sua ação inibidora sobre a reação que provoca o escurecimento de alimentos (McKIBBEN, 2002).

4 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

4.1 AMOSTRAGEM DOS MÉIS

Trinta e uma (31) amostras de méis de *Apis mellifera*, 1758 (Hymenoptera: Apidae), foram coletadas de seis cidades localizadas em cinco regiões do Estado do Paraná, sendo elas General Carneiro (Sul), Pitanga (Central), Curitiba (Leste), Maringá (Noroeste), Marechal Candido Rondon e Santa Helena (ambas Oeste) (Tabela 1). Foram coletadas seis amostras de cada região, com exceção da região Oeste, que totalizaram sete amostras (Figura 1). As amostras foram coletadas no período de agosto de 2016 a fevereiro de 2017, sendo armazenadas em potes plásticos ou vidros, identificadas com número de acordo com a região de origem, e mantidas em temperatura ambiente, aproximadamente 25°C, ao abrigo da luz.

As análises foram realizadas no Laboratório de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, *Campus* de Campo Mourão. Todas as análises e suas diluições foram realizadas em triplicata para aferir maior confiabilidade aos resultados obtidos.

Figura 1. Amostras de mel coletadas em cinco regiões do Estado do Paraná. 1 a 6 – Região Sul; 7 a 12 – Região Central; 13 a 18 - Região Leste; 19 a 24 - Região Noroeste; 25 a 31 - Região Oeste.



Tabela 1. Identificação, procedência, região e data de coleta das 31 amostras de méis de *A. mellifera* coletadas no Estado do Paraná

Amostras	Procedência	Região	Data de coleta
1	General Carneiro	Sul	01/12/2016
2	General Carneiro	Sul	15/08/2016
3	General Carneiro	Sul	02/12/2016
4	General Carneiro	Sul	10/09/2016
5	General Carneiro	Sul	08/12/2016
6	General Carneiro	Sul	14/10/2016
7	Pitanga	Central	02/01/2017
8	Pitanga	Central	10/10/2016
9	Pitanga	Central	05/11/2016
10	Pitanga	Central	25/08/2016
11	Pitanga	Central	05/12/2016
12	Pitanga	Central	18/09/2016
13	Curitiba	Leste	18/11/2016
14	Curitiba	Leste	11/11/2016
15	Curitiba	Leste	05/01/2017
16	Curitiba	Leste	15/12/2016
17	Curitiba	Leste	06/11/2016
18	Curitiba	Leste	10/12/2016
19	Maringá	Noroeste	08/12/2016
20	Maringá	Noroeste	08/12/2016
21	Maringá	Noroeste	01/12/2016
22	Maringá	Noroeste	11/11/2016
23	Maringá	Noroeste	13/11/2016
24	Maringá	Noroeste	05/12/2016
25	Santa Helena	Oeste	14/11/2016
26	Santa Helena	Oeste	03/01/2017
27	Santa Helena	Oeste	07/11/2016
28	Marechal Cândido Rondon	Oeste	08/02/2017
29	Marechal Cândido Rondon	Oeste	10/01/2016
30	Marechal Cândido Rondon	Oeste	01/12/2016
31	Marechal Cândido Rondon	Oeste	15/12/2016

Fonte: GREGÓRIO, 2017.

4.2 ANÁLISES E PROCEDIMENTOS

4.2.1 Umidade

A umidade (%) foi determinada utilizando o método refratométrico, com um refratômetro de bancada Abbé modelo WY1A. Três gotas de cada amostra de mel foram colocadas no dispositivo refrator do equipamento que foi fechado e, após o ajuste do ângulo limite, a leitura do índice de refração (IR) foi feita diretamente na escala, de acordo com AOAC (Association of Official Analytical Chemists, 2012).

4.2.2 pH, acidez e índice de formol

As análises de pH, acidez (mEq.Kg⁻¹) e índice de formol (mL.kg⁻¹) foram determinadas seguindo o método descrito por Moraes & Teixeira (1998). O aparelho utilizado para estas análises foi um pHmetro de bancada modelo MB10 Marte imerso na amostra e um agitador magnético com aquecimento modelo SL91 Solab. Os volumes gastos para cada titulação foram anotados.

4.2.3 Cinzas

O princípio do método utilizado para a análise de cinzas (%) é descrito pela AOAC (2012), com adaptações de Sereia *et al.* (2017). O material foi incinerado à temperatura de 550°C em forno mufla modelo Jung 0112 J200, até a destruição da matéria orgânica, sem alteração dos constituintes do resíduo mineral ou perda por volatilização (MARCHINI *et al.*, 2004).

4.2.4 Cor

A cor (nm) foi determinada segundo Marchini *et al.* (2004). Para a leitura utilizou-se o espectrofotômetro visível de bancada modelo SP 2000. O comprimento

de onda utilizado estava na faixa de 560 nm e a escala colorimétrica utilizada para comparação dos resultados foi a de Pfund (Tabela 2).

Tabela 2. Escala colorimétrica de Pfund utilizada para classificação da cor das amostras de méis de *A. mellifera*.

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

Fonte: MOURA, 2006.

