

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

**LUANDA LEAL DAS NEVES CARVALHO**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE AMOSTRAS DE MEL DA REGIÃO  
OESTE DO PARANÁ, DE 2008 A 2018, EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE COLHEITA E  
LOCALIZAÇÃO DOS APIÁRIOS**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**2022**

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

**LUANDA LEAL DAS NEVES CARVALHO**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE AMOSTRAS DE MEL DA REGIÃO  
OESTE DO PARANÁ, DE 2008 A 2018, EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE COLHEITA E  
LOCALIZAÇÃO DOS APIÁRIOS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como requisito parcial do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientadora: Dra. Regina Conceição Garcia

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**2022**

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

Leal das Neves , Luanda

Caracterização físico-química de amostras de mel da região oeste do Paraná, de 2008 a 2018, em função da época de colheita e localização dos apiários / Luanda Leal das Neves ; orientadora Regina Conceição Garcia . -- Marechal Cândido Rondon, 2022.

42 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, 2022.

1. . I. Conceição Garcia , Regina , orient. II. Título.

## LUANDA LEAL DAS NEVES CARVALHO

**Caracterização físico-química de amostras de mel da região Oeste do Paraná, de 2008 a 2018, em função da época de colheita e localização dos apiários**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de “Mestra em Zootecnia”, Área de Concentração “Produção e Nutrição Animal”, Linha de Pesquisa “Produção e Nutrição de Não-Ruminantes / Aquicultura”, APROVADA pela seguinte Banca Examinadora:



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

Membro – Prof. Dr. Edmar Soares de Vasconcelos  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Mal. Cândido Rondon -  
*por videoconferência*

Membro – Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simone Cristina Camargo  
Centro Universitário Dinâmica das Cataratas (UDC) – *por videoconferência*

Marechal Cândido Rondon, 6 de junho de 2022.



**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 – MESTRADO E DOUTORADO**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO ANIMAL**  
**LINHA DE PESQUISA: PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO DE NÃO-RUMINANTES / AQUICULTURA**

DECLARAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO À DISTÂNCIA EM BANCA EXAMINADORA DE  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO NA  
UNIOESTE – CAMPUS DE MAL. CÂNDIDO RONDON

Às 14 horas do dia 06/06/2022, participei de forma remota e síncrona com os demais membros que assinam a ata física deste ato público, da Banca Examinadora de Dissertação de **LUANDA DAS NEVES LEAL DE CARVALHO**, discente de Mestrado deste Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus* de Mal. Cândido Rondon, referente ao trabalho intitulado "**Caracterização físico-química de amostras de mel da região Oeste do Paraná, de 2008 a 2018, em função da época de colheita e localização dos apiário**".

Considerando o trabalho avaliado, as arguições de todos os membros da banca e as respostas dadas pela candidata, formalizo para fins de registro, por meio deste documento, minha decisão de que a candidata pode ser considerada: **APROVADA**.

Atenciosamente,



**Prof. Dr. Edmar Soares de Vasconcelos**

[edmar.vasconcelos@unioeste.br](mailto:edmar.vasconcelos@unioeste.br)

CPF nº 035.003.379-02

Doutor em Genética e Melhoramento (2009) pela Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Docente do Centro de Ciências Agrárias da Unioeste / *Campus* de Mal. Cândido Rondon



**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 – MESTRADO E DOUTORADO**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO ANIMAL**  
**LINHA DE PESQUISA: PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO DE NÃO-RUMINANTES / AQUICULTURA**

DECLARAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO À DISTÂNCIA EM BANCA EXAMINADORA DE  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO NA  
UNIOESTE – CAMPUS DE MAL. CÂNDIDO RONDON

Às 14 horas do dia 06/06/2022, participei de forma remota e síncrona com os demais membros que assinam a ata física deste ato público, da Banca Examinadora de Dissertação de **LUANDA DAS NEVES LEAL DE CARVALHO**, discente de Mestrado deste Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus* de Mal. Cândido Rondon, referente ao trabalho intitulado "**Caracterização físico-química de amostras de mel da região Oeste do Paraná, de 2008 a 2018, em função da época de colheita e localização dos apiário**".

Considerando o trabalho avaliado, as arguições de todos os membros da banca e as respostas dadas pela candidata, formalizo para fins de registro, por meio deste documento, minha decisão de que a candidata pode ser considerada: **APROVADA**.

Atenciosamente,

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simone Cristina Camargo**

[simoneccamargo.zootecnista@gmail.com](mailto:simoneccamargo.zootecnista@gmail.com)

CPF nº 913.713.509-06

Doutora em Zootecnia (2017) pela Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Docente do Centro Universitário Dinâmica das Cataratas (UDC)

Dedico este trabalho a Deus e a todos que fizeram parte dessa jornada.

Minha Mãe, Juliana Leal das Neves;

Meu filho, Marcos Hazael Leal;

Minha querida Orientadora Regina Garcia.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, e por ser meu guia durante os diversos obstáculos e dificuldades ao longo dessa trajetória;

A minha mãe, por ser meu exemplo de força e determinação, e por não me deixar retroceder nessa caminhada, ao meu filho, por me mostrar que coisas boas existem, que por vezes é necessário apenas parar e observar;

A todas as pessoas que fizeram parte desse longo caminho: às pessoas que foram apoio, ombro e consolo, e também àquelas que se apresentaram como dificuldade e impedimento;

A minha orientadora, por todo o incentivo e o apoio; a todos os professores que fizeram parte dessa jornada;

A minha mais sincera gratidão a todas essas pessoas: sem vocês certamente eu não conseguiria evoluir mais esse pequeno grande degrau na minha carreira acadêmica.

