

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO
MESTRADO EM ZOOTECNIA

RENATO DE JESUS RIBEIRO

**Compostos bioativos, atividade antioxidante e características físico-químicas de mel de
Apis mellifera da região Oeste do Paraná**

Marechal Cândido Rondon

2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM ZOOTECNIA

RENATO DE JESUS RIBEIRO

**Compostos bioativos, atividade antioxidante e características físico-químicas de mel de
Apis mellifera da região Oeste do Paraná**

Dissertação apresentada à
Universidade Estadual do Oeste do
Paraná como parte das exigências
do Programa de Pós-Graduação
em Zootecnia, área de
concentração em Produção e
Nutrição Animal, para a obtenção
do título de “Mestre”
Orientadora: Prof.^a Dra. Regina
Conceição Garcia

Marechal Cândido Rondon

2021

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da
Unioeste.

Jeseus Ribeiro, Renato de Compostos bioativos,
atividade antioxidante e características físico-químicas
de mel de Apis melífera da região Oeste do Paraná /
Renato de Jeseus Ribeiro; orientadora Regina Conceição
Garcia. -- Marechal Cândido Rondon, 2021. 34 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Marechal
Cândido Rondon) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná,
Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, 2021.

1. zootecnia. 2. apicultura . 3. flavonoides. 4.
compostos bioativos. I. Garcia, Regina Conceição, orient. II.
Título.

RENATO DE JESUS RIBEIRO

Compostos bioativos, atividade antioxidante e características físico-químicas de mel de *Apis mellifera* da região Oeste do Paraná

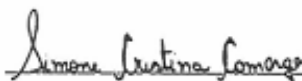
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de "Mestre em Zootecnia", Área de Concentração "Produção e Nutrição Animal", Linha de Pesquisa "Produção e Nutrição de Não-Ruminantes", APROVADO pela seguinte Banca



Orientadora / Presidente – Prof.^a Dr.^a Regina Concelção Garcia
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Mal. Cândido Rondon

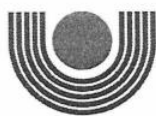


Membro – Prof. Dr. Emerson Dechechi Chambó
Universidade Federal do Recôncavo Baiano (UFRB)



Membro – Prof.^a Dr.^a Simone Cristina Camargo
Faculdade Educacional de Medianeira (UDC - Medianeira)

Marechal Cândido Rondon, 9 de junho de 2021.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



PARANÁ

GOVERNO DO ESTADO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DECLARAÇÃO E PARECER DE PARTICIPAÇÃO EM BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO REALIZADA À DISTÂNCIA, DE FORMA SÍNCRONA, POR VIDEOCONFERÊNCIA

Eu, **Prof.^a Dr.^a Regina Conceição Garcia**, declaro como **ORIENTADORA** que presidi os trabalhos de defesa **à distância, de forma síncrona e por videoconferência**, da Banca Examinadora de Defesa de Dissertação do candidato **Renato de Jesus Ribeiro**, aluno de Mestrado deste Programa de Pós-Graduação.

Considerando o trabalho entregue, a apresentação e a arguição dos membros da Banca Examinadora, **formalizo como Orientadora**, para fins de registro, por meio desta declaração, a decisão da Banca Examinadora de que o candidato foi considerado **APROVADO** na banca realizada em 09/06/2021, com o trabalho intitulado **“Avaliação de compostos bioativos, atividade antioxidante e características físico-químicas de mel de *Apis mellifera* da região Oeste do Paraná”**.

Descreva abaixo observações e/ou restrições (se julgar necessárias):

O título foi alterado para: **“Compostos bioativos, atividade antioxidante e características físico-químicas de mel de *Apis mellifera* da região Oeste do Paraná”**

Prof.^a Dr.^a Regina Conceição Garcia —

ORIENTADORA/PRESIDENTE

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) / *Campus* de Mal. Cândido Rondon
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Modelo 2- para o orientador(a) da Banca Examinadora de Programa de Pós- graduação da UNIOESTE



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DECLARAÇÃO E PARECER DE PARTICIPAÇÃO EM BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE Mestrado REALIZADA À DISTÂNCIA, DE FORMA SÍNCRONA, POR VIDEOCONFERÊNCIA

Eu, **Prof.^a Dr.^a Simone Cistina Camargo**, declaro que participei à **distância, de forma síncrona e por videoconferência**, da Banca Examinadora de Defesa de Dissertação do candidato Renato de Jesus Ribeiro, aluno de Mestrado deste Programa de Pós- Graduação.

Considerando o trabalho entregue, apresentado e a arguição realizada, **formalizo como Membro Externo**, para fins de registro, por meio desta declaração, minha decisão de que o candidato pode ser considerado APROVADO na banca realizada em 09/06/2021, com o trabalho intitulado “Avaliação **de compostos bioativos**, atividade **antioxidante** e características físico-químicas de mel de *Apis mellifera* da região Oeste do Paraná”.

Descreva abaixo observações e/ou restrições (se julgar necessárias):

0 discente deverá realizar algumas adequações em sua dissertação para a entrega final so PPZ.

Prof.^a Dr.^a Simone Cistina Camargo

Faculdade Educacional de Medianeira (UDC)



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DECLARAÇÃO E PARECER DE PARTICIPAÇÃO EM BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE MESTRADO REALIZADA À DISTÂNCIA, DE FORMA SÍNCRONA, POR VIDEOCONFERÊNCIA

Eu, **Prof. Dr. Emerson Dechechi Chambó**, declaro que participei **à distância, de forma síncrona e por videoconferência**, da Banca Examinadora de Defesa de Dissertação do candidato **Renato de Jesus Ribeiro**, aluno de Mestrado deste Programa de Pós- Graduação.

Considerando o trabalho entregue, apresentado e a arguição realizada, **formalizo como Membro Externo**, para fins de registro, por meio desta declaração, minha decisão de que o candidato pode ser considerado **APROVADO** na banca realizada em 09/06/2021, com o trabalho intitulado **“Avaliação de compostos bioativos, atividade antioxidante e características físico-químicas de mel de *Apis mellifera* da região Oeste do Paraná”**.

Descreva abaixo observações e/ou restrições (se julgar necessárias):

Prof. Dr. Emerson Dechechi Chambó

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, a todos acreditaram em mim e tornaram possível a sua realização

Minha esposa, Lígia Patrícia Rambo Ribeiro

Meu filho, Matias Eduardo Ribeiro

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida e por toda a proteção que tem me dado, para que na de mal acontecesse durante meu trajeto.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná, pela oportunidade da realização de todos os estudos e em especial ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia por proporcionar um avanço em minha carreira.

A toda minha família em especial esposa e filho, Lígia Patrícia Rambo Ribeiro e Matias Eduardo Ribeiro por todo apoio, paciência que comigo tiveram e todo incentivo que me deram para o fim deste trabalho.

À professora Regina Conceição Garcia por toda orientação e ensinamentos em toda a linha de pesquisa, que me fizeram crescer academicamente e pessoalmente.

A Capes por todo apoio financeiro concedido.

Aos amigos que fiz ao longo do trajeto, por todo apoio e momentos de descontração que proporcionaram.

A todos que contribuíram com as amostras de mel para realização das análises realizadas.

A todos os professores que compartilharam dos seus conhecimentos e funcionários que de alguma forma auxiliaram com meu aprendizado.

Todos os integrantes do grupo de estudos GEPA, que auxiliaram nas pesquisas, me apoiaram em momento turbulentos e sempre estiveram ali prestando apoio.

Agradecer aos membros da banca, pelas correções, orientações passadas, sugestões, sendo essenciais para finalização deste trabalho.

Compostos bioativos, atividade antioxidante e características físico-químicas de mel de *Apis mellifera* da região Oeste do Paraná

Sendo o principal alimento apícola conhecido mundialmente, o mel é considerado um alimento completo e um dos alimentos mais puros encontrados na natureza, tendo grande importância na manutenção do nosso organismo. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-químicas do mel e compostos bioativos, para caracterização da qualidade do mel de municípios beira lago de Itaipu e afastados do lago, na região Oeste paranaense. Foram analisadas 66 amostras de mel, no período de outubro de 2018 a agosto de 2019. Os parâmetros físico-químicos avaliados foram: cor, umidade, hidroximetilfurfural, pH e acidez livre, estando todos de acordo com os normas nacionais e internacionais, com valores médios de 0,36 nm, 18,8 %, 10,34 mg.kg⁻¹, 4,01 e 17,36 meq.kg⁻¹, respectivamente. Também foram analisados os compostos bioativos e atividade antioxidante, sendo observados valores médios de 16,34 mgGAE.100 g⁻¹ para Fenóis Totais, 21,35 mgEQ.100 g⁻¹ para Flavonoides e 0,09 μmol ET. g⁻¹ para DPPH. Quando comparadas as amostras de mel das regiões beira lago e afastado do lago, houve diferença apenas para HMF, acidez e fenóis totais. Conclui-se que o mel da região Oeste do Paraná possui semelhança em sua composição e características e fica comprovada sua boa qualidade, também indicando a padronização pelos apicultores na produção deste alimento. Além disso as amostras de mel analisados, apresentaram bom resultados para os teores de compostos bioativos.