4.2.5 Condutividade elétrica

Para condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), foi utilizado o condutivímetro modelo HydroSan Hy 150. Pesou-se 10 g de mel em balança analítica, transferido para um balão volumétrico de 50 mL com água destilada, sendo efetuada a leitura (AOAC, 2012).

4.2.6 Hidroximetilfurfural

Para a realização de Hidroximetilfurfural ($\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$), foi utilizado o método quantitativo proposto pela AOAC (2012). As amostras foram analisadas em um espectrofotômetro visível de bancada modelo SP 2000 nos comprimentos de onda de 284nm e 336nm em cubetas de quartzo.

4.2.7 Proteína

O método de análise para a determinação de proteínas (%) no mel foi determinado segundo método descrito pela AOAC (2012). O princípio desta análise fundamenta-se na modificação do nitrogênio da amostra em sulfato de amônio, através da digestão ácida e posterior destilação com liberação da amônia, que é fixada em solução ácida e titulada. Foi utilizado o destilador de nitrogênio modelo Micro Kjeldahl Tecnal TE - 0363.

4.2.8 Açúcares redutores, açúcares totais e sacarose aparente

A determinação dos açúcares totais (%), redutores (%) e sacarose aparente (%) foi realizado segundo recomendações da AOAC (2012).

4.3 ANÁLISES FITOQUÍMICAS

4.3.1 Fenóis totais

A determinação de fenóis totais foi realizado a partir do ensaio Folin-Ciocalteu (FCR), adaptado por Daves (2003) e com recomendações de Sereia *et al.* (2017). A curva padrão com ácido gálico foi construída nas concentrações de 0,00; 0,03; 0,018; 0,033; 0,060; 0,090; 0,120 e 0,150 mg.mL⁻¹. As leituras foram realizadas no comprimento de onda de 725 nm. Os resultados foram expressos em mg de equivalente de ácido gálico em 100g de amostra (mg AGE.100 g⁻¹).

4.3.2 Flavonóides totais

A concentração de flavonoides totais é determinada por interpolação das absorbâncias das amostras tendo como base uma curva de calibração construída com padrão de quercetina, Sigma-Aldrich, 95% de pureza (AOAC, 2012; SEREIA *et al.*, 2017). A curva do padrão foi construída com os valores 0,000; 0,020; 0,027;

0,031;0,048; 0,055; 0,090; 0,0110; 0,237. Os resultados foram expressos em mg de quercetina equivalente em 100g de amostra (mgQE·100 g¹).

4.3.3 Atividade antioxidante

A atividade antioxidante foi determinada por meio da capacidade sequestrante do radical livre DPPH (2,2 difenil-1-picril-hidrazil) segundo o método descrito por Roginsky e Lissi (2005) com recomendações de Sereia *et al.* (2017). Para o cálculo do EC50, foi plotado em triplicatas um gráfico usando na abscissa (eixo x) as concentrações (175,0; 350,0; 525,0; 700,0 e 875,0) e no eixo y a porcentagem de inibição de 0 a 100. Com as equações das retas, calculou-se os valores de x que correspondem ao valor de EC50 (µg.mL¹).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas 3, 4 e 5 apresentam os valores obtidos a partir das análises físico-químicas para as 31 amostras de méis de *Apis mellifera*, 1758 (Hymenoptera: Apidae), das 5 regiões do Estado do Paraná, sendo Sul, Central, Leste, Noroeste e Oeste. Na tabela 3 encontram-se os valores para umidade, pH, acidez e índice de formol. A tabela 4 apresenta os valores para cinzas, condutividade elétrica, hidroximetilfurfural e proteínas. Na tabela 5 apresentam-se os valores para açúcares redutores, açúcares redutores totais, sacarose e sólidos solúveis.

Tabela 3. Média e desvio padrão para características físico-químicas (umidade, pH, acidez e índice de formol) de méis de *A. mellifera* de diferentes regiões do Estado do Paraná.

Região	Umidade (%)	pH	Acidez (meq.kg ⁻¹)	I.F. (mL.kg ⁻¹)
Sul	18,24±0,19	4,78±0,12	24,98±1,05	22,15±1,39
Central	17,84±0,35	4,17±0,03	26,52±1,13	20,86±0,42
Leste	18,38±0,19	4,42±0,03	27,61±0,84	20,16±0,77
Noroeste	17,78±0,33	4,31±0,05	32,08±1,12	18,18±1,84
Oeste	18,51±0,21	3,98±0,05	34,69±0,63	13,17±1,33
Média	18,15	3,61	29,18	18,91
Normativa	Máx. 20%		Máx. 50	

I.F. (mL.kg⁻¹): Índice de formol.

Tabela 4. Média e desvio padrão para características físico-químicas (cinzas, condutividade elétrica, hidroximetilfurfural e proteínas) de méis de *A. mellifera* de diferentes regiões do Estado do Paraná.