*“Simplesmente, continue a nadar...”*

– Procurando Nemo

## RESUMO

A relação entre a composição do mel e sua origem fitogeográfica pode ser um diferencial para a certificação e comercialização desse produto. O presente trabalho teve por objetivo avaliar os parâmetros físico-químicos de amostras de méis produzidos na região Oeste do Paraná, em apiários localizados à beira lago ou afastados do lago de Itaipu, de 2008 a 2018. Estas análises foram realizadas no laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, campus de Marechal Cândido Rondon. Os dados das análises foram submetidos à análise multivariada de componentes principais, dividida em duas etapas, de acordo com os parâmetros físico-químicos avaliados: dados das safras de 2016/2017 e 2017/2018 e, na segunda, informações das safras do período de 2008 a 2018. Considerando a influência geográfica dos municípios, Beira Lago e Afastados do Lago, formaram-se três grupos distintos, por grau de similaridade. Mesmo em anos distintos, foi obtida uma correlação entre alguns parâmetros físico-químicos das amostras de mel com os aspectos geográficos do local de origem. De maneira geral, a maioria das amostras avaliadas nestes dez anos estava em conformidade com a legislação, dando respaldo à utilização do selo de Indicação de Procedência (IP) a estes produtores, com relação ao controle de qualidade. Por meio do repasse dos resultados às associações e cooperativa de apicultores, os produtores que possuíam amostras fora das especificações da legislação foram orientados para correções no manejo. Com relação à caracterização do produto, as análises revelaram similaridades nos perfis físico-químicos das amostras da região, ao longo do período, para alguns parâmetros. As cores predominantes em todos os anos de avaliação foram âmbar claro e âmbar extra claro, em 67,16 e 42,96% das amostras, respectivamente. Por outro lado, algumas particularidades foram apontadas pelas mesmas análises estatísticas, com relação a ano e local, em alguns parâmetros, como o teor de cinzas. Tanto estas semelhanças quanto as particularidades observadas nestas análises estão, provavelmente, relacionadas à origem botânica do mel e à composição do pasto apícola utilizados pelas abelhas em cada período, nas duas condições locais avaliadas. Estas informações, complementadas pelas pesquisas que vêm sendo realizadas, sobre uso e ocupação do solo, levantamentos florísticos e análises melissopalínológicas, apontam um forte vínculo entre a composição do mel e as características fitogeográficas regionais, o que poderá respaldar a solicitação de uma Denominação de Origem ao produto.

Palavras-Chaves: indicação geográfica, fitogeografia, segurança alimentar

## ABSTRACT

### **Physical and chemical characterization of honey samples from the Western region of Parana state, Brazil, between 2008 and 2018, regarding harvest period and apiary location**

The relation between the composition of honey and its phytogeographic origin can be a differential for this product's certification and commercialization. The present study aimed to evaluate the physico-chemical parameters of honey samples produced in the Western region of Paraná, in apiaries located in relation to the Itaipu lake, being near or far from the lake, from 2008 until 2018. The analyses were carried out in the Food Technology Laboratory at the Western Paraná State University (Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE), campus Marechal Cândido Rondon, State of Paraná. The data was submitted to multivariate analysis of the main components, divided in two stages, according to the physical-chemical parameters evaluated: data from the 2016/2017 and 2017/2018 harvests and, on the second stage, harvest information from 2008 until 2018. Considering the geographical influence of the municipalities, near or far from the Itaipu lake, three distinct groups were formed, by degree of similarity. Even in different years, a correlation was obtained between physico-chemical and geographical aspects of the honey samples. In general, most of the samples evaluated in this ten-year period was in conformity with the legal parameters, supporting the use of the Geographical Indications (GI) by the producers, regarding quality control. Producers whose samples were not in conformity with the official parameters received orientation for appropriate correction, as the apiculture associations and cooperatives were informed on the results. Regarding the product's characterization, the analyses revealed similarities in the samples' physico-chemical profiles, throughout the period, for some of the parameters. The predominant colors in all evaluated years were light amber and extra-light amber, accounting for 67.16 and 42.96%, respectively. On the other hand, some peculiarities were pointed out by the same statistical analysis, regarding year and local, for some parameters, such as amount of ash. All similarities and peculiarities observed in the analyses are, most likely, related to the botanical origin of the honey and the apiary's pasturage used by the bees in each period, in both evaluated conditions. This information, complemented by other research projects being carried out, about soil usage and occupation, floristic investigation and analyses of melissopalynology, demonstrate a strong correlation between honey composition and phytogeographic regional characteristics, which is ground for requiring Denomination of Origin (DO) for the product.

Keywords: geographical indication, Phytogeography, food safety

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>7</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>8</b>
<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>9</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA</b> .....	<b>12</b>
2.1. O Mel: Definição, Composição e Classificação .....	12
2.2 Requisitos para Qualidade e identidade do mel.....	12
2.3 Análises Multivariadas .....	15
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>16</b>
3.1 Informações Geográficas .....	16
3.2 Análises físico-químicas do mel.....	18
3.3 Análises Estatísticas .....	19
<b>4.RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>21</b>
4.1 Período de 2008 a 2018 .....	21
4.2 Período de 2016 a 2018 .....	28
<b>5.CONCLUSÕES</b> .....	<b>36</b>
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem potencial para extrair mel praticamente o ano todo, com cores e sabores variados, com diferentes composições e características, graças à grande biodiversidade e à variedade de flora e clima presentes no país (HOLANDA et al., 2015; GOIS et al., 2013). A criação racional de abelhas permite a criação de grandes colônias em locais pré-estabelecidos pelo apicultor, o que é uma vantagem, bem como disponibiliza requisitos para que esta seja credenciada como uma atividade de elevado potencial de inclusão social, atendendo às características socioeconômicas e ambientais do desenvolvimento sustentável (BULIGON et al., 2015).

A qualidade do mel depende de vários fatores, tais como: origem do néctar coletado, espécie da abelha, condições climáticas, estado fisiológico da colônia, assim como processamento e armazenamento (OYEYEMI et al., 2015; EL-SOHEINY et al., 2015; ALVAREZ-SUAREZ et al., 2018). Para conhecer a qualidade do produto e agregar valor ao mel é necessário caracterizá-lo de acordo com seus aspectos físico-químicos (conteúdo de água, pH, acidez, cinzas, coloração, entre outros), microbiológicos, sensoriais e polínicos (BRASIL, 2000; MULUGETA et al., 2017).

Neste contexto, a região Oeste do Paraná, tanto os municípios que margeiam o Lago de Itaipu como os afastados do Lago, vem despontando em relação à produção de mel. Nos últimos anos, vários produtores, associações, cooperativas, universidades e outras entidades vêm trabalhando, em sistema de rede, em busca de melhorias em toda a cadeia agroindustrial do mel. Assim, por meio de reuniões, capacitações e palestras aos produtores, implementação de boas práticas apícolas por meio da ATER (Assistência Técnica e Extensão Rural), bem como realização de caracterização e rastreabilidade, vem sendo garantida a qualidade do mel da região (RODRIGUES et al., 2015; ARNHOLD, 2016).