Palavras chaves: flavonoides, compostos fenólicos, DPPH

**Bioactive compounds, antioxidant activity and physicochemical characteristics of honey
from *Apis mellifera* from the western region of Paraná**

As the main bee food known worldwide, honey is considered a complete food and one of the purest foods found in nature, having great importance in the maintenance of our body. The objective of this work was to evaluate the physicochemical characteristics of honey and bioactive compounds, to characterize the quality of honey from lakeside municipalities in Itaipu and far from the lake, in the western region of Paraná. Sixty-six honey samples were analyzed from October 2018 to August 2019. The physicochemical parameters evaluated were: color, moisture, hydroxymethylfurfural, pH and free acidity, all in accordance with national and international standards, with values means 0.36 nm, 18.8%, 10.34 mg.kg⁻¹, 4.01 and 17.36 meq.kg⁻¹, respectively. Bioactive compounds and antioxidant activity were also analyzed, with mean values of 16.34 mgGAE.100 g⁻¹ for Total Phenols, 21.35 mgEQ.100 g⁻¹ for Flavonoids and 0.09 μ mol ET. g⁻¹ for DPPH. When comparing the honey samples from the lakeside and far from the lake regions, there was a difference only for HMF, acidity and total phenols. It is concluded that the honey from the western region of Paraná has similarity in its composition and characteristics and its good quality is proven, also indicating the standardization by beekeepers in the production of this food. In addition, the analyzed honey samples showed good results for the levels of bioactive compounds.

Key words: flavonoids, phenolic compounds, DPPH

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO BIBLIOGRAFICA	11
	2.1 PRODUÇÃO DE MEL.....	11
	2.2 CARACTERÍSTICAS DO MEL	12
	2.2.1 UMIDADE	13
	2.2.2 pH E ACIDEZ.....	13
	2.2.3 AÇÚCARES	14
	2.2.4 COLORAÇÃO	14
	2.3 CONTROLE DE QUALIDADE E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MEL.....	14
	2.4 COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	16
3	MATERIAIS E MÉTODOS	17
	3.1 LOCALIZAÇÃO E COLETA DAS AMOSTRAS	17
	3.2 ANÁLISES DE CONTROLE DE QUALIDADE E CARACTERIZAÇÃO DE MEL .	19
	3.2.1 COR	19
	3.2.2 UMIDADE.....	20
	3.2.3 HIDRÓXIMETILFURFURAL.....	20
	3.2.4 DETERMINAÇÃO DE pH	20
	3.2.5 DETERMINAÇÃO DE ACIDEZ LIVRE	21
	3.2.6 COMPOSTOS FENÓLICOS, FLAVONOIDES E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	21
	3.2.6.1 PREPARO DO EXTRATO	21
	3.2.6.2 FENÓLICOS TOTAIS.....	21
	3.2.6.3 ATIVIDADE ANTIOXIDANDE	22
	3.2.6.4 DETERMINAÇÃO DE FLAVONOIDES TOTAIS	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5	CONCLUSÃO.....	29
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país rico em diversidade, sendo a agropecuária uma das principais movimentações econômicas dentro do país. Nos últimos anos, a agricultura brasileira tem se destacado devido ao seu crescimento em números de produção e qualidade técnica, sendo um dos principais polos produtores de alimento. A agricultura tem se mostrado muito importante para a economia mundial, devido a sua capacidade de produção e exportação, fortalecendo a balança comercial do Brasil.

A apicultura, como agronegócio, tem sua importância vinculada também ao aumento da produção agrícola, devido aos serviços de polinização produzidos pelas abelhas, melhorando a quantidade e qualidade de vários produtos agrícolas.

Considerando-se os serviços agrossistêmicos produzidos pelas abelhas por meio da polinização, a apicultura possui um papel fundamental na reprodução e conservação de várias espécies vegetais, contribuindo com a preservação do meio ambiente.

O mel é um dos principais produtos apícolas, sendo utilizado desde os primórdios da civilização. Segundo Crane (1983), no Egito, em 2.400 a.C., os povos já utilizavam alguns tipos diferentes de colmeias, com diferentes gêneros de abelhas, sendo que, de acordo com esta autora, a colmeia mais antiga já encontrada foi produzida de palha, barro, estrume de vaca e apresentava formato oval. De acordo com Pipicelli e Tatti (2009), o mel tem sido utilizado no meio medicinal como agente terapêutico tópico, eficiente no tratamento de feridas, úlceras de pressão, queimaduras e mesmo como um potente antibacteriano de uso local.

De acordo com Ferreira et al. (2003), quando houve a descoberta do mel como forma de alimento, sua obtenção era puramente extrativista, com a morte das abelhas, sendo impossível dar sequência à produção de mel. Com o passar do tempo, os métodos para esta produção foram sendo aprimorados, mas o grande avanço ocorreu em 1851, quando Lorenzo Lorain Langstroth criou a colmeia com quadro móveis, que permite que as abelhas construam a colmeia de forma mais organizada, facilitando ao apicultor a colheita do mel. Segundo Nogueira-Couto; Couto (2006), após este período, houve um grande avanço na apicultura mundial, com invenção da centrífuga, facilitando a retirada do mel dos favos, da tela excludora de rainha, entre outras.

Antigamente o mel era o único adoçante conhecido pelo homem, até ser substituído pelos açúcares da cana de açúcar. Sendo produzido mundialmente, o mel é considerado como

um alimento completo e um dos alimentos mais puros encontrados na natureza, tendo grande importância para a manutenção do organismo (BATISTA, 2004).

Com relação à comercialização, o mel é o principal produto apícola, atribuindo à apicultura um papel importante na economia brasileira. Dados do IBGE (2018) demonstraram que a produção de mel do Brasil neste ano chegou a aproximadamente 42,5 mil toneladas. Segundo ABEMEL (2018), o Brasil exportou cerca de 27 mil toneladas de mel, indicando sua grande capacidade de produção e se tornando um dos principais países exportadores deste produto. A região Sul do país foi a maior produtora de mel, sendo responsável por aproximadamente 39 % do mel produzido, segundo o último censo agropecuário, sendo o Paraná o segundo maior produtor de mel, com destaque para algumas regiões.

Além da produtividade regular no Estado, o mel paranaense possui características que vêm comprovando as suas qualidades e diferenciações, como tem demonstrado pela obtenção do selo de Denominação de Origem (DO) na região de Ortigueira, sendo a primeira região nacional a obter esse selo, e o selo de Indicação de Procedência (IP) mais recentemente obtido na região Oeste do Paraná (INPI, 2017). O direito à utilização deste selo foi pleiteado em dezembro de 2015 e a concessão foi aprovada e publicada na Revista de Propriedade Industrial, número 2426, em 04 de julho de 2017 (INPI, 2017), tendo esta IP o nome “OESTE do PARANÁ”.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), trabalha em parceria com a Cooperativa Agrofamiliar Solidária dos Apicultores da Costa Oeste do Paraná (COOFAMEL), desde a sua fundação no ano de 2006, realizando projetos com transferência de tecnologia, avaliações físico-químicas, de composição botânica do mel, de índices produtivos e de geoprocessamento, com a criação de sistema de informação geográfica (SIG), indispensável para o reconhecimento de indicação geográfica. Todas essas informações sobre o controle de qualidade e rastreabilidade do mel, obtidas em pesquisas realizadas pela UNIOESTE, além do histórico da apicultura na região Oeste do Paraná, foram fundamentais para a obtenção do selo de IP pela COOFAMEL, como consta na CONCESSÃO 395, página 9 do documento acima referido (INPI, 2017).

Para a utilização deste selo, os produtores precisam obedecer a um regulamento de uso, com vários requisitos a serem cumpridos, relacionados principalmente ao manejo, beneficiamento e controle de qualidade do mel por eles produzidos. Assim, após três anos de acompanhamento por um comitê regulador, no início de 2020, trinta e cinco produtores da região Oeste receberam o direito à utilização do selo MEL OESTE em seu produto.

Porém, para manter essas características de qualidade e procedência, o sistema requer padronização e melhorias contínuas no processo de produção, seguindo normas sanitárias e bons indicadores de maturidade, pureza e deterioração, no intuito de manter as qualidades sensoriais e uma maior vida útil de prateleira do mel.

Além disso, a próxima demanda por parte dos apicultores da região é a obtenção do selo de Denominação de Origem, que agregará mais reconhecimento ao produto. Uma das principais exigências para a conquista desse selo, além das que já foram cumpridas, é a comprovação da relação entre as características do produto e o seu local de origem (INPI, 2017).

A UNIOESTE tem continuado suas pesquisas de caracterização melissopalínológica e físico-química dos méis da região, incorporando outros parâmetros que poderão auxiliar tanto na comprovação da qualidade do produto, como da relação com as características fitogeográficas da região.

Tendo em vista que a quantidade e tipo dos compostos fenólicos presentes no mel dependem da fonte floral visitada pela abelha para coleta de recursos tróficos, ocorrendo diferenças entre regiões, fatores sazonais e ambientais (KAŠKONIENĖ e VENSKUTONIS, 2010), a realização dessas análises nos méis da região poderá corroborar as informações desse vínculo “mel-origem” específico da região.

Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa foi realizar a caracterização físico-química, inclusive dos componentes fenólicos e propriedades antioxidantes, de amostras de mel de *Apis mellifera*, de produtores, cujas colônias estão localizadas em regiões beira lago da ITAIPU-Binacional e afastadas deste lago. Os resultados serão importantes para o controle de qualidade e caracterização do produto, corroborando informações de outras pesquisas, para traçar um perfil dos méis obtidos na região, validando a utilização do selo de IP pelos produtores aptos e buscando vínculos com suas origens fitogeográficas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PRODUÇÃO DE MEL

Com relação à apicultura, o mel é o produto que mais movimentou a balança comercial. A China é o país com maior produção de mel no mundo, totalizando uma produção de 551 mil toneladas, no ano de 2017, sendo a Turquia o segundo maior produtor, seguido da Argentina, com 114 mil toneladas e 76 mil toneladas, respectivamente FAO (2018).

De acordo com TRAD MAP (2020) (Trade statistics for international business development), em 2019 foram exportadas 659.472 toneladas de mel, totalizando um valor de

1.990,92 milhões de dólares, sendo a China o principal exportador com 120.84 toneladas, movimentando 235.31 milhões de dólares, representando cerca de 11,8% das exportações mundiais, seguido de Nova Zelândia (11,5%), Argentina (7,4%), Alemanha (6,6%), Ucrânia (5,4%), Índia (5%), Espanha (4,6%), Hungria (4,1%) e Brasil (3,4%).

Dados da TRAD MAP (2020) mostram que em 2019 o Brasil ficou em 9º lugar entre os principais exportadores de mel, com uma participação de aproximadamente 30 toneladas de mel exportadas, movimentando cerca de 67,88 milhões de dólares, sendo os principais compradores: Estados Unidos, Alemanha, Canadá, Reino Unido e Bélgica.

A produção de mel no Brasil, no ano de 2019, foi de 46 mil toneladas, tendo um pequeno crescimento comparado ao ano de 2018, no qual a produção foi de 42,4 mil toneladas de mel produzido (IBGE, 2019). A região Sul foi a principal produtora, responsável por 38,21% do total nacional, totalizando quase 17 toneladas de mel produzidas. Os estados que se destacaram foram o Paraná, sendo o maior produtor do Brasil, com 15,72% da produção nacional seguido pelo Rio Grande do Sul, com 13,61%; Piauí, com 10,92%; São Paulo, com 9,85%, Minas Gerais, com 9,19% e Santa Catarina com 8,87% (IBGE, 2019). Segundo dados do mesmo senso, a região oeste do Paraná foi responsável por 780 toneladas, sendo que a maior parte da produção se concentra nos municípios ao longo do lago Itaipu, no rio Paraná.

2.2 CARACTERÍSTICAS DO MEL

O mel é um dos produtos das abelhas, sendo composto basicamente por água, açúcares, minerais, vitaminas e outros compostos. Para que ocorra a produção de mel, as abelhas campeiras necessitam ir em busca de néctar, uma substância secretada por glândulas especializadas das plantas. A composição do néctar é basicamente 80% de água, 18% de açúcares e aminoácidos, vitaminas e outros compostos (NICOLSON e THORNBURG, 2007; ROY et al., 2017)

As abelhas coletoras armazenam o néctar na vesícula melífera, transportando até a colmeia, este sofre um processo de desidratação, passando de abelha a abelha até que esteja ao ponto de ser armazenado nos alvéolos, onde ficaram em repouso, passando por processo de maturação até o ponto de mel, sendo conhecido este processo como trofaláxis (BALL, 2007; WHITE JR., 2010).

De acordo com Brasil (2000), o mel é uma solução concentrada de açúcares, com predominância de glicose e sacarose, contendo misturas complexas de outros carbonos, enzimas, aminoácidos, minerais, ácidos orgânicos, substâncias aromáticas, pigmentos e grãos de pólen, podendo conter cera de abelhas proveniente do processo de extração.

A composição do mel depende da sua origem botânica, variação climática e do manejo do apicultor, tendo este último uma interferência menor (RACOWSKI et al., 2007). Suas diferentes fontes florais, podem interferir em suas características físico-químicas, sensoriais, terapêuticas, além de influenciar também no processo de cristalização (KOMATSU et al., 2002).

As principais características físicas e químicas do mel serão apresentadas abaixo:

2.2.1 UMIDADE

De acordo com SILVA et al. (2010) o mel possui naturalmente uma quantidade de água, oriunda do seu processamento e armazenamento do néctar na sua forma final, sendo composto por cerca de 17 – 18 % de umidade, sendo o segundo maior componente do mel. SILVA et al. (2010) citam ainda que a umidade é umas das características mais importantes pois podem interferir em outras como viscosidade, maturidade e cristalização.

A umidade de um alimento está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição, sendo que esta característica do produto pode ser afetada pelo processamento, embalagem e estocagem. Segundo Park e Antônio (2006), a umidade pode ser o principal fator para os processos microbiológicos, como o desenvolvimento de fungos, leveduras e bactérias.

O conhecimento do teor de umidade das matérias primas é de fundamental importância na sua conservação, armazenamento, manutenção da sua qualidade e no processo de comercialização.

De acordo com a legislação brasileira, os méis maduros devem ter umidade inferior a 20% (BRASIL, 2000), sendo que o mel maduro, ou seja, o mel totalmente desidratado e operculado pelas abelhas, possui em torno de 18% de umidade.

2.2.2 pH E ACIDEZ

O pH (potencial hidrogeniônico) e a acidez são considerados importantes fatores antimicrobianos, promovendo maior estabilidade ao produto. Embora não haja indicação para análise de pH como obrigatória para avaliar a qualidade do mel brasileiro, ela é utilizada de forma complementar para avaliação da acidez do mel, sendo considerado um parâmetro de grande importância na extração e no armazenamento do mel (SILVA et al., 2004).

Para Marchini (2001), a acidez do mel é um importante componente, que contribui para a estabilidade do produto quanto ao desenvolvimento de microrganismos, podendo indicar uma possível deterioração, causada pela fermentação dos açúcares. De acordo com Crane (1985), os

diferentes níveis de acidez no mel devem-se à variação dos ácidos orgânicos, oriundos de diferentes fontes de néctar, pela ação da enzima glicose-oxidase sobre a glicose, originando o ácido glucônico.

2.2.3 AÇÚCARES

De acordo com Park e Antônio (2006), os açúcares são os carboidratos mais abundantes e amplamente distribuídos entre os alimentos, apresentando várias funções como: nutricional, adoçante natural, matéria-prima para produtos fermentados, principal ingrediente dos cereais, responsável por propriedades reológicas da maioria dos alimentos de origem vegetal e pela reação de escurecimento em muitos alimentos.

De acordo com Marchini et al. (2004), a glicose e frutose são os dois principais açúcares encontrados no mel, representando cerca de 85- 95 % da sua composição. A glicose é um açúcar relativamente insolúvel, sendo responsável pela granulação do mel. De acordo com Souza, (2003), a frutose existe em grande quantidade no mel e, por ter alta higroscopicidade, possibilita a doçura do mel. Segundo Dantas, (2003), méis que apresentam altas taxas de frutose podem permanecer líquidos por longos períodos.

2.2.4 COLORAÇÃO

A coloração, o aroma e o sabor do mel são influenciados pela sua origem floral, por sua composição, pelo tempo e modo de processamento, local, modo e temperatura de estocagem (NOGUEIRA e COUTO; COUTO, 2006), podendo ser alterado por contaminação com metais, quantidade de minerais e cor dos favos (CRANE, 1983). Ainda de acordo com este autor, méis mais escuros apresentam maiores concentrações de minerais.

Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2000), a coloração do mel pode variar de quase incolor a pardo escuro.

2.3 CONTROLE DE QUALIDADE E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MEL

Assim como todo o produto alimentício, o mel segue rigorosos parâmetros para avaliação de sua autenticidade, de acordo com a regulamentação nacional (BRASIL, 2000) e internacional (CODEX, 2001), enquadrando-se dentro de valores aceitáveis de máximo e mínimo, para a regulamentação e comercialização deste produto.

As normativas que seguem esta regulamentação avaliam alguns parâmetros físicos que podem interferir nas características deste alimento, como cor, aroma e sabor, além de outras características sensoriais.

Devido ao grande aumento de fraudes destes produtos, as normativas também seguem rigorosos testes de adulteração, podendo também ser agregado valor a partir da comprovação da qualidade deste produto. Os testes realizados nestes casos são: teor de umidade, açúcares, acidez, hidroximetilfurfural, entre outros.

2.3.1 Umidade: o teor de umidade é um importante parâmetro avaliado na qualidade do mel. Naturalmente o mel possui uma quantidade de água oriunda do processamento e armazenamento do néctar na forma de mel, apresentando um teor de 17 – 18% de umidade.

Não são toleráveis méis com teor de umidade acima de 20%, pois a alta umidade pode contribuir para o crescimento de microrganismos e interferir na fermentação deste mel. Este parâmetro também pode ser utilizado para avaliar se o mel foi armazenado de forma correta ou não.

Vários fatores podem interferir nesta característica, como fatores climáticos, origem do néctar e tempo de maturação deste mel nos favos.

2.3.2 Hidroximetilfurfural (HMF): importante indicador de qualidade do mel, pois está relacionado ao seu amadurecimento. De acordo com Nozal et al. (2001), geralmente o mel fresco ou recém-colhido apresenta pequenas quantidades de HMF. Porém, sua concentração pode aumentar, por exemplo, em mel com maior tempo de armazenamento, armazenado de forma incorreta, se houve adição de açúcar ou se passou por um processo de aquecimento muito elevado.