Região	Cinzas (%)	C. E. (µS.cm ⁻¹)	HMF (mg.kg ⁻¹)	Proteína (%)
Sul	0,347±0,05	714,33±14,73	3,81±0,10	0,37±0,00
Central	0,382±0,20	391,13±18,63	4,33±0,11	0,21±0,02
Leste	0,216±0,04	482,77±29,37	3,79±0,21	0,19±0,05
Noroeste	0,209±0,07	470,59±23,52	3,38±0,21	0,40±0,06
Oeste	0,149±0,05	269,84±12,58	3,81±0,18	0,40±0,02
Média	0,261	465,73	3,83	0,32
Normativa	Máx. 60		Máx. 60	

C. E. (µS.cm⁻¹): Condutividade elétrica; HMF (mg.kg⁻¹): Hidroximetilfurfural.

Tabela 5. Média e desvio padrão para características físico-químicas (açúcares redutores, açúcares redutores totais, sacarose e sólidos solúveis) de méis de *A. mellifera* de diferentes regiões do Estado do Paraná.

Região	A.R. (%)	A.R.T. (%)	Sacarose (%)	Sól. Solúveis (%)
Sul	74,39 ± 1,23	78,95 ± 0,18	4,43 ± 1,84	81,73 ± 0,22
Central	71,72 ± 0,46	74,31 ± 0,75	2,52 ± 0,45	82,13 ± 0,37
Leste	70,49 ± 0,72	73,29 ± 0,95	2,71 ± 1,16	81,67 ± 0,29
Noroeste	72,00 ± 0,91	74,31 ± 0,68	2,25 ± 1,29	82,27 ± 0,29
Oeste	74,26 ± 0,37	79,05 ± 0,17	4,60 ± 0,51	81,46 ± 0,15
Média	72,57	75,98	3,30	81,85
Normativa	Mín. 65		Máx. 6	Mín. 60

A.R. (%): Açúcares redutores; A.R.T. (%): Açúcares redutores totais; Sól. Solúveis (%): Sólidos solúveis.

A tabela 6 apresenta os valores obtidos para os teores de flavonóides, fenóis totais, atividade antioxidante e cor, das amostras de méis de *A. mellifera* de 5 regiões do Estado do Paraná.

Tabela 6. Média e desvio padrão para as propriedades fitoquímicas e cor de méis de *A. mellifera* de diferentes regiões do Estado do Paraná.

Região	Flavonóides (mgQE·100 g ¹)	Fenóis Totais (mgEAG. 100 g ¹)	Ativ. Antioxidante EC 50 (µg.mL ¹)	Cor
Sul	852,28 ± 3,71	191,17 ± 1,91	1,94 ± 0,07	Âmbar
Central	515,97 ± 5,86	174,22 ± 10,43	2,79 ± 0,05	Âmbar claro
Leste	764,68 ± 4,54	185,33 ± 8,66	2,64 ± 0,12	Âmbar
Noroeste	508,13 ± 3,44	187,00 ± 5,77	2,88 ± 0,04	Âmbar claro
Oeste	400,24 ± 6,19	143,67 ± 5,00	3,02 ± 0,04	Âmbar claro
Média	608,26	176,28	2,65	

Ativ. Antioxidante EC 50 (µg.mL¹): Atividade antioxidante.

5.1 UMIDADE

A média geral encontrada para umidade foi de 18,15% (Tabela 3), com variação entre 17,78% e 18,51% para as regiões Noroeste e Oeste ($p > 0,05$), respectivamente. Pela Instrução Normativa nº 11 de 20 de outubro de 2000 do Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA), o teor máximo de umidade permitido para méis de flores ou de melato é de 20%. Dessa forma, nenhuma das amostras analisadas encontrou-se fora do padrão estabelecido.

Pesquisas realizadas por Meireles e Cançado (2013), na cidade de Pará de Minas-Minas Gerais, encontraram teores de umidade variando de 16,2%, 15,0% e 17,4% para 3 amostras. GOIS *et al.* (2013), apresentaram valores de umidade encontrados em diferentes estados do Nordeste, resultando em 19,77% para a Bahia, 16,36% para o Ceará, 18,06% para a Paraíba e 14,60% para o Piauí. Em méis do estado do Rio Grande do Sul, na análise de 12 amostras foram apresentaram variações de 15,86% a 19,11% (SCHLABITZ *et al.*, 2010).

5.2 pH

A média geral encontrada para o parâmetro pH foi de 3,61 (Tabela 3), havendo variação de 3,98 a 4,78, para as regiões Oeste e Sul ($p > 0,05$), respectivamente. Não há indicação dos valores de pH na legislação brasileira, porém em comparação com outros estudos, a média obtida está próxima aos valores encontrados.

SALGADO *et al.*, (2008), encontraram média de 4,22 para pH, analisando méis da região de Botucatu, São Paulo. No estado da Paraíba, foram encontrados valores de 3,85 e 4,61 em duas regiões diferentes, ambos para méis de *A. mellifera*. A média de pH obtido em pesquisa realizada no estado do Tocantins com 24 amostras foi de 3,70, com mínimo de 3,40 e máximo de 4,20 (ABADIO-FINCO; MOURA; SILVA, 2010).

Há a necessidade da realização de estudo definindo a faixa de valor ideal para pH de méis de *A. mellifera*, sendo que determinados valores de pH podem indicar processos fermentativos ou adulterações, servindo como indicador do estado de conservação do mel (MEIRELES; CANÇADO, 2013).

5.3 ACIDEZ

Para acidez, foi encontrado uma média total de 29,18mEq.Kg⁻¹ (Tabela 3), com valores variando de 24,98 a 34,69mEq.Kg⁻¹, para as regiões Sul e Oeste ($p > 0,05$), respectivamente. A Legislação Brasileira estabelece um máximo de 50 mil equivalentes por quilograma (mEq.Kg⁻¹) (BRASIL, 2000). No entanto, nenhuma das amostras apresentou valor acima do padrão estabelecido.