Em 15 anos de formação da Cooperativa Agrofamiliar Solidária dos Apicultores da Costa Oeste da região do Paraná – COOFAMEL com produtores e organizações, bem como parcerias da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, várias pesquisas vêm sendo realizadas com o mel da região, sobre sua composição botânica (MORAES et al., 2019; ARNHOLD, 2016), suas características físico-químicas (CAMARGO et al., 2014; MORAES et al., 2014; ARNHOLD, 2016; RADTKE, 2016; GALHARDO et al., 2020), microbiológicas (GALHARDO et al., 2020), georreferenciamento e criação de um sistema de informação geográfica (CAMARGO et al., 2014), bem como sobre a utilização do mel como bioindicador

ambiental para agroquímicos (CUNHA, 2016). Como consequência organizacional dos apicultores e da qualidade do mel, comprovada por meio dessas pesquisas, em 2017 o mel da região recebeu a Indicação de Procedência (IP) “Oeste do Paraná”, de acordo com o Artigo 177 do INPI (INPI, 2017), um reconhecimento que está agregando valor ao produto. Para a utilização desse selo, os apicultores precisam cumprir exigências, estipuladas por um Regulamento de Uso, formuladas por um Comitê Regulador, constituídos por diversos membros da sociedade civil, representante de setores ligados à cadeia produtiva.

O selo Indicação de Procedência (IP) é designado como o nome geográfico de um país, cidade, região ou uma localidade de seu território que se tornou conhecido como centro de produção, fabricação ou extração de determinado produto ou prestação de determinado serviço. Contudo, o selo D.O. (Denominação de Origem), próxima demanda da rede de apoio da região oeste do Paraná, tem como requisito que o produto proveniente da região possua propriedades únicas, especificamente vinculadas ao seu local de origem, como floradas e vegetação utilizada pelas abelhas, clima, relevo localização geográfica, entre outros (INPI, 2017).

Uma ferramenta para se avaliar a existência de inter-relação entre as características físico-químicas das amostras de mel e as características fitogeográficas da região é por meio da análise de componentes principais (ACP). Esta é definida como uma avaliação estatística que visa descrever e entender a correlação entre muitas variáveis, condensando as informações contidas em diversas variáveis originais em um conjunto menor de variáveis estatísticas (componentes), com uma perda mínima de informação. Além disso, a ACP é empregada na avaliação da contribuição de cada variável original no peso de cada componente principal. Assim, por meio da interpretação dos dados estatísticos é possível agrupar amostras de acordo com o seu grau de similaridade (GOMES et al., 2017).

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo caracterizar as amostras de mel produzidas em 10 anos na região oeste do Paraná e buscar a correlação de suas características físico-químicas com as características fitogeográficas da região.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA**

### **2.1. O Mel: Definição, Composição e Classificação**

Para que ocorra a produção de mel, as abelhas campeiras necessitam ir em busca de néctar, uma substância secretada por glândulas especializadas das plantas. Elas armazenam o néctar na vesícula melífera, transportando até a colmeia, onde este sofre um processo de desidratação, passando de abelha a abelha até que esteja ao ponto de ser armazenado nos alvéolos, onde ficarão em repouso, passando por processo de maturação até o ponto de mel, sendo este processo conhecido como trofaláxis (BALL, 2007; WHITE JR., 2010).

O mel, sendo um dos produtos das abelhas, é composto basicamente por água, açúcares, minerais, vitaminas, tratando-se de 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 (NICOLSON; THORNBURG, 2007; ROY et al., 2017; BRASIL, 2000). A composição do mel depende ainda de sua origem botânica, variação climática e do manejo do apicultor, tendo este último uma interferência menor (RACOWSKI et al., 2007).

### **2.2 Requisitos para Qualidade e identidade do mel**

Os aspectos legislativos relacionados ao mel, referindo-se a sua qualidade, são tardios, e somente a partir de 1978 teve início o processo de criação da legislação que resguardaria a sua qualidade, a Resolução No. 12 de 1978, da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), que define o conjunto de características gerais, organolépticas, físico-químicas, microbiológicas, microscópicas e aspectos ligados a rotulagem. Em termos de características gerais, o mel não pode conter substâncias estranhas à sua composição normal, nem ser adicionado de corretivos de acidez, corantes, aromatizantes, espessantes, conservantes e edulcorantes de qualquer natureza (BRASIL, 1978).

Em virtude do aumento da representatividade da apicultura em termos econômicos, houve a necessidade da melhoria dos aspectos legislativos para que o Brasil se fortificasse dentro do contexto mundial. Com base em tal panorama, foi elaborada a Instrução Normativa No. 11 de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que tem

como referências as normas do “Codex Alimentarius Commission” (CAC), da “Association of Official Analytical Chemists” (AOAC) e das resoluções GMC No. 80/96 e GMC No. 36/93 do MERCOSUL (LIRIO, 2010).

Os méis brasileiros possuem grande variação de cor, o que pode influenciar na preferência do consumidor, que, na maioria das vezes, escolhe o produto apenas pela aparência. Tal é a relevância deste parâmetro que o International Trade Fórum considerou a cor como uma das características do mel que tem particular importância no mercado internacional. A cor do mel está correlacionada com a sua origem floral, o processamento e o armazenamento, fatores climáticos durante o fluxo do néctar, a temperatura na qual o mel amadurece na colmeia (SEEMANN; NEIRA, 1988) e o conteúdo de minerais presentes, que muitas vezes são expressos como cinzas (VERMEULEN; PELERENTS, 1965; LASCEVE; GONNET, 1974; ORTIZ, 1988; BATH; SINGH, 1999; BOGDANOV, 1999).

A determinação de cor pode ser realizada com uma amostra de mel líquido em espectrofotômetro a 560 nm, em células de 1 cm, usando-se como branco água destilada. O procedimento baseia-se nos diferentes graus de absorção da luz de diferentes comprimentos de onda, dependendo de constituintes presentes na amostra de mel (MORAES; TEIXEIRA, 1998). A leitura obtida é comparada a escala de cores, denominada escala de cores de Pfund (Quadro 1).

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

\*mm = milímetros; nm=nanômetros.

Quadro 1. Escala de cores de Pfund para classificação de méis

Fonte: Adaptado de Vidal e Fregosi (1984).