De acordo com as normativas, o limite máximo de HMF é de 60 mg.kg⁻¹ (BRASIL, 200) e 40 mg.kg⁻¹ (CODEX, 2001). Porém, para mel de origem declarada de locais de clima tropical, o limite máximo de HMF é de 80 mg.kg⁻¹.

2.3.3 Cor: a cor do mel durante o processo de armazenagem pode variar de acordo com sua composição (açúcares, acidez, entre outros), com a temperatura ambiente e a cor inicial que foi colhido (COUTO, 2006). Estes autores ainda citam que a cor do mel está relacionada à quantidade de minerais encontrada neste produto, sendo que méis mais escuros apresentam maior níveis de minerais que méis mais claros.

A cor do mel influencia diretamente sua comercialização, uma vez que seu aspecto visual define a aceitação pelo consumidor final, que o relaciona a sua qualidade (GROSSO, 2006).

2.4 COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Os compostos fenólicos são originalmente formados pelo organismo secundário das plantas e frutas, sendo necessários e de grande importância para seu crescimento e reprodução, formando-se também em condições de estresse, ferimentos e infecções (ÂNGELO e JORGE, 2007). Além destas funções, de acordo com estes autores, os compostos fenólicos também atuam como fator antipatogênico, e na pigmentação das plantas, influenciando em sua cor, aroma e oxidação, quando utilizadas como alimento.

De acordo com Ângelo e Jorge. (2007), os flavonoides, ácidos fenólicos e taninos, como compostos fenólicos, são encontrados nos alimentos, incluindo o mel. Silva et al. (2016), em trabalho realizado, corroboram esta informação com relação à presença destes compostos no mel.

Ahmed et al. (2018) citam que o mel possui propriedades anti-inflamatórias, antibacteriana, antifúngica, antiviral entre outros efeitos positivos, sendo realizadas várias pesquisas sobre o efeito deste alimento sobre doenças em humanos e animais. De acordo com Tovani (2009), os compostos fenólicos agem no metabolismo humano, neutralizando radicais livres, muitas vezes relacionados a certas enfermidades, como cardiovasculares e câncer.

De acordo com Carpes et al. (2008), estas substâncias são formadas por estruturas químicas, que apresentam hidroxila e anéis aromáticos de forma livres ou polímeros, sendo que tais compostos podem estar na forma livre ou complexada.

Ribéreau-Gayon. (2012) classificou estes compostos em três categorias: os pouco distribuídos na natureza, os polímeros e os largamente distribuídos na natureza. Na categoria dos compostos pouco distribuídos na natureza encontram-se os fenóis simples, o pirocatecol, a hidroquinona e o resorcinol. Pertencem ainda a esta família os aldeídos derivados dos ácidos benzoicos, que são constituintes dos óleos essenciais. Para a categoria dos polímeros, este autor enquadra os fenólicos que se encontram livres no tecido vegetal, englobando os taninos e lignina. Finalmente, coloca os compostos encontrados em todo reino vegetal como largamente encontrados na natureza, dividindo este grupo de compostos em flavonoides, ácidos fenólicos, e cumarinas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E COLETA DAS AMOSTRAS

A pesquisa foi realizada com amostras de mel provenientes de municípios da região Oeste do Paraná.

O clima da região é classificado como Cfa, segundo Köppen (1948), subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes com tendência de concentração de chuvas, inverno com geadas pouco frequentes (temperatura média inferior a 18°C), sem estação seca definida. A temperatura média anual é de aproximadamente 22°C, concentrando-se os valores médios mensais mais elevados nos meses de janeiro e fevereiro, em torno de 28°C, e os períodos mais frios concentram-se nos meses de junho, julho e agosto, com temperaturas médias mínimas mensais em torno de 18°C.

O índice pluviométrico médio anual é de 1.700 milímetros, com os menores valores em junho, julho e agosto, apresentando média de 287 mm. Os meses mais chuvosos são dezembro, janeiro e fevereiro, com precipitação média de 450 mm. Solo da região é composto de Latossolo roxo eutrófico (45%), terra roxa estruturada eutrófica (45%) e solos litólicos eutróficos (10%) (EMBRAPA, 2006). As atividades das cidades estão baseadas no setor agrícola, destacando a produção de leite, soja, milho, frango e suínos e indústrias.

Nos municípios do Oeste paranaense predominam as coberturas designadas por Veloso et al. (1991) de Floresta Estacional Semidecidual, denominadas também por Floresta Pluvial Subtropical, Floresta dos Planaltos Interiores ou Floresta Tropical, revestindo grandes porções do Estado do Paraná, como o Oeste e o Norte (MAACK, 2002).

Como característica fitogeográfica relevante, o Lago Artificial de Itaipu está localizado na região Oeste do Paraná, sendo este trecho de represamento do rio Paraná conhecido como bacia do Paraná III. A vegetação que margeia o lago é formada por reflorestamento de áreas de mata ciliar antropizada, realizado a partir de 1979, com a construção da Usina Hidrelétrica de Itaipu Binacional, denominada de cinturão verde. Essa faixa de proteção possui em média 217 metros de largura em ambas as margens, e extensão em torno de 2,9 mil km, além de áreas de mata ciliar nas bacias de rios que formam a Bacia do Paraná III (BP III – área represada) e de Reserva Legal (OSTROVSKI, 2014).

Porém, o uso do solo é intenso nesta região e a agricultura é altamente mecanizada, predominando as culturas de grãos: soja, milho e trigo, tornando os componentes da paisagem contrastantes em alguns municípios.

Para esta pesquisa foram analisadas 66 amostras de mel produzidas por abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L., 1979), provenientes de apicultores associados à COOFAMEL

(Cooperativa Agrofamiliar...) de quatro municípios da região oeste do Paraná (Figura1), sendo assim distribuídas: Santa Helena (17) (Latitude 24° 51' 37''S e Longitude 59° 19' 58''W-GR), Entre Rios do Oeste (17) (Latitude 24° 42' 16''S e Longitude 54° 14' 03''W-GR), Terra Roxa (16) (Latitude 24° 09' 25''S e Longitude 54°06'02''W-GR) e Marechal Cândido Rondon (16) (Latitude 24°33'22''S e Longitude 54°03'24''W-GR).

Estes municípios são considerados municípios Lindeiros, pois possuem todo, ou parte de seu território, às margens do Lago de Itaipu. Porém, pela diversidade de paisagens encontradas na região, para efeito de comparação das características físico-químicas das amostras de mel, estas foram classificadas em Beira Lago e Afastadas do Lago.

Assim, de acordo com a posição geográfica dos apiários dos produtores fornecedores das amostras avaliadas, foram considerados como municípios Beira Lago os municípios de Entre Rios do Oeste e Santa Helena, pela disposição das colmeias dos apicultores, mais próximas às áreas de reflorestamento que margeiam o lago. Os municípios de Marechal Cândido Rondon e Terra Roxa foram considerados Afastados do Lago, uma vez que os produtores que doaram as amostras têm suas colmeias alocadas em regiões mais afastadas deste.

As amostras recebidas foram coletadas pelos apicultores na época de safra 2018/19, sendo enviadas para a cooperativa. Durante o período de outubro de 2018 a março de 2019, as amostras foram identificadas e separadas em embalagens plásticas de 500 gramas, transparentes e com tampa de rosca. As amostras foram armazenadas em temperatura ambiente, fora de luminosidade, sem sofrerem nenhum tipo de processamento, sendo posteriormente transferidas para o laboratório de Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias do campus de Marechal Cândido Rondon da Universidade Estadual do Oeste do Paraná- UNIOESTE, onde foram novamente armazenadas para posteriores análises.



Fonte: Base Cartográfica IBGE, 2010

Figura 1. Municípios limieiros ao Lago de Itaipu Binacional.

AL – Municípios cujas colmeias de origem das amostras estavam localizadas Afastadas do Lago; BL - municípios cujas colmeias de origem das amostras estavam localizadas Beira Lago.

3.2 ANÁLISES DE CONTROLE DE QUALIDADE E CARACTERIZAÇÃO DE MEL

As análises físico-químicas, compostos fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante foram realizadas no período de 2018 a 2019 no laboratório de Tecnologia de Alimentos, onde foram pesados e congelados 50 gramas de mel de cada amostra, neutralizando alteração dos compostos bioativos.

3.2.1 COR

A metodologia utilizada para determinar a coloração das amostras de mel foi proposta por Vidal e Fregosi (1984), a qual é baseada nos diferentes graus de absorção da luz, para determinados comprimentos de onda. Para realização da análise, foi utilizado um

espectrofotômetro UV- VIS, sendo utilizada glicerina como branco e feita a leitura em onda de 560 nm.

3.2.2 UMIDADE

A umidade do mel foi determinada seguindo o método de refratômetro de Chataway (AOAC, 2000), para a qual uma onda de luz é emitida incidindo sobre o mel. Este, por conter sólidos, resulta em um valor chamado de índice de refração, sendo convertido em porcentagem de umidade, conforme descrito por Chataway. Para realizar esta análise é necessário que o mel esteja a temperatura ambiente. A maioria dos refratômetros é regulada a uma temperatura de 20°C, sendo que para cada grau acima de desta temperatura é necessário adicionar 0,00023 para corrigir o índice de refração (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

Para realizar esta análise foi adicionada uma gota de mel no prisma do equipamento, feita a leitura em grau Brix a 20°C, e, a partir do índice de refração encontrado, foi utilizada a tabela de Chatway para correção da umidade, em porcentagem.