A partir de 24 amostras analisadas na região Sul do estado do Tocantins, relatou-se uma média de $44,7\text{mEq.Kg}^{-1}$, com mínimo de $35,0\text{mEq.Kg}^{-1}$ e máximo de $59,0\text{mEq.Kg}^{-1}$ (ABADIO-FINCO; MOURA; SILVA, 2010). Em méis de *A. mellifera* produzidos no extremo sul da Bahia, encontrou-se uma média de $33,6\text{mEq.Kg}^{-1}$, com um mínimo de $30,49\text{mEq.Kg}^{-1}$ e máximo de $35,75\text{mEq.Kg}^{-1}$ (SILVA, 2012).

A origem da acidez do mel deve-se à variação dos ácidos orgânicos causada pelas diferentes fontes de néctar pela ação da enzima glicose-oxidase que origina o ácido glucônico pela ação das bactérias durante a maturação do mel e ainda a quantidade de minerais presentes no mel (RODRIGUES *et al.*, 2005).

5.4 ÍNDICE DE FORMOL

Para o índice de formol, foi encontrada média geral de $18,91\text{mL.kg}^{-1}$ (Tabela 3), com Oeste e Sul apresentando os valores mais discrepantes, com 13,17 a $22,15\text{mL.kg}^{-1}$ ($p>0,05$), respectivamente. Para o índice de formol, não há valores de referência para méis de *A. mellifera*, porém as amostras analisadas encontraram-se dentro da faixa de variação comparada com estudos referentes ao mesmo parâmetro. Mendonça *et al.* (2008), encontrou média de $10,3\text{mL.kg}^{-1}$ para méis coletados no Estado de São Paulo, com valores variando de 6,0 a $16,7\text{mL.kg}^{-1}$, referente à coletas em diferentes meses do ano.

Em uma pesquisa realizada com méis da região Sul do Estado do Tocantins com 24 amostras, os valores de índice de formol encontrados apresentaram média de $7,19\text{mL.kg}^{-1}$ para o grupo 1, com 11 amostras e média de $8,03\text{mL.kg}^{-1}$ para o grupo 2, com 12 amostras (ABADIO-FINCO; MOURA; SILVA, 2010).

5.5 CINZAS

O valor médio obtido para cinzas foi de 0,26% (Tabela 3), variando de 0,15 a 0,38% para as regiões Oeste e Central ($p>0,05$), nos respectivos valores de mínimo e máximo. A porcentagem de cinzas presente no mel expressa a riqueza do material mineral, e se constitui em parâmetro bastante utilizado nas determinações que visam verificar a qualidade do mel. A legislação brasileira estabelece um máximo de 0,60%

de cinzas em méis (BRASIL, 2000). Sendo assim, as amostras analisadas apresentaram-se dentro do máximo estabelecido.

Meireles e Cançado (2013), analisando 3 amostras adquiridas no comércio local da cidade de Pará de Minas, Minas Gerais, encontraram valores de 0,07% para a amostra I, 0,13% para a amostra II, e 0,28% para a amostra III. Amostras do Estado da Bahia apresentaram média de 0,30% (GOIS *et al.*, 2013). Em amostras provenientes de diversas floradas da região do Vale do Taquira, Rio Grande do Sul, obteve-se teores variando de 0,09 a 0,54% (SCHLABITZ *et al.*, 2010).

5.6 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Para condutividade elétrica, foi obtido um valor médio de $465,73\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (Tabela 3), com variações de $269,84$ a $714,33\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, para as regiões Oeste e Sul ($p>0,05$), respectivamente. A legislação brasileira não define padrão para este parâmetro (BRASIL, 2000), portanto, em comparação com estudos de outros autores, os valores encontram-se de acordo com a variação.

Mendonça *et al.* (2008), analisando amostras de méis em fragmento de cerrado no município de Itirapina, São Paulo, encontrou variação de $227,3$ a $1851,3\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, com média de $1081,4\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, apontou também que estes valores estão bem próximos a outros estudos realizados em outras áreas de cerrado. Analisando méis do Sul da Bahia, Silva (2012) encontrou uma média de $673,0\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, variando de $574,0$ a $842,0\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

5.7 HIDROXIMETILFURFURAL (HMF)

Obteve-se um valor médio geral de $3,83\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ para HMF (Tabela 3), variando com relação à região Noroeste, com valor médio de $3,38\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, e região Central, com valor médio de $4,33\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ($p>0,05$). A legislação brasileira estabelece um valor máximo de $60\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (BRASIL, 2000), o que mostra que todas as amostras encontram-se de acordo com o valor estabelecido.

No município de Itirapina, São Paulo, Mendonça *et al.* (2008) encontrou valor médio de $8,3\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ em méis de *A. mellifera*, apresentando valores próximos aos

obtidos no presente estudo. Em amostras de méis do Estado do Taquari, Rio Grande do Sul, as quantidades de HMF variaram de 1,73 a 30,85mg.kg⁻¹ (SCHLABITZ, 2010). Em amostras de méis obtidas de diferentes regiões do Estado do Pará, os níveis de HMF variaram de 0,15 a 50,2mg.kg⁻¹, com média de 13,38mg.kg⁻¹ (SOUZA, 2013).