O aroma e sabor estão relacionados diretamente com a cor do mel. Quanto mais escuro o mel, mais forte seu aroma e seu sabor. Por meio dessas duas características o apicultor pode identificar a origem floral do mel. Por exemplo, denomina-se mel floral de eucalipto o produto

cujos aroma e sabor são originários das flores de eucalipto. Quando o aroma e o sabor estão mascarados, não se torna possível a identificação da origem do mel, classificando-se como mel silvestre (ALVES; MODESTA; SILVA, 2005). Segundo Arpana e Rajalaksmi (1999), os méis com sabor delicado são sempre claros e os escuros normalmente têm um sabor forte, concluindo que a cor pode oferecer informações sobre o sabor.

O trâmite para reconhecimento dos produtos de indicação geográfica (IG) do estado do Paraná foi uma iniciativa do Sebrae em parceria com outras instituições que participaram do processo de identificação e qualificação dos produtos típicos da região (AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO PARANÁ, 2019). Em 2017, houve registro para três produtos, entre eles estavam a Indicação de Procedência (IP) “Oeste do Paraná” para dois tipos de méis: o Mel de abelha *Apis mellifera scutellata* (*Apis* africanizada) e o Mel de abelha *Tetragonisca angustula* (Jataí). A delimitação da área geográfica abrange 50 municípios (INPI, 2017b). Essa conquista foi conseguida por meio do histórico da apicultura na região Oeste do Paraná, pelo controle de qualidade fornecido pela UNIOESTE, por meio das análises e pesquisas realizadas com o mel, como consta na CONCESSÃO 395, página 9 do documento acima referido. Outro aspecto importante das pesquisas consideradas nesta concessão foi a realização do georreferenciamento de 300 apiários da região, a criação de um Sistema de Informações Geográficas para a apicultura da região e o geoprocessamento dessas informações, que conferiram rastreabilidade ao produto.

O mel é produzido em todo o território nacional, no entanto encontra no estado do Paraná particularidades especiais, dentre as quais, vários ambientes naturais nos ecossistemas do estado que, aliados a fatores humanos, resultam em méis diferenciados que possibilitaram, inclusive, o registro para duas IGs. Os reflorestamentos em Áreas de Preservação Permanente (APP) às margens do lago de Itaipu e também na Bacia do Paraná III permitiram a preservação de áreas verdes e gestão da qualidade da flora apícola da região da IP, que também possui grande fartura hidrográfica (KLOSOWSKI, 2021). De acordo com Durso (2018), outra característica da apicultura regional é que a maioria das colmeias se encontra nestas faixas de APP, e os produtores seguem protocolo para proteção de espécies raras, ameaçadas ou em extinção que possam estar presentes nas proximidades dos apiários/meliponários.

Além das características da apicultura regional, Klosowski (2021), em sua pesquisa sobre indicações geográficas e inovações da apicultura paranaense, discute que, pela vocação agrícola da região, a produção de mel como é uma atividade realizada com a finalidade de agregar valor às propriedades rurais dos pequenos produtores. Fazendo parte de toda esta rede, órgãos de prestação de serviços de assistência técnica e extensão rural (ATER), como a Emater, atualmente IDR (Instituto do Desenvolvimento Rural), tem implantado programas que

promovem uma agricultura com menor impacto ambiental, tais como, programas de manejo integrado de pragas e de manejo integrado de doenças da soja, de redução de deriva por agrotóxicos, de recomposição da mata ciliar e de implantação de sistemas agrossilvipastoris (DURSO, 2018). A cooperativa de ATER Biolabore e as pesquisas da UNIOESTE na área de agroecologia também têm contribuído para uma agricultura ecologicamente mais sustentável em alguns pontos desta região.

Desta forma, as características fitogeográficas, socioeconômicas da região, as próprias características da apicultura local e as características do mel produzido na região conferem uma identidade local a este produto.

### **2.3 Análises Multivariadas**

As técnicas estatísticas constituem-se uma parte integral da pesquisa científica e em particular as técnicas multivariadas têm sido regularmente aplicadas em várias investigações científicas. Com o avanço das tecnologias, tem se tornado cada vez mais comum a utilização de instrumentos sofisticados em métodos analíticos aplicados em química que permitem a obtenção de um grande volume de medidas/dados/informações das amostras analisadas. Isso tem gerado um campo rico em termos de quantidade de dados, abrindo, assim, a possibilidade de pesquisa movida pelos dados, podendo ser de caráter químico, físico ou biológico. Essa análise facilita a interpretação de dados multivariados, ou seja, com muitas variáveis, permitindo descobrir, visualizar e interpretar as diferenças entre as variáveis e as relações entre as amostras (NETO, 2004; HAIR et al., 2004).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Informações Geográficas

Nos municípios do Oeste paranaense predominam as coberturas designadas por Veloso, Rangel Filho e Lima (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).

A Mesorregião Geográfica Oeste Paranaense é composta por cinquenta municípios (Figura 1).