3.2.3 HIDRÓXIMETILFURFURAL

A determinação do conteúdo HMF foi realizado conforme AOAC (1990), baseada na leitura da absorvância UV, após clarificação das amostras com os reagentes de Carrez (I e II) e adição de bissulfito de sódio (ZAPPALLÁ et al., 2005).

As soluções utilizadas na análise de hidroximetilfurfural foram: a) Solução de Carrez (I), onde foram utilizados para o preparo 15 g de ferrocianeto de potássio solubilizados em 100mL de água destilada e solução Carrez (II), utilizados para o preparo 30 g acetato de zinco dissolvidas em 100mL de água deionizada e por último a solução de bissulfito de sódio 0,2% (m/v): 0,20 g de bissulfito de sódio foram solubilizados em 100mL de água destilada. Esta solução foi preparada no momento da análise. As absorvâncias foram determinadas nos comprimentos de ondas 284 e 336 nm em um espectrofotômetro UV-VIS (Genesys-10uv) e então foram aplicadas na seguinte fórmula: $HMF (mg /100 g \text{ mel}) = (A_{284} - A_{336}) \times 14,97 \times 5$ g da amostra.

3.2.4 DETERMINAÇÃO DE pH

O pH das amostras de méis foi medido com o auxílio de um pHmetro previamente calibrado com soluções tampões de 4 e 7. Para realização deste procedimento, foi utilizado o método de Moraes & Teixeira (1998), sendo utilizados 10 g de cada amostra de mel,

posteriormente misturado em 25mL de água destilada em Becker de 50mL, sendo feito o processo de agitação até quando as amostras estavam bem diluídas e deixado em descanso por 10 minutos até o momento da leitura.

3.2.5 DETERMINAÇÃO DE ACIDEZ LIVRE

Esta análise é baseada na neutralização do meio ácido do mel. Para isto foi utilizado o método descrito por Zenebom (2008), no qual a acidez livre é a medida obtida pela titulação de hidróxido de sódio até sua equivalência.

3.2.6 COMPOSTOS FENÓLICOS, FLAVONOIDES E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

3.2.6.1 PREPARO DO EXTRATO

Os extratos foram obtidos pelo método de extração hidroalcolica a frio, proposto por Vedana (2008), sendo pesado 1 g de mel e feita a diluição em 10 ml de metanol 80%, seguidos da homogeneização de vortex. A mistura foi então submetida ao banho ultrassônico por 20 minutos, passando posteriormente por processo de centrifugação a 20.000 g, em temperatura 4°C por 20 minutos, sendo filtrada em papel qualitativo e armazenada a 18°C, permanecendo neste estado por no máximo 10 dias até o término das análises.

3.2.6.2 FENÓLICOS TOTAIS

Para a determinação de compostos fenólicos totais, foi utilizado método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton, Orthofer e Lamuela (1999) com adaptações de Rotili et al. (2018). Para este procedimento foi utilizado 0,5mL do extrato de mel, preparado inicialmente, sendo misturado com 2,5mL de solução de Folin-Ciocalteu água (1:10), permanecendo em repouso por um tempo de 3 minutos. Sequencialmente foram adicionados 2,0mL da solução de carbonato de sódio: água (m:v) permanecendo em repouso no escuro e incubado a uma temperatura de 50° C. Após este seguimento, as amostras foram para banho de gelo seguindo as leituras de 760 nm em espectrofotômetro.

Foi construída uma curva de calibração para com ácido gálico como padrão ($y = 0,1632x + 0,0041$; $R^2 = 0,9917$), sendo que os resultados foram expressos em equivalente ácido gálico (mg EAG mL⁻¹ amostra). Todas as análises foram construídas em triplicatas.

3.2.6.3 ATIVIDADE ANTIOXIDANDE

A atividade antioxidante do extrato de mel foi medida através de sua capacidade de sequestro de DPPH (2,2- difenil-1-picrilhidrazil), conforme George (2005). Foram adicionados 0,5mL de extrato de mel e 0,3mL de radical DPPH ($0,5 \text{ mmol. L}^{-1}$) em 3,0mL de metanol 80%, deixados em repouso no escuro por 60 minutos. Após este período as amostras foram lidas em espectro UV-visível (Shimadzu UV-1800) em absorbância de 517 nm. Foi utilizado como branco 3,5mL de metanol 80% adicionados a 0,3mL de solução DPPH. Os resultados foram expressos em mg. g^{-1} do peso seco, em equivalente Trolox (ET), calculados por meio do ajuste da curva de calibração para Trolox nas concentrações que variaram de 20,0 a 200,0 $\text{mg EqTrolox.mL}^{-1}$.

3.2.6.4 DETERMINAÇÃO DE FLAVONOIDES TOTAIS

Para a determinação de flavonoides totais foi utilizado o método descrito por Meda (2005), com algumas modificações. Para isto foram utilizados 0,5mL do extrato do mel, no qual foram adicionados 4,3mL da solução a 2% de tri cloreto de alumínio (ALCL_3), solução preparada inicialmente, diluídos em etanol 80%, sendo homogeneizadas no vortex. Após este procedimento, as amostras foram armazenadas no escuro em temperatura ambiente por 40 minutos, tempo necessário que as soluções entrem em reações com extrato. Passado este tempo, foram realizadas as leituras de absorbância de 415nm, onde foram utilizados uma mistura de 2,5mL do extrato com 2,5mL de etanol 80%. Os flavonoides totais foram determinados usando o padrão quercetina em concentrações variando de 10-70 mg/L^{-1} para calibração da reta de calibração ($R^2: 0,9972$), por meio da média, de três leituras, o teor de flavonoides foi expresso em mgEQ.100 g^{-1} de mel.

3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Todos os parâmetros avaliados foram conduzidos em triplicata, com exceção da condutividade, pH e acidez, que foram em duplicata. Foram calculados o maior e o menor valor, mediana, 1º e 3º quartis média e desvios-padrão (DP), para os parâmetros físico-químicos analisados do mel. O teste t para amostras independentes foi utilizado para verificar possíveis diferenças estatísticas entre os municípios próximos ao lago (Santa Helena e Entre Rios do Oeste) e aqueles mais distantes (Marechal Cândido Rondon e Terra Roxa). O teste t para amostras independentes foi realizado após verificar a homogeneidade de variâncias. Além disso, foi utilizada a análise de componentes principais para verificar a associação entre as

variáveis e os elementos amostrais. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o software R versão 3.0.2 (R Foundation, Vienna, Áustria).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados dos parâmetros físico-químicos avaliados nas amostras de mel, considerando-se conjuntamente os quatro municípios pertencentes à região Oeste do Paraná, estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos em amostras de mel do oeste do Paraná

Parâmetros	Máximo	Mínimo	Mediana	Q1	Q3	Média (DP)
Umidade (%)	20,80	15,80	18,87	18,13	19,33	18,8 (1,01)
HMF (mg. kg ⁻¹)	16,02	3,77	10,08	8,31	13,07	10,34 (3,24)
Ph	4,60	2,56	4,02	3,92	4,18	4,01 (0,18)
Acidez (meq. kg ⁻¹)	28,30	8,30	17,50	15	19,5	17,36 (4,11)
Condutividade (µS/cm)	666,60	298,90	421,10	375,4	499,5	442,6 (94,87)
Cor (nm)	1,02	0,16	0,26	0,22	0,34	0,36 (0,24)
Fenóis totais (mgGAE.100g ⁻¹)	30,50	1,56	16,34	10,32	20,81	16,34 (7,41)
Flavonoides (mgEQ.100 g ⁻¹)	52,80	9,35	18,94	15,27	22,86	21,35 (9,63)
DPPH (µmol ET. g ⁻¹)	0,22	0,01	0,10	0,08	0,11	0,09 (0,03)

* Quartis1: 25% das amostras estão abaixo da mediana. Quartis3: 75% das amostras estão acima da mediana. HMF: Hidroximetilfurfural, DP = Desvio padrão

A umidade variou de 15,8 a 20,8%, com uma média de 18,8%, como pode ser observado na tabela 1. Destes valores encontrados 4,6% das amostras apresentaram valores acima do permitido pelas normativas, (BRASIL, 2000; CODEX, 2001), sendo assim 95,4 estão em conformidade com a legislação brasileira e internacional, que determinam o valor máximo de 20% para umidade no mel. Estes resultados são condizentes com estudos de safras anteriores em amostras de mel da região (CAMARGO et al., 2014; ARNHOLD et al., 2016; GALHARDO et al., 2020), que também se encontraram dentro dos padrões destas normativas.

A umidade do mel é considerada um parâmetro indicativo da maturidade do produto, importante por proporcionar estabilidade ao mel, pois o menor teor de umidade, reduz a atividade de água, conseqüentemente reduzindo a atividade microbiana no mel. O teor de umidade acima do permitido na normativa, pode ser devido à extração de mel verde (não atingiu

grau de maturidade), ou, às condições climáticas no momento da colheita, assim como à origem floral (MARCHINI, 2004; AZONWADE et al., 2018).