O teor de HMF é utilizado para avaliar a qualidade do mel, pois o mel fresco não contém concentrações de HMF, e seu teor tende a aumentar durante o armazenamento ou acondicionamento do mel ou ainda com a elevação da temperatura para diminuir a viscosidade e/ou crescimento de microrganismos indesejáveis (ZAPPALÁ *et al.*, 2005).

5.8 PROTEÍNAS

Para proteínas, obteve-se uma média geral de 0,32% (Tabela 3), sendo que o valor mínimo encontrado foi de 0,19% para a região Leste e o valor máximo foi de 0,40%, para as regiões Noroeste e Oeste ($p>0,05$). Não há padrão relacionado a proteínas em méis, disposto na legislação brasileira (BRASIL, 2000). No entanto, em comparação com outros autores, todas as amostras apresentam-se adequadas com relação à análise de proteínas. Por exemplo, em amostras de méis da região de Itirapina, São Paulo, as porcentagens de proteína variaram de 0,13 a 1,00%, com média de 0,67% (MENDONÇA *et al.*, 2008). Moreti *et al.* (2009), em análise com 52 amostras de méis do Estado do Ceará, encontrou um valor médio para proteínas de 0,27%, variando de 0,12 a 0,70%.

5.9 AÇÚCARES REDUTORES

Foi obtido um valor médio geral de 72,57% para açúcares redutores (Tabela 4), sendo encontrado valores próximos para as amostras de cada região coletada, com variações de 70,49% para a região Leste, e 74,39% para a região Sul ($p>0,05$). Os valores obtidos no presente estudo estão em acordo com a legislação brasileira, que estabelece um mínimo de 65,00% para açúcares redutores em méis de *Apis mellifera* (BRASIL, 2000).

Em amostras de méis produzidos no Sul da Bahia, para açúcares redutores foi obtida uma média de 69,33%, com mínimo de 65,58% e máximo de 71,44% (SILVA, 2012). Para méis da região de Itirapina, São Paulo, as porcentagens de açúcares redutores variaram de 60,9 a 71,5%, com média de 67,4% (MENDONÇA *et al.*, 2008).

Estes açúcares monossacarídeos são os componentes em maior concentração no mel, variando de 85 a 95% da sua composição, enquanto que a sacarose, um açúcar não redutor oligossacarídeo, representa de 2 a 3% dos carboidratos presentes no mel. O aparecimento de altas concentrações deste açúcar é um indicativo de uma colheita prematura do produto, antes de uma maior ação da invertase sobre a sacarose (SOUZA *et al.*, 2009).

5.10 AÇÚCARES REDUTORES TOTAIS

Para açúcares redutores totais, obteve-se uma média geral de 75,98% (Tabela 4), com variações de 73,29% a 79,05% para as regiões Leste e Oeste ($p > 0,05$), respectivamente. Os resultados obtidos encontraram-se de acordo com a faixa de variação de estudo de outros autores, como no estudo realizado com 52 amostras produzidas em diferentes municípios do Estado do Ceará, onde encontrou-se um valor médio de 80,5% para açúcares redutores totais, com valor mínimo de 72,3% e valor máximo de 87,2% (MORETI *et al.*, 2009). No município de Itirapina, São Paulo, foram analisadas amostras de méis de *A. mellifera*, em que obteve-se um valor médio de 69,2%, com variações de 64,2 a 73,1% (MENDONÇA *et al.*, 2008).

5.11 SACAROSE

Foi obtido um valor médio geral de 3,30% para sacarose das amostras de méis. A região Noroeste apresentou valor mínimo de 2,25% e a região Oeste apresentou valor máximo de 4,60% ($p > 0,05$). Para teor de sacarose, a legislação brasileira apresenta um valor máximo de 6,00% para méis de *A. mellifera* (BRASIL, 2000). Todas as amostras se encontram em conformidade com o padrão estabelecido pela legislação, não ultrapassando o valor máximo. Além disso, em uma pesquisa realizada

com méis do Sul da Bahia (SILVA, 2012), foram encontrados resultados para teor de sacarose a partir de 3 amostras, com valores médios de 3,31%, 2,84% e 4,31%.

5.12 SÓLIDOS SOLÚVEIS

A média geral obtida para sólidos solúveis foi de 81,85%, com o menor valor para a região Oeste, com 81,46% e o maior valor para a região Noroeste, com 82,27% ($p>0,05$). Em um trabalho realizado com 18 amostras de mel Português, foram obtidos valores para sólidos solúveis totais entre 81,4% e 85,0% (média: $83,4\% \pm 0,3$) (NASCIMENTO, 2013).

De acordo com a legislação, o mel em geral deve apresentar valores superiores a 60g/100g, com exceção do mel de melato, cujo teor deve ser igual ou superior a 45g/100g (BRASIL, 2000). No mel, o teor de sólidos solúveis é muito próximo ao teor de açúcares totais, situação que faz com que esta técnica, simples e econômica, seja de grande utilização (GÓIS *et al.*, 2013).