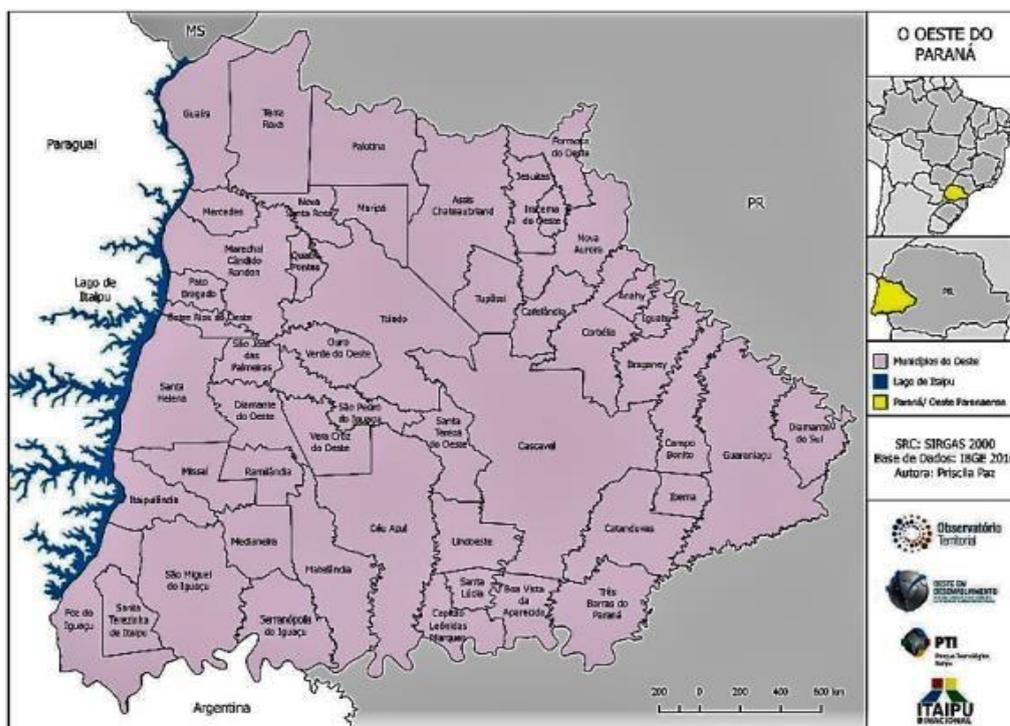


Figura 1. Região Oeste do Paraná

Fonte: Observatório Territorial (2018)

A grande maioria das amostras é proveniente de municípios lindeiros ao lago de Itaipu (Figuras 2a, 2b). São considerados municípios lindeiros os que possuem todo ou parte de seu território às margens do Lago Artificial de Itaipu. A vegetação que margeia o lago é formada por reflorestamento de áreas de mata ciliar antropizada (Figura 2a), 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)

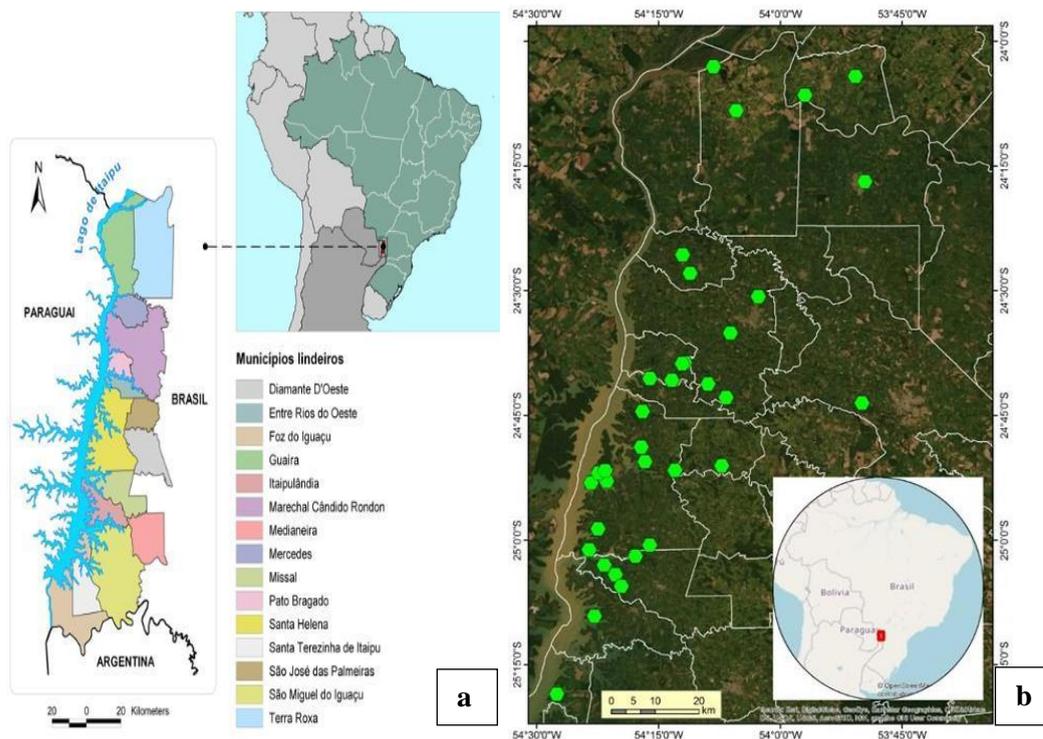


Figura 2. a) Municípios lindeiros ao Lago de Itaipu Binacional; b) Apiários georreferenciados com amostras de mel

Fonte: Base Cartográfica IBGE, 2010

Para o levantamento das posições geográficas dos apiários, utilizou-se de um receptor GNSS (Sistema de Satélite para Navegação Global) modelo Garmin Etrex, assim como um software de processamento de informação georreferenciada (SPRING), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE) e imagens atuais georreferenciadas, para a visualização da região (Figura 2b).

De acordo com a posição geográfica dos apiários dos produtores fornecedores das amostras avaliadas, para efeito de comparação estatística, nesta pesquisa foram considerados como municípios Beira Lago (BL) os municípios de Santa Helena, Missal, Itaipulândia e Foz do Iguaçu, pela disposição das colmeias dos apicultores mais próximas às áreas de reflorestamento que margeiam o lago. Os demais municípios foram considerados Afastados do Lago (AL), sendo eles: Matelândia, Terra Roxa, São Miguel do Iguaçu, Marechal Cândido Rondon, Diamante do Oeste, Entre Rios do Oeste, São José das Palmeiras, Toledo, Corbélia,

Ramilândia, uma vez que os produtores que doaram as amostras têm suas colmeias alocadas em regiões mais afastadas.

### 3.2 Análises físico-químicas do mel

Foram utilizadas nesta pesquisa informações de amostras de mel produzidas por abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) das safras de 2008/2009 a 2017/2018, provenientes de apicultores associados à COOFAMEL – Cooperativa Agrofamiliar Solidária dos Apicultores da Região Oeste do Paraná, às Associações de Apicultores do Oeste do Paraná (APIOESTE), de Entre Rios do Oeste (APIER) e de Terra Roxa (APITERRA).

Foram realizadas análises físico-químicas de 865 amostras ao longo de todo este período. Porém, para efeito de análises estatísticas, foram consideradas neste trabalho as informações referentes aos apicultores selecionados para receber o selo de Indicação de Procedência anteriormente citado.

A seleção foi baseada no cumprimento das exigências do Regulamento de Uso da Indicação de Procedência, um “check-list” aferido por meio de aplicação aos produtores ao longo de 3 a 4 anos (Figura 3).