Os valores observados para HMF (Tabela 1), apresentaram resultados menores que 60 mg.kg⁻¹ de mel valor máximo determinando pela normativa (BRASIL, 2000), apresentando valor médio de 10,34 mg.kg⁻¹. Estes resultados corroboram com Galhardo et al. (2020) que encontraram valores menores que 13,67 mg.kg⁻¹ para HMF na região Oeste do Paraná, indicando que o mel deve ter sido armazenado por pouco tempo e de forma adequada. Arnhold (2016), ao avaliar amostras de mel da mesma região, obteve resultados semelhantes, com uma média de 8,88 mg.kg⁻¹. Marchini et al. (2004) citaram que o teor de HMF é um indicador de aquecimento do mel, adulteração com açúcar invertido e armazenamento inadequado.

Pela tabela 1 verifica-se que os valores do pH variaram de 2,56 a 4,6, com média de 4,01. Tendo base neste resultado todas as amostras de mel foram consideradas ácidas. Pesquisas em anos anteriores mostram valores semelhantes aos encontrados para amostras de mel da mesma região. Moraes et al. (2014) encontraram valores médios de 3,96; Arnhold, (2016) de 3,98; Radtke (2016) de 3,79 e Galhardo et al. (2020) de 3,10.

O mel é considerado naturalmente ácido, com valores variando de 3,3 a 4,6, em média, de acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2000). De acordo com Crane (1983), o pH do mel pode sofrer variação de acordo com região, devido às particularidades florísticas das regiões, podendo ser influenciado pelo pH do néctar das flores. Leal et al. (2001) discutiram que alterações nos valores de pH podem ser um indicativo de fermentação ou adulteração do mel.

O valor médio encontrado para acidez (Tabela 1), foi de 17,36 meq.kg⁻¹ de mel, com valores variando de 8,3 a 28,3 meq.kg⁻¹ ficando abaixo do que a legislação brasileira permite (60 meq.kg⁻¹). Galhardo et al. (2020), trabalhando com amostras de mel da mesma região, encontraram valores médios de acidez de 34,54 meq.kg⁻¹. Esses resultados demonstram que os produtores desta região estão seguindo as recomendações técnicas, buscando cada vez mais melhorias em seus resultados. De acordo com instituto Adolfo Lutz (2008), a acidez dentro dos padrões permissíveis contribui para estabilidade do mel, assim como no controle do desenvolvimento de microrganismos. A determinação da acidez pode fornecer um indicativo valioso do estado de conservação de um produto alimentício.

Os valores encontrados para condutividade elétrica variaram de 298,9 µS/cm a 666,6 µS/cm, com média de 442,6 µS/cm (Tabela1). Galhardo et al. (2020) encontraram média de 349,00 µS/cm para condutividade elétrica. Estes valores também corroboram os resultados encontrados por Moraes et al. (2014). A determinação da condutividade elétrica não é exigida

pela legislação brasileira (Brasil, 2000), sendo assim não apresenta valores mínimos e máximos, porém, a legislação internacional permite no máximo 800,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para o mel de origem floral (CODEX, 2001).

A condutividade elétrica, de acordo com Alves et al. (2005), é um critério importante para identificação botânica do mel, podendo substituir também a análise do teor de cinzas, uma vez que suas medições são proporcionais ao teor de cinzas. De acordo com Marchini et al. (2004) e Sodré et al. (2007), os valores de condutividade sofrem interferência de acordo com origem floral, pH, acidez.

De acordo com Alves (2008) a condutividade elétrica é usada como um critério de avaliação para comercialização de mel para países como Alemanha, por exemplo, sendo que quanto maior a condutividade, maior o valor agregado, pois indica um melhor valor nutricional.

Para cor, o valor médio encontrado na tabela 1 foi de 0,26 (0,36) nm, com valores variando de 0,16 nm a 1,02 nm, sendo que a cor com maior predominância para estas amostras foi o âmbar claro, totalizando 64,6% das amostras. Alguns autores, como Camargo et al. (2014), Moraes et al. (2014), Radtke (2016) e Galhardo et al. (2020), trabalhando em safras anteriores, encontraram valores semelhantes, variando de 0,12 a 0,945 nm.

A cor do mel brasileiro pode ter uma grande variação, podendo interferir na escolha do mel pelo consumidor, uma vez que estes escolhem o produto muitas vezes pela aparência. Vários fatores podem interferir nesta característica do mel, como sua origem floral, fatores climáticos, armazenamento e temperatura que o mel “amadurece” dentro da colmeia (Seemann e Neira, 1988). De acordo com Bogdanov (1999), outro fator que pode interferir na cor do mel é o conteúdo de minerais encontrados.

De acordo com os resultados dos parâmetros avaliados, as amostras de mel, são consideradas frescas, e nos mostra a boa qualidade do mel da região Oeste do Paraná.

Na tabela 1 pode-se observar que a quantidade média de fenóis totais variou de 1,56 a 30,5 mgGAE.100 g^{-1} , com média de 16,34 mgGAE.100 g^{-1} , valores esses menores do que os obtidos por Galhardo (2018), que encontrou valor médio de 36,3 com uma amplitude de 11,39 a 61,27 para a quantidade de fenóis na mesma região. Silva et al. (2013) analisando mel da região do Amazonas encontraram valores de 17 a 66 mgGAE.100 g^{-1} . Em trabalho realizado por Ferreira et al. (2009), avaliando mel de Portugal, observaram que os teores de fenóis totais aumentavam conforme as amostras de mel ficavam mais escuras, o que pode explicar os baixos valores de fenóis totais encontrados neste presente trabalho, uma vez que a cor do mel variou de extra âmbar claro a âmbar escuro.

A quantidade de flavonoides totais observados na tabela 1 variou de 9,35 a 52,8 mgGAE.100 g⁻¹, com média de 21,35 mgGAE.100 g⁻¹. Gregório (2017), trabalhando com mel da região Oeste do Paraná, encontrou teor médio de flavonoides totais de 39,97 mgGAE.100 g⁻¹. Bueno Costa (2016) avaliou amostras de mel de diferentes regiões do Rio Grande do Sul, obtendo resultados de 2,98 a 10,46 mgGAE.100 g⁻¹, resultados muito menores do que aqueles encontrados por Gregório (2017) avaliando mel da mesma região, que encontrou uma quantidade média de flavonoides de 85,22 mgGAE.100 g⁻¹. De acordo com Ferreira (2009), ocorre uma relação entre teor de flavonoides totais e cor, uma vez que este observou um aumento para a quantidade de flavonoides de 12,6, 34,2 e 58,7 mgQE.100 g⁻¹ no mel, para cores âmbar claro, âmbar e âmbar escuro, respectivamente.

O valor médio encontrado para atividade antioxidante (Tabela 1), frente à captura do radical DPPH, foi de 0,10 $\mu\text{mol ET. g}^{-1}$, corroborando com Galhardo et al. (2020), que encontrou valor semelhante ao analisar mel da mesma região. Soares et al. (2017) encontraram um aumento da atividade antioxidante, de acordo com o tempo de armazenamento das amostras de mel de regiões diferentes de Portugal. Os autores justificaram que este aumento pode ter correlação com a degradação do mel, através das reações enzimáticas sofridas ao longo do período de armazenamento, ou por reação de Maillard, na qual liberam grupos químicos que podem fazer essa redução.

A atividade antioxidante, assim como os compostos bioativos, pode ter sofrido variação, de acordo com a época da colheita do mel, devido ao tipo de florada, uma vez que esta interfere diretamente na sua coloração. Ferreira et al. (2009) observaram maior atividade antioxidante em amostras de mel com tonalidades mais escuras quando comparadas com amostras mais claras. No caso da pesquisa atual, as amostras de mel analisadas apresentaram variação de cor, sendo predominantes as cores claras, o que pode estar associado aos baixos valores para atividade antioxidante.

Quando comparados os municípios afastados do lago com os municípios beira lago (Tabela 2), o valor encontrado para HMF teve uma diferença significativa, uma vez que os resultados para as amostras de mel distantes do lago foram inferiores aos das amostras de municípios beira lago, porém, ambos estão de acordo com a legislação brasileira.

Tabela 2. Comparação entre os grupos de amostras distantes do lago e beira lago para parâmetros físico-químicos do mel.

Parâmetros	Distante (n = 31)	Beira lago (n = 30)	T	<i>p-value</i>
Umidade (%)	18,75 ± 0,93	18,83 ± 1,15	-0,3	0,7644
HMF (mg.kg ⁻¹)	9,04 ± 3,04	11,67 ± 2,96	-3,41	0,002*
pH	3,99 ± 0,23	4,03 ± 0,46	-0,49	0,626
Acidez (meq.kg ⁻¹)	18,95 ± 3,80	15,72 ± 4,15	3,17	0,002*
Condutividade (µS/cm)	436,24 ± 97,90	449,18 ± 97,07	-0,51	0,606
Cor (nm)	0,35 ± 0,214	0,38 ± 0,28	-0,47	0,637
Fenóis totais (mgGAE.100 g ⁻¹)	14,11 ± 7,404	18,14 ± 6,66	-2,23	0,03*
Flavonoides (mgEQ.100 g ⁻¹)	20,04 ± 7,360	22,69 ± 11,72	-1,05	0,296
DPPH (µmol ET. g ⁻¹)	0,09 ± 0,045	0,09 ± 0,018	-0,48	0,63

Na tabela 2 foram observadas diferenças significativas para acidez do mel para as duas regiões distintas, sendo que os méis da região distante do lago obtiveram valores maiores do que para beira lago. De acordo com White (1975), a acidez do mel sofre interferência de vários fatores: variação de ácidos orgânicos, causadas por diferentes fontes de néctar, ação de bactérias durante processo de maturação e minerais presentes em sua composição. Isso justifica esta diferença, pois as duas regiões distintas possuem fontes florais diferentes, espécies de árvores diferentes, sendo que a fonte de néctar pode alterar a acidez de ambas as regiões.