5.13 FLAVONÓIDES

Os teores de flavonóides variaram de $400,24\text{mgQE} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para a região Oeste a $852,28\text{mgQE} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para região Sul, com média geral de $608,26\text{mgQE} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Em estudo com amostras de méis do Estado do Rio Grande do Sul, foram encontrados valores variando de 298,00 a $1046,0\text{mgQE} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (BUENO-COSTA *et al.*, 2016), o que mostra que os valores encontrados estão de acordo com o descrito na literatura.

Estudos realizados por Tomás-Barberán *et al.* (2001), demonstraram ainda que a presença de determinados flavonóides pode constituir uma importante ferramenta para a determinação da origem floral e geográfica do mel. Assim, por exemplo, a análise de flavonóides no mel de laranjeira revelou a presença de um flavonóide característico, a hesperitina. Este composto pode, deste modo, funcionar como indicador da origem floral do mel de laranjeira.

5.14 FENÓIS TOTAIS

A média geral encontrada para o teor de fenóis foi de 176,28mgEAG·100g¹, apresentando um valor mínimo de 143,67mgEAG·100g¹ para a região Oeste e valor máximo de 191,17mgEAG·100g¹ para a região Sul. Estes valores foram superiores quando comparados com resultados obtidos por Ribeiro *et al.* (2015), com amostras de méis de diferentes floradas do Estado do Piauí, com o maior teor encontrado para o mel de juazeiro, com 123,67mgEAG·100g¹ e o menor teor para o mel de marmeleiro, com valor de 40,97mgEAGv100g¹.

Em estudo com méis de *A. mellifera* de diferentes localidades da Amazônia, os valores encontrados para fenóis variaram de 36,68 a 154,28 mgEAG·100g¹ (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

5.15 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Obteve-se, para atividade antioxidante, valor médio de 2,65µg.mL¹, apresentando um valor mínimo para a região Sul, com 1,94µg.mL¹, e valor máximo para a região Oeste, com 3,02µg.mL¹. Em amostras de méis silvestres de diferentes cidades do Rio de Janeiro foram encontrados valores de EC50 variando entre 8,17 a 51,45µg.mL¹ (LIANDA *et al.*, 2012). Nessa pesquisa, os valores para EC50 foram menores, demonstrando alto poder de sequestro de radicais livres.

Estudos demonstram que méis com cor mais intensa apresenta melhor atividade antioxidante (menor valor de EC50) do que méis claros (SAXENA *et al.*, 2010), uma vez que os pigmentos do mel de abelha pertencem ao grupo das antocianinas e flavonas (SILVA *et al.*, 2006).

5.16 COR

Para a cor das amostras de méis, a região Sul e Leste apresentaram, em sua maioria, coloração âmbar, sendo que as demais regiões apresentaram coloração âmbar claro (Tabela 5). A predominância da cor âmbar claro também foi observada para méis do estado de São Paulo (MENDONÇA *et al.*, 2008). Segundo a Instrução Normativa nº 11 de 20 de outubro de 2000, a cor do mel pode variar de quase incolor

a parda escura (BRASIL, 2000). A Tabela 1 apresenta a divisão dos parâmetros para cor, considerando a escala de *Pfund*.

Fatores como a origem floral, clima e a temperatura na qual o mel amadurece no interior das colméias estão relacionados com a cor do mel, bem como o seu conteúdo mineral também pode influenciar na sua coloração (AROUCHA *et al.*, 2008). Estudos da Universidade de Illinois demonstraram que a cor dos méis está relacionada com a capacidade antioxidante das diferentes floradas e, quanto mais escura é a coloração do mel, maior será a sua capacidade antioxidante (SILVA *et al.*, 2006).

6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos a partir das análises dos compostos fitoquímicos apresentaram valores que comprovam que a localidade produtora de determinado mel influencia na sua composição e no seu perfil antioxidante. Verificou-se a qualidade das amostras das diferentes regiões, chegando a conclusão de que 100% das amostras encontraram-se de acordo com a legislação vigente para méis de *Apis mellifera*, a partir das análises físico-químicas, garantindo o seu valor qualitativo.