Nº	Item	Conformidade			Plano de Ação	Item obrigatório	Cumprido
		NA	NC	C			
A.1.1	Existe um sistema de Registros (historico) na unidade de produção/apiário?				Iniciar o preenchimento em 30 dias.	Obrigatório	
A.1.2	Os registros estão organizados e atualizados?						
A.1.3	As anotações que estão nas fichas e planilhas são legíveis?						
A.1.4	Os registros mostram que as BPAs são seguidas em todas as etapas da Produção?					Obrigatorio	
A.1.5	Existe um caderno de campo para cada apiário com as informações de cada colmeia?					Obrigatorio	
A.1.6	As colmeias estão numeradas de forma continua, sem repetição e estão registradas no caderno de campo?					Obrigatorio	
A.1.7	Os registros existentes garantem a rastreabilidade						

Figura 3. Ilustração do check-list para avaliação dos apicultores para o uso do selo de indicação de procedência

Embora 50 apicultores tenham sido contemplados com o selo, para as análises

estatísticas multivariadas foram considerados apenas 35 produtores, que tiveram 833 amostras de mel avaliadas neste período de 10 anos.

Todas as amostras foram coletadas pelos apicultores e encaminhadas à cooperativa, onde foram mantidas, *in natura*, em temperatura ambiente, em embalagens plásticas transparentes com tampa de rosca, com capacidade de 500 gramas cada uma. Foram transferidas quinzenalmente para a Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE e armazenadas entre 6 e 8 °C, em ambiente escuro no laboratório de Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias no campus de Marechal Cândido Rondon, PR, até o momento das análises.

As análises físico-químicas das amostras de mel foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (UNIOESTE), em triplicatas, aferindo maior confiabilidade aos dados obtidos. Para as safras de 2008/2009 a 2017/2018 foram analisadas as variáveis: pH, Cor, Umidade, Hidroximetilfurfural (HMF), Acidez e Condutividade. As avaliações de cinzas não foram realizadas somente nessa safra 2017/2018, enquanto as análises de açúcares foram realizadas somente a partir de 2017, sendo realizadas no aparelho REDUTEC as seguintes análises: Açúcar Total, Açúcares Redutores e Sacarose.

As metodologias utilizadas para a caracterização físico-química das amostras de mel das safras foram: Umidade, realizada pelo método descrito por AOAC (1990); Cinzas, de acordo com o método descrito por Bogdanov (2009); pH e Acidez, pelo método proposto por Moraes e Teixeira (1998); Condutividade elétrica, por BOE (1986) e, para determinar a cor, utilizou-se o método proposto por Vidal e Fregosi (1984), o qual é baseado 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; Hidroximetilfurfural (HMF) determinado conforme AOAC (1990), com base na leitura da absorbância UV, utilizando espectrofotômetro modelo (UV-1800, SHIMADZU), nos comprimentos de onda de 284 e 336 nm, em cubetas de quartzo. A determinação de açúcares totais (%), açúcares redutores (%) e sacarose aparente (%) baseou-se no procedimento descrito por Bogdanov (2009), com algumas adaptações por Sereia et al. (2017).

### **3.3 Análises Estatísticas**

Para a análise dos dados das amostras de mel em estudo, com o fim de classificá-los, foram realizadas análises multivariadas (componentes principais, de agrupamentos e de caracterização dos agrupamentos das amostras). Para estas análises, utilizou-se o programa GENES versão 7.0.

De acordo com a disponibilidade de informações de parâmetros avaliados em cada safra, os dados foram separados para duas análises. A primeira análise considerou informações das variáveis físico-químicas de 833 amostras das safras, de 2008/2009 a 2017/2018, exceto para a safra de 2013/2014, que não foi utilizada neste procedimento estatístico, por não apresentar informações compatíveis com as demais safras. Foram considerados nessa análise, para cada ano analisado, os municípios Beira Lago (117 amostras): Santa Helena (n=85), Missal (n=20), Entre Rios do Oeste (n=11) e Foz do Iguaçu (n=1), e Afastados do Lago (52 amostras): Terra Roxa (n=7), Marechal Cândido Rondon (n=15), Diamante do Oeste (n=7), Corbélia (n=3), Matelândia (n=6), Toledo (n=4), Francisco Alves (n=1), Itaipulândia (n=2), Palotina (n=1), Ramilândia (n=2), São José das Palmeiras (n=2), Capanema (n=1) e Lindoeste (n=1).

A segunda análise de componentes principais deste trabalho foi realizada em 169 amostras, para as safras 2016/2017 e 2017/2018, considerando-se também os resultados das análises de açúcares, não incluídas na análise anterior.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Período de 2008 a 2018**

Os valores, médias e desvios-padrão obtidos nas análises físico-químicas das amostras de mel colhidas no período de 2008 a 2018, dos produtores em municípios da região Oeste do Paraná, podem ser observados na Tabela 1.

Houve uma variação média nos valores de pH, entre 3,26 e 4,05, durante esses anos de coleta (Tabela 1), situando-se, em sua maioria (93,05%), dentro dos parâmetros estabelecidos pela norma vigente no Brasil, que preconiza de 3,30 a 4,60. Valores mais baixos foram observados nas safras de 2011/2012 e 2016/2017.

Estudos realizados por Kuchla et al. (2015), em amostras de mel de diferentes regiões do Paraná, mostraram que a amplitude obtida nas análises foi maior, de 3,30 a 5,50, atingindo valores mais elevados. Outros trabalhos realizados no Brasil têm mostrado valores de pH entre 2,30 e 4,60 no Sudeste (MARCHINI; SODRÉ; MORETI, 2004; MARCHINI; MORETI; OTSUKI, 2005), entre 3,65 e 4,25 no Nordeste (ALMEIDA et al., 2016), 3,30 a 3,97 no Norte (LEMO et al., 2017) e 3,63 e 4,68 no Sul (NASCIMENTO et al., 2018).