De acordo com Kucuk et al. (2007), os altos teores dos compostos fenólicos nos produtos apícolas, podem ter correlação com a localização geográfica dos apiários, podendo sofrer interferência em altas temperaturas que podem ocasionar acúmulos destes compostos. As diversidades da flora e temperatura de ambas as regiões podem conferir a estes produtos variação nesta composição, explicando a diferença para fenóis totais dos municípios afastados do lago e beira lago apresentados na tabela 2.

Com relação à análise de componentes principais, a proporção da variância explicada pelos dois primeiros componentes foi de 44% (Figura 1). O eixo I explica 26% da variância dos dados, ele é positivamente associado a todas as variáveis, exceto pH. A variável flavonoides é a que melhor explica os parâmetros físico-químicos no eixo I (0,524), seguido de cor (0,515) e acidez (0,459). O eixo II explica 18% da variação total, é formado pela contribuição positiva das variáveis cor, HMF, condutividade, DPPH, fenólicos e pH, sendo esta última a que melhor explica a variância dos dados no eixo II (0,549). O eixo II também é associado negativamente

às variáveis umidade (-0,457) e acidez (-0,198). Assim, podemos afirmar que flavonoides, cor, acidez e pH são as variáveis que melhor explicam as diferenças entre as amostras de mel.

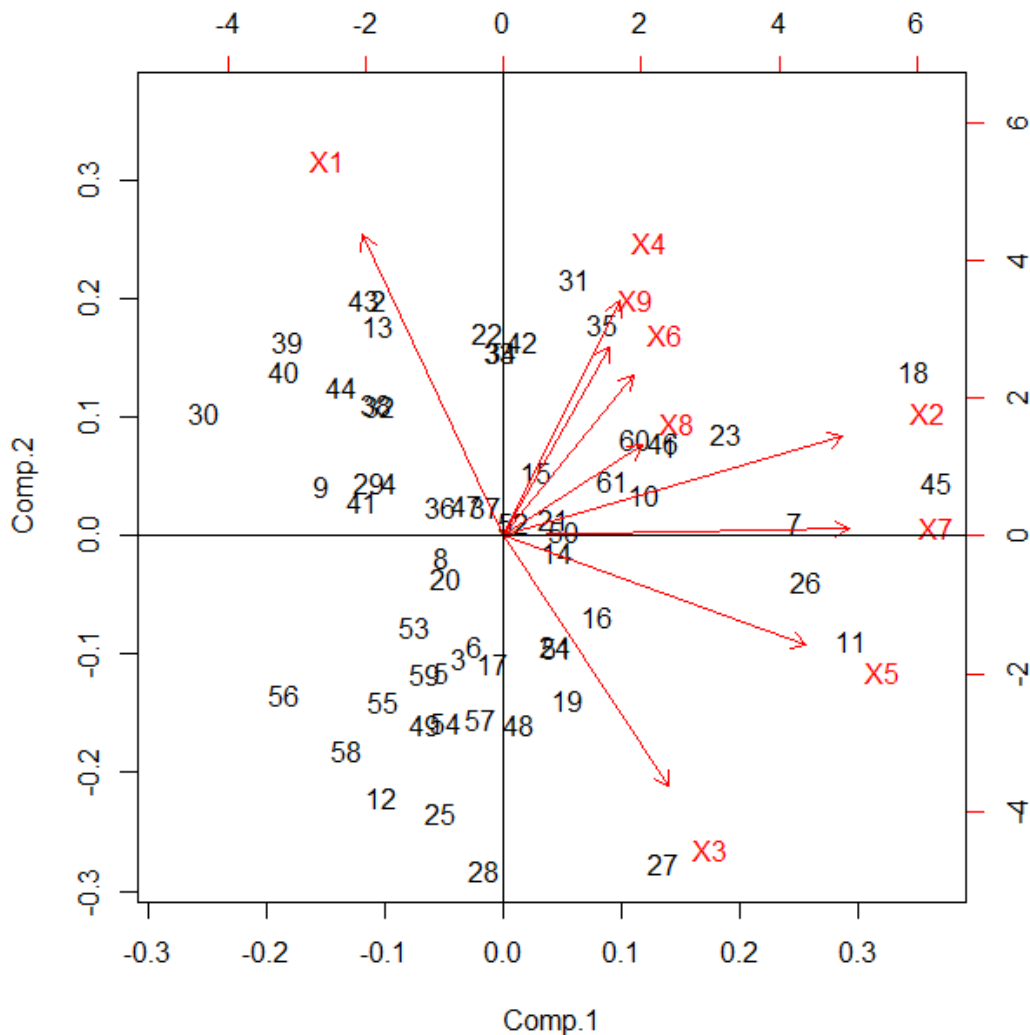


Figura 2. Escores dos dois primeiros componentes principais de uma PCA de variáveis físico-químicas do mel de *A. mellifera*. X1 = pH, X2 = cor, X3 = umidade, X4 = HMF, X5 = acidez, X6 = condutividade, X7 = flavonoides, X8 = DPPH, X9 = fenólicos

Com estudos do mel realizados em anos anteriores, a região Oeste paranaense recebeu o selo de Indicação de Procedência, ponto de grande importância para os produtores. Os parâmetros que foram avaliados neste trabalho confirmam a qualidade do produto em termos de ausência de adulterações, de características físico-químicas e de compostos fenólicos e propriedades antioxidantes, justificando a utilização deste selo pelos apicultores avaliados.

Além disso, essa caracterização valida as informações que relacionam estas características do produto a sua origem fitogeográfica, proporcionando elementos importantes para a solicitação de Denominação de Origem ao mel da região.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que o mel da região Oeste do Paraná possui semelhança em sua composição e características e fica comprovada sua boa qualidade, também indicando a padronização pelos apicultores na produção deste alimento. Além disso as amostras de mel analisados, apresentaram bom resultados para os teores de compostos bioativos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEMEL. **Associação Brasileira de Exportadores do Mel Setor Apícola Brasileiro em Números**. [2017]. Disponível em: <<http://brazilletsbee.com.br>>. Acesso em 22/10/2020
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 5. Edição. 1 Edição digital. São Paulo: p.1020. 2008.
- ANGELO, P.M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 66, n. 1, p. 232-240, 2007.
- AHMED, S.; SULAIMAN, S.A.; BAIG, A.A. et al. Honey as a Potential Natural Antioxidant Medicine: An Insight into Its Molecular Mechanisms of Action. ***Oxidative Medicine and Cellular Longevity***, v. 2018, 2018.
- ALVES, M. A. M.; MODESTA, R. C. D.; SILVA, A. L. S. (2005). Desenvolvimento do perfil sensorial de méis silvestres (*Apis mellifera*) de vários municípios do Estado de Alagoas. **Comunicado Técnico do MAPA**. Rio de Janeiro.
- AOAC - ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS. (1990). **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 15rd. Washington.
- ARNHOLD, E. A. **Caracterização físico-química, sensorial e botânica de amostras de mel de *Apis mellifera* da região Oeste do Paraná, Ortigueira-PR e Palmeira das Missões-RS; 2016**. (Dissertação Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.
- AZONWADE, F.E.; PARAÍSO, A.; DOSSA, A. et al (2018). Physicochemical characteristics and microbiological quality of honey produced in Benin. ***Journal of Food Quality***, v. 2018.
- BALL, D.W. The chemical composition of honey. ***Journal of chemical education***, v. 84, n. 10, p. 1643, 2007.
- Brasil. Ministério da Agricultura. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal – DIPOA. (2000). Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel (Instrução normativa no 11, de 20 de outubro de 2000. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**.
- BUENO-COSTA, F. M., ZAMBIAZI, R. C., BOHMER, B. W. et al. (2016). **Antibacterial and antioxidant activity of honeys from the state of Rio Grande do Sul, Brazil**. *LWT-Food Science and Technology*, 65333-340.
- BURROUGH, P.A. & MCDONNELL, R.A. **Principles of geographical information systems**. 1. ed. New York: Oxford University Press, 1998.
- Camargo, S. C., Garcia, R. C., Feiden, A., Vasconcelos, E. S., Pires, B.G., Hartleben, A. M., Moraes, F. J., Oliveira, L., Giasson, J., Mittanck, E. S., Gremaschi, J. R., & Pereira, D. J. (2014). Implementation of ageographic information system (GIS) for the planning of beekeeping in the west region of Paraná. ***Anais da Academia Brasileira de Ciências***, 86(2), 955-971. <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201420130278>. PMID: 30514022.