Para tanto, conclui-se que as regiões exercem influência na composição física e química dos méis. É certo que ainda são necessários mais estudos aprofundados sobre o tema, para que sejam estabelecidos parâmetros para reconhecimento de méis de diferentes regiões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABADIO-FINCO, F. D. B.; MOURA, L. L.; SILVA, I. G. **Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L.** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 30(3): 706-712, jul.-set. 2010.
- ALMEIDA, C. M. V. de B. **Detecção de contaminantes no mel.** [dissertação]. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa. 2010.
- ALVES, E. M. 2008. **Identificação da flora e caracterização do mel orgânico de abelhas africanizadas das Ilhas Floresta e Laranjeira, do Alto Rio Paraná.** 63 f. *Tese (Doutorado em Zootecnia)*–Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2008.
- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. (2012). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.
- AROUCHA, E. M. M.; OLIVEIRA, A. J. F.; NUNES, G. H. S.; MARACAJÁ, P. B.; 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, p. 211-217, 2008.
- BERA, A. **Efeitos nas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais em amostras de mel de abelhas submetidas a radiação gama.** [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2010.
- BERTOLDI, F. C.; GONZAGA, L.; REIS, V. D. A. 2004. Características físico-químicas do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera scutellata*), com florada predominante de hortelã-do-campo (*Hyptis crenata*), produzido no Pantanal. In: **Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do pantanal**, 4., 2004, Anais... , Corumbá - MS. p. 1 - 4.
- BOGDABOV. **Honey Composition.** Book of Honey. 2009. Disponível em: <http://www.bee-hexagon.net>. Acesso em 15 abril de 2018.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa Nº 11, de 20 de outubro de 2000.** Brasília, DF, 20 out. 2000.
- BUAININ, A.M.; BATALHA, M.O. 2007. Cadeias produtivas de flores e mel. In.: A. M. Buainin; M. O (Ed.). **Série Agronegócios.** Brasília: MAPA/SPA, p. 85-140, 2007. v. 9.
- BUENO-COSTA, F. M., ZAMBIAZI, R. C., BOHMER, B. W., CHAVER, F. C., SILVA, W. P., ZANUSSO, J. T., & DUTRA, I. (2016). Antibacterial and antioxidant activity of honeys from the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Food Science and Technology**, 65, 333-340.
- CARVALHO C.A.L.; ALVES R. M.O.; SOUZA B.A.; VÉRAS S.O.; ALVES E.M.; SODRÉ G.S.M. Stingless bees process honey and pollen in cerumen pots. Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes; Mérida, Venezuela, 2013.

Disponível em: <<http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/35292>>. Acesso em: 30 maio de 2018.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION – CAC. **Revised Codex Standard for Honey**. 2001. Disponível em: <http://www.codexalimentarius.net/downloadstandards/310/CX5012e.pdf>. Acesso em 15 abril 2018.

DAVES, J. W. (2003). **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. John Wiley & Sons. California. 1073-1080.

DINIZ, N. M. **Estudo dos processos de enxameagem e de abandono de colônias de abelhas africanizadas em zonas rurais e urbanas** [Tese]. Ribeirão Preto: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto; 1990.

GHELDOLF, N.; ENGESETH, N. J. (2002). Antioxidant capacity of honeys from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of in vitro lipoprotein oxidation in human serum samples. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 50: 3050-3055.

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

GOMES, S.P.M. **Caracterização e avaliação biológica de méis comerciais**. [dissertação]. Bragança: Escola Superior Agrária de Bragança; 2009.

GONÇALVES, L. S.; STORT, A. C.; JONG, D. D. Beekeeping in Brazil. In: Fletcher DJC, Breed MD, editors. **The "African" honey bee**. Colorado: Westview Press; 1991. p. 359-72.

GREGÓRIO, A. **Atividade antimicrobiana e características físico químicas de amostras de mel de *Apis mellifera* de diferentes regiões do estado do Paraná**. [Dissertação] Maringá: Universidade Estadual de Maringá. 2017.

LIANDA, R.L.P.; SANT'ANA, L.D'O.; ECHEVARRIA, A.; CASTRO, R.N. 2012. Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Brazilian Honeys and their Extracts. **Journal of the Brazilian Chemical Society** 23: 618-627.

LOPES, M. T. R. **As boas práticas na colheita e qualidade do mel**. Embrapa. 2008. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/embrapa/imprensa/artigos/2008/as-boas-praticas-na-colheita-e-qualidade-do-mel>>. Acesso em: 29 maio de 2018.

LOPES, S.B. **Estudo do efeito da temperatura na qualidade do mel**. [dissertação]. Bragança: Escola Superior Agrária de Bragança; 2013.

MCKIBBEN, J.; ENGESETH, N. J. Honey as a protective agent against lipid oxidation in ground turkey. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 50, 592-595 (2002).

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

MEIRELES, S.; CANÇADO, I.A.C. 2013. Mel: Parâmetros de qualidade e suas implicações para a saúde. **SynThesis Revista Digital FAPAM**, Pará de Minas, v.4, n.4, 207-219, abr. 2013.

MENDONÇA, K.; MARCHINI, L. C.; SOUZA, B. de A.; ANACLETO, D. de A.; MORETI, A. C. de C. C.. Caracterização físico-química de amostras de méis produzidas por *Apis mellifera* L. em fragmento de cerrado no município de Itirapina, São Paulo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, p.1748-1753, set, 2008.

MORAES, R.M. de; TEIXEIRA, E.W. **Análise de mel (Manual técnico)**. Pindamonhangaba:sn, 1998. 41p.

MORETI, A. C. de C. C.; SODRÉ, G. da S.; MARCHINI, L. C.; OSTUK, I. P. Características físico-químicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L. do Estado do Ceará, Brasil. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 191-199, jan./fev., 2009.

MOURA, Sinevaldo Gonçalves de. **Qualidade do mel de Abelhas (*Apis mellifera*, L.) em função do ambiente e do tempo de armazenamento**. 2006. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2006.

NASCIMENTO, Diana Marisa Dias do. **Parâmetros de avaliação da qualidade do mel e percepção do risco pelo consumidor**. 2013. Repositório Aberto da Universidade do Porto. Disponível em: < <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/70947/2/24627.pdf>>. Acesso em: 17 de maio de 2018.