Tabela 1. Parâmetros físico-químicos (médias e desvios-padrão) de amostras de mel provenientes de municípios da Região Oeste do Paraná, das safras de 2008 a 2018

Parâmetro	Legislação										
	Normativas										
	*Codex 2001	**Brasil 2000	2008/ 2009 (40)	2010/ 2011 (87)	2011/ 2012 (81)	2012/ 2013 (113)	2013/ 2014 (88)	2014/ 2015 (184)	2015/ 2016 (66)	2016/ 2017 (67)	2017/ 2018 (107)
Ph	3,3-4,6**		3,9± 0,28	4,1± 1,21	3,26± 1,84	4,05± 0,24	3,85± 1,20	3,99± 0,12	3,55± 0,1	3,28± 0,30	3,75±
Umidade (%)	< 20* < 20**		19,4	17,2	18,00	18,10	18,50	17,20	19,24	17,80± 1,79	18,29
Cinzas (%)	< 0,6**		0,20	0,28	0,15	0,66	0,14	0,36	0,13	0,20± 0,26	-----
HMF mg.kg <sup>-1</sup>	≤ 40* ≤ 60**		-----	-----	-----	-----	10,03± 6,21	34,75± 11,74	36,82± 11,18	34,30± 10,86	16,59± 11,20
Acidez mEq.kg <sup>-1</sup>	≤ 50* ≤ 50**		34,3	39,0	28,50	19,00	38,50	36,05	33,50	34,30± 11,21	24,83
Cond. Elétrica (µs)	<800**		385,5± 95,5	-----	-----	-----	-----	-----	-----	341,55 ±9,93	379,32 ±71,93
Açúcares reduzidos (%)	> 65**		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	64,73± 82,14	66,08± 75,23
Sacarose (%)	< 5* < 6**		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	4,35± 79,36	3,53±4 5,21
Açúcares totais (%)	-----		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	67,47	68,73± 89,21
Cor (nm)	Branco d'água a Âmbar escuro		0,83±	0,6±	0,58±	0,18±	0,22±	0,41±	0,43±	0,40±	0,31± 1,32

n: número de amostras analisadas; DP: desvio-padrão; HMF: Hidroximetilfurfural; Cond.: Condutividade.

O teor de umidade (%) das amostras de mel analisadas durante os anos variou de 17,2 a 19,4% e apresentou valor médio de 16,18% (Tabela 1). O teor de umidade do mel depende de vários fatores, como época de colheita, grau de maturidade alcançado na colmeia (RESHMA et al., 2016; AZONWADE et al., 2018), técnicas de processamento (KADRI; ZALUSKI; OLIVEIRA, 2017) e condições de armazenamento (MARTÍNEZ et al., 2018). Este parâmetro

exerce influência decisiva na qualidade e especialmente na vida de prateleira do mel, sendo o principal fator com respeito a alterações por fermentação. No geral, os baixos conteúdos de umidade das amostras indicaram que a grande maioria (91%) das amostras possuía boas condições de armazenamento e estava de acordo com a legislação (BRASIL, 2000) e o CODEX (2001), que preconizam o limite máximo de 20%.

Os teores de cinzas das amostras avaliadas variaram de  $0,13 \pm 0,14$  a  $0,20 \pm 0,26\%$  durante o período, estando 94,83% das amostras de acordo com Brasil (2000), que estabelece que o conteúdo de cinzas em amostras de mel não deve ser maior que 0,6%. O baixo teor de cinzas no mel pode indicar que o mel é de uma origem floral específica ou puro, assim como méis com alto teor de cinzas podem indicar um manejo e/ou colheita mal realizados por parte dos produtores (FINOLA et al., 2007).

Os valores de hidroximetilfurfural (HMF) obtidos a partir de 2013 até 2019 variaram entre  $10,03 \pm 6,21 \text{ mg.kg}^{-1}$  e  $36,82 \pm 11,18 \text{ mg.kg}^{-1}$ , e indicaram, em sua maioria, a boa qualidade do mel produzido na região. Em casos de amostras com valores acima do permitido na legislação, essa informação foi repassada à COOFAMEL e ao produtor, bem como foi averiguado o tempo de armazenamento do produto até a realização da análise laboratorial, para que fosse diagnosticado o provável fator causador da alteração. Valores superiores podem ser indicativos de amostras de mel armazenadas por muito tempo ou que sofreram processo de aquecimento e fermentação (MACHADO DE-MELO et al., 2018).

Assim como o pH, a acidez livre do mel também é importante na determinação do sabor e na estabilidade contra o desenvolvimento de microbiano. Os valores médios de acidez livre variaram de 18,06 a 39,0, abaixo de  $50 \text{ mEq.kg}^{-1}$ , preconizado pelas normativas das legislações nacional (BRASIL, 2000) e internacional (CODEX, 2001). Estes valores foram similares aos observados por Gregório (2017), avaliando amostras de mel das diferentes regiões do Paraná.

A legislação brasileira (BRASIL, 2000) não apresenta valores máximos e mínimos para condutividade elétrica, mas a legislação internacional (CODEX, 2001) considera valor máximo de  $800,00 \mu\text{S.cm}^{-1}$ . Nas análises das amostras no período, os valores observados variaram de  $341,55 \pm 9,93$  a  $468,28 \pm 92,56 \mu\text{S.cm}^{-1}$ , ou seja, 100% das amostras estavam abaixo do valor máximo permitido. Valores similares foram observados por Kuchla et al. (2015) e Gregório (2017), que discutiram em suas pesquisas que as amostras do Oeste do Paraná apresentaram os menores teores do estado.

A condutividade elétrica do mel é um parâmetro que, junto com avaliações de sólidos insolúveis e minerais, são utilizados para determinar sua pureza (SILVA et al., 2016). A condutividade elétrica é devida aos íons, ácidos orgânicos, proteínas e teor de cinzas, de forma

que, quanto maior for o valor desses compostos no mel, maior será a sua condutividade elétrica (BOGDANOV, 2009; KARABAGIAS et al., 2017; SOLAYMAN et al., 2016).

A condutividade elétrica está relacionada com o teor de cinzas, pH, acidez, sais minerais, além da proteína e outras substâncias presentes no mel, sendo este parâmetro conhecido como prova de origem botânica para méis (SOHAIMY et al., 2016).

A coloração do mel é o fator principal para sua comercialização, devido ao seu aspecto visual, que define a qualidade, a aceitação e a preferência perante os consumidores. É um dos parâmetros das características sensoriais e pode variar de quase incolor a parda escura (BRASIL, 2000). Pode ser classificada de acordo com sua absorvância em nanômetros (VIDAL; FREGOSI, 1984) ou em milímetros, de acordo com a escala Pfund (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

As classes de cores encontradas nas amostras estão em conformidade com a legislação (Tabela 1), que considera aceitáveis variações de branco-água a âmbar-escuro (BRASIL, 2000). As cores encontradas em maior quantidade para todos os anos de avaliação foram âmbar extra claro, com 42,96%, e âmbar claro, 67,16%, respectivamente, como se observa na Figura 4.