- CARPES, S. T. **Estudo das características físico-químicas e biológicas do pólen apícola de *Apis mellifera* L. da região Sul do Brasil.** 2008. 248f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- CODEX, ALIMENTARIUS, (2001). **Revised codex standard for honey.** Codex stan, v. 12, pp. 1982).
- NOGUEIRA - COUTO, R.H.; COUTO, L. A. **Apicultura: Manejo e Produtos.** 3.ed. Jaboticabal: Funep, 193p. 2006.
- CRANE, E. (1983) Constituintes e característica do mel. In: CRANE, E. **O livro do mel.** Trad. Astrid Kleinert Giovane. São Paulo: Nobel, 226.
- CRANE, Eva. **O livro do mel.** 1 reimpressão. São Paulo: Nobel, 1985.
- Cristiane. A Natureza é o meio. **Almanaque Rural Apicultura n° 01.**
- CAMARGO, R. C. R. et al.; **Mel: Características e propriedades.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. p.28.
- EMBRAPA. Produção de Mel. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 2003.
- FALLICO, B.; ZAPPALÀ, M.; ARENA, E.; VERZERA, A. Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. **Food Chemistry.** Amsterdam v. 85, n. 2, p. 305-313, 2004.
- FAO. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: maio 2009.
- FERREIRA, I.C.; AIRES, E.; BARREIRA, J.C. et al. Antioxidant activity of Portuguese honey samples: Different contributions of the entire honey and phenolic extract. **Food Chemistry**, v. 114, n. 4, p. 1438-1443, 2009.
- Galhardo, D., Garcia, R. C., Schineider, C. R., Braga, G. B., Chambó, E. D., França, D. L. B & Stroher, S. M. (2020). Physicochemical, bioactive propeties and antioxidant of *Apis mellifera* L. honey from western Paraná, southern Brazil. **Food Science and technology**, 40 (Ahead of Print), 1-7. <https://doi.org/10.1590/fst.11720>.
- GEORGE, S.; BRAT, P.; ALTER, P.; AMIOT, M. J. (2005) Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant derived products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry, Munique**, (v. 53, n. 5, pp. 1370-1373).
- GREGÓRIO, A. (2017) **Atividade antimicrobiana e características físico-químicas de amostras de mel de *Apis mellifera* de diferentes regiões do estado do Paraná.** Dissertação Mestrado em Biotecnologia Ambiental - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- GROSSO, G. S. Critérios relativos al análises sensoriais de mieles. Apiservices-Galerie Virtuelle Apicole. França, 2006. Disponível em: <<http://www.beekeeping.com/articulos/salamanca/index.htm>>. Acesso em: 15/08/2019.
- INPI (INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL). **Revista da Propriedade Industrial**, n° 2426, 04 de julho de 2017. 42p.

- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*, 5. Edição. 1 Edição digital. São Paulo: p.1020. 2008.
- Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística – IBGE. **Produção de mel no Brasil. In: Sistema IBGE de recuperação de dados: mel de abelhas. 2019.** Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/74#resultado>. > Acesso em: 04 de janeiro de 2021.
- KAŠKONIENĖ, V.; VENSKUTONIS, P.R. Floral markers in honey of various botanical and geographic origins: a review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 9, n. 6, p. 620-634, 2010.
- KOMATSU, S. S.; MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. C. (2002) Análises físico- químicas de amostras de méis de flores silvestres, de eucalipto e de laranjeira, produzidos por *Apis mellifera*, L., 1758 (Hymenoptera, Apidae) no estado de São Paulo. **Ciência e Tecnologia de Alimento**. (v. 22, n.2. pp. 143-146).
- KOMATSU, S.S. et al. Análises físico-químicas de amostras de méis de flores silvestres, de eucalipto e de laranjeira, produzidos por *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae) no Estado de São Paulo. 2. conteúdo de açúcares e de proteínas. **Ciênc Tecnol Aliment**, Campinas, v.22, n.2, p.143-146, 2002.
- Köppen, W. **Climatologia. Com um estúdio de los climas de la Terria**. Mexico. FCE. 1948
- KUÇUK, M.; KOLAYLI, S.; KARAOGLU, S.; ULUSOY, E.; BALTACI, C.; CANDAN, F. **Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia**. Food Chemistry, v. 100, p. 526-534, 2007.
- LEAL, V. M.; SILVA, M. H.; JESUS, N. M. (2001) Aspecto físico-químico do mel de abelhas comercializado no município de Salvador- Bahia. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.1, n.1, p.14-18.
- MAACK, R. **Geografia Física do estado do Paraná** / Reinhard Maack. – 3ª edição Curitiba: imprensa oficial, 2002.
- MARCHINI, L.C. Caracterização de amostras de méis de *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae) do Estado de São Paulo, baseada em aspectos físico-químicos e biológicos. 2001.
- MARCHINI, L.C.; SODRÉ, G. D.S.; MORETI, A.C.D.C.C. (2004). **Mel brasileiro: composição e normas**. AS Pinto.
- MEDA, A.; LAMIEN, C.E.; ROMITO, M. et al. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. **Food chemistry**. V91, n. 3, p.571–577, 2005.
- MORAES, F.J.; GARCIA, R. C.; VASCONCELOS, E. et al. Physicochemical parameters of honey from samples from africanized honeybees in Santa Helena and terra roxa counties (PR). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 4, p. 1269-1275, 2014.

- MORAES, R. M.; TEIXEIRA, E. W. **Análises de mel (manual técnico)**. Pindamonhangaba: SAA/AMA, 1998.
- NICOLSON, S.W.; THORNBURG, R.W. Nectar chemistry. In: **Nectaries and nectar**. Springer, Dordrecht, 2007. p. 215-264.
- NOGUEIRA - COUTO, R.H.; COUTO, L. A. **Apicultura: Manejo e Produtos**. 3.ed. Jaboticabal: FUNEP, 193p. 2006.
- NOGUEIRA-COUTO, R.H.; COUTO, L.A. **Apicultura: manejo e produtos**. Jaboticabal: FUNEP, 2002.
- OSTROVSKI, D. ITAIPU BINACIONAL: Implantação, reflexos socioambientais e territoriais. **Revista Percorso**, v.6, n.2, p.3-26, 2014.
- PIPICELLI, G.; TATTI, P. (2009). **Therapeutic properties of honey**. Health. Scientific Research Publishing. USA. (v 1. n 2. Pp. 281-283).
- RACOWSKI, I.; Silvas, F.P.C.; Takushi, D.T.T.; Silva, D.W.G.; Miranda, P.S.2007. Ação antimicrobiana do mel em leite fermentado. **Revista Analytica**, 30,115 –117.
- RADTKE, T.H. **Análise físico-química de mel de Apis mellifera do Oeste do Paraná – safra 2015-2016**. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.
- ROTILI, M. C. C.; VILLA, F.; BRAGA, G. C.; FRANCA, D. L. B.; LAURETH, J. C. U. (2018). Bioactive compounds, antioxidant and physic-chemical characteristics of the dovyalis fruit. **Acta Scientiarum, Maringá**, (v. 40, e35465, pp. 1-8).
- SEEMANN, P.; NEIRA, M. (1988) Tecnología de la producción apícola. Valdivia: **Universidad Austral de Chile Facultad de Ciências Agrarias Empaste**, pp.202.
- SILVA, C. L.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO. R.M. F. Caracterização físico-químicas de méis produzidos no estado do Piauí para diferentes floradas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.2-3, p.260-265, 2004.
- SILVA, C. V. (2013). Características físico-químicas de mel de capixingui e silvestre da região de Ortigueira-PR. Trabalho de Conclusão de Curso. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. Londrina.
- Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O., & Fett, R. (2016). Honey: **chemical composition, stability and authenticity**. Food Chemistry, 196, 309-323. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.051>. PMID:26593496.
- SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA, R. M. **Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent**. *Methods in Enzymology, New Haven*, (v. 299, pp. 152-178).
- SODRÉ, G.D.S.; MARCHINI, L.C.; MORETI, A.C.D.C.C. et al. (2007) Physical-chemical characterization of honey samples of Apis mellifera L. (Hymenoptera: Apidae) from Ceará State. **Ciência Rural**, (v. 37, n.4, pp. 1139-1144).

- SOUZA, C.C. 2003. **Caracterização físico-química, química e análise de sabor de méis poliflorais**. 135 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- TRADE MAP. List of exporters for the selected product in 2016 product: 0409 natural honey. Disponível em: <https://www.trademap.org/Country_SelProduct.aspx?nvpm=1||||0409||4|1|1|2|1|1|2|1|>. Acesso em: 10 out. 2020
- VIDAL, R.; FREGOSI, E.V. **Mel: características, análises físico-químicas, adulterações e transformações**. Barretos: Instituto Tecnológico Científico “Roberto Rios”, 1984. 95p.
- VIDAL, R.; FREGOSI, E.V. **Mel: características, análises físico-químicas, adulterações e transformações**. Barretos: Instituto Tecnológico Científico “Roberto Rios”, 1984. 95p.
- WHITE, J.W. Honey. In: **the hive and the honeybee**; GRAHAM, J.M., Ed.; Dadant & Sons: Hamilton, IL, 2010; p 869– 925.
- ZENEON, O.; PASCUET, N.S.; TIGLEA, P. (2008). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.