OLIVEIRA, P. S.; MÜLLER, R. C. S.; DANTAS, K. DAS G. F.; ALVES, C. N. Ácidos fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante em méis de *Melipona fasciculata*, *M. flavolineata* (Apidae, Meliponini) e *Apis mellifera* (Apidae, Apini) da Amazônia. **Química Nova**, Vol. 35, No. 9, 1728-1732, 2012.

PEREIRA, A.P. **Caracterização do mel com vista á produção de Hidromel**. [dissertação]. Bragança: Escola Superior Agrária de Bragança; 2008.

RIBEIRO, J. G.; PIRES, P. S. de S.; BRANDÃO, T. M.; SILVA, R. A. da. Fenólicos totais e atividade antioxidante de méis de abelha de diferentes floradas. 2015. **Revista Eletrônica Nutritime**. Artigo 291. Janeiro/Feveireiro 2015.

RIBEIRO, R.O.R. **Elementos traços em méis de abelhas (*Apis mellifera*) do Estado do Rio de Janeiro, Brasil**: influência da sazonalidade. Dissertação (Mestrado em Processamento Tecnológico de Produtos de origem animal). Universidade Federal Fluminense, 2010.

RODRIGUES, A. E.; SARMENTO DA SILVA, E. M.; 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. 2005. Disponível em:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33135528>>. Acesso em 9 de maio de 2018.

ROGINSKY, V., LISSI, E. A. (2005). Review of methods to determine chainbreaking antioxidant activity in food. **Food Chemistry**, 92, 235-254.

SANTOS, D. C.; NETO, L. G. M.; MARTINS, J. N.; SILVA, K. F. N. L. 2009. Avaliação da qualidade físico-química de amostras de méis comercializadas na região do Vale do Jaguaribe-CE. **Revista Verde**, 4, 21-26. 2009.

SAXENA, S.; GAUTAM, S.; SHARMA, A. Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. **Food Chemistry**, v. 118, p. 391-397, 2010. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.001>>. Acesso em: 30 maio de 2018.

SEREIA, M. J. et al. Techniques for the Evaluation of Physicochemical Quality and Bioactive Compounds in Honey. In: TOLEDO, V. de A. A. de. **Honey Analysis**. [s.l.]: Intech, 2017. p. 195-209.

SCHLABITZ, C.; SILVA, S. A. F.; SOUZA, C. F. V.. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em mel. **Revista Brasileira de Tecnologia Agropecuária**. v. 04, n. 01, p. 80-90, 2010.

SILVA, ISABELLA RAMOS. Caracterização dos méis de abelha *Apis Mellifera* produzidos no extremo sul da Bahia. **Revista Eletrônica Multidisciplinar**. Pindorama do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA Nº 02 – Ano 3 – junho/2012. Disponível em: <www.revistapindorama.ifba.edu.br>. Acesso em: 14 de maio de 2018.

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 Araraquara**, v. 17, n. 1, p. 113-120, 2006. Disponível em: <<http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/view/120/133>>. Acesso em: 30 maio de 2018.

SILVA, T. M. S.; CAMARA, C. A.; LINS, A. C. S.; BARBOSA-FILHO, J. M.; SILVA, E. M. S.; FREITAS, B. M.; SANTOS, F. A. R.; **Journal of Food Composition and Analysis**. 2005, 19, 507.

SILVA, T.M.G.; DA SILVA, P.R.; CAMARA, C.A.; DA SILVA, G.S.; DOS SANTOS, F.A.R.; SILVA, T.M.S. Análises químicas e potencial antioxidante do mel de Angico produzido pelas abelhas sem-ferrão jandaíra. **Revista Virtual de Química**. 2014. v.6 (5): p.1370-1379.

SODRÉ, G. DAS. **Características físico-químicas, microbiológicas e polínicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae) dos estados do Ceará e Piauí**. [tese]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz; 2005.

SOUZA, BRUNO DE ALMEIDA *et al* . Caracterização do mel produzido por espécies de *Melipona* Illiger, 1806 (apidae: meliponini) da região nordeste do Brasil: Características físico-químicas. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 2, 2009.

SOUZA, B.A. 2007. **Meliponicultura tradicional e racional**. In: VIT, P.; SOUZA, B.A. (Org.). *Evaluación sensorial de miel de abejas sin aguijón*. Mérida: APIBA; CDCHT; Universidad de Los Andes, p. 17-24.

SOUZA, R.F.; GOMES, P.W.P.; SOUZA, S.D.; BARBOSA, W.C. **Determinação de hidroximetilfurfural em amostras de mel de abelhas do Estado do Pará**. 53º Congresso Brasileiro de Química. Rio de Janeiro/RJ. 2013. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/10/2859-16617.html>>. Acesso em: 29 maio de 2018.

STORT, A.C.; GONÇALVES, L.S. **A africanização das abelhas "*Apis mellifera*" nas Américas – I**. In: Barraviera B. *Venenos animais: uma visão integrada*. Rio de Janeiro: Ed. Publicações Científicas; 1994. p. 33-47.

TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; MARTOS, I.; FERRERES F.; RADOVIC, B. S.; ANKLAM, E. HPLC flavonoid profiles as markers for the botanic origin of European unifloral honeys. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 81, 485-496 (2001).

ZAPPALÁ, M. *et al.*; **Methods for the determination of HMF in honey: a comparison**. **Food Control**, n.16, 273–277, 2005.