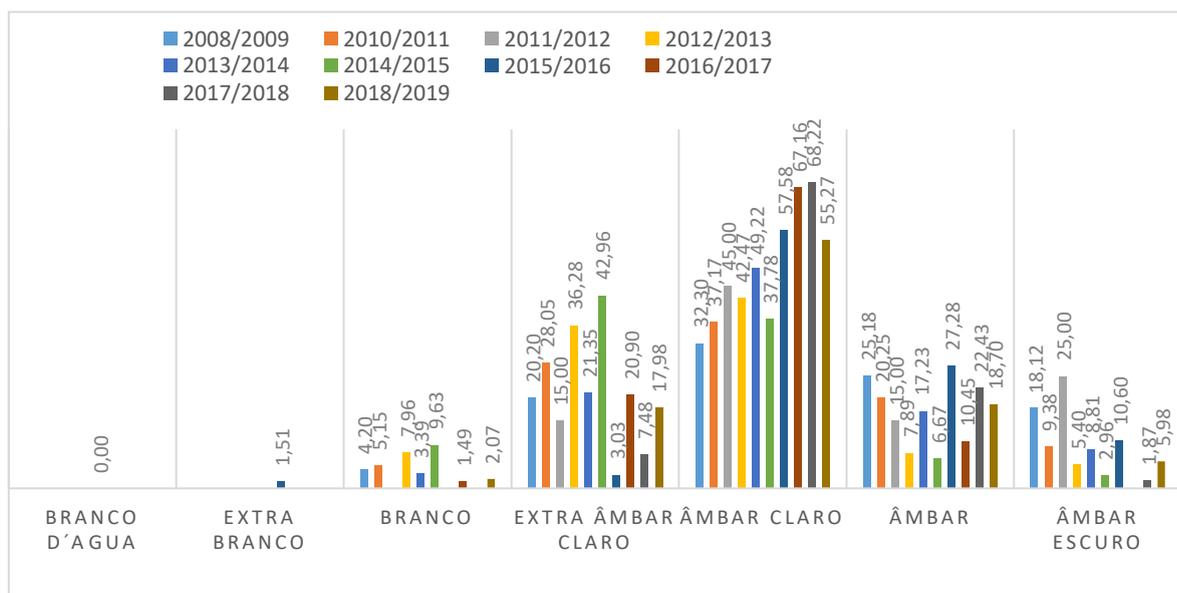


Figura 4. Porcentagem das cores dos méis das safras de 2008/2009 a 2018/2019 da Região Oeste do Paraná

Além de ilustrar as maiores concentrações dessas colorações entre as amostras dentro de cada safra, observa-se pela Figura que somente as colorações Extra Âmbar Claro, Âmbar Claro e Âmbar foram encontradas nas amostras de todas as safras avaliadas.

Considerando-se as médias e desvios padrão apresentados para a absorvância na

Tabela 1, também se pode verificar essa distribuição de cores das amostras avaliadas nas dez safras. Observa-se que somente a safra de 2012/2013 apresentou méis na coloração extra âmbar claro (0,18 nm), as amostras das cinco safras seguintes foram âmbar claro (0,188 a 0,44 nm) e somente as amostras das três primeiras safras foram âmbar (0,44 a 0,945 nm).

Embora a predominância dessas colorações seja evidente tanto na Tabela 1 como na Figura 4, nesta mesma Tabela pode-se observar os altos valores de desvios-padrão nesses valores das amostragens de cada safra, indicando a alta variabilidade nas cores entre as amostras em cada safra.

Vários fatores podem influenciar na variação das cores observadas em méis, como climáticos, processamento, armazenamento, temperatura na qual o mel se forma no interior da colmeia, teores de umidade, carotenoides e flavonoides, juntamente com a sua origem botânica (SOUSA et al., 2013; MONIRUZZAMAN et al., 2013; GOMES et al., 2017).

Essas diferenças de tonalidade de cores das amostras de mel da região podem estar correlacionadas com a diversidade de plantas apícolas observada por alguns pesquisadores, em levantamentos florísticos de áreas da região. Camargo et al. (2014) estudaram áreas dos municípios de Santa Helena (SH), beira lago de Itaipu, e Marechal Cândido Rondon (MCR), afastado do lago, e encontraram um maior diversidade, com maior quantidade de espécies, em uma área amostrada no primeiro município, ao mesmo tempo que em outra área do mesmo município houve baixa diversidade em função do maior número de plantas de algumas espécies, como *Leucaena leucocephala*, *Hovenia dulcis* e *Parapiptadenia rígida*, sendo que esta última e os *Eucaliptus* sp. predominaram no outro município (MCR).

Tonelli (2019), em inventário da flora apícola destes mesmos municípios e de Entre Rios do Oeste (ERO), beira lago, calculou o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener, que apresentou maior valor para a área amostrada de SH, seguida pela área de ERO e com menor diversidade para MCR. Dentre as espécies, o autor também se referiu a *Hovenia dulcis*, *Leucaena leucocephala* e *Parapiptadenia rígida* como fornecedoras de pólen e néctar como recurso trófico.

Tanto a maior diversidade de algumas áreas, em termos de plantas apícolas, como a grande quantidade de plantas de uma mesma espécie, observada em espécies características do reflorestamento da área de mata ciliar do lago de Itaipu ou nativas da região, refletiram-se posteriormente nas análises melissopalínológicas realizadas por Moraes (MORAES, 2012; MORAES et al., 2019) e Arnhold (2016). Os primeiros autores verificaram que as amostras de mel do município de Santa Helena (beira lago) apresentaram dominância dos tipos polínicos *Hovenia dulcis*, *Eucalyptus* sp. *Parapiptadenia rígida* e *Leucaena leucocephala*, entre outras,

com sendo amostras predominantemente âmbar claro (45%). Nas amostras de mel do município de Terra Roxa (afastado do lago), os autores observaram que houve dominância dos tipos polínicos *Glycine max*, *Mimosa scabrella*. e *Eucalyptus* sp., entre outras, predominando amostras de cor âmbar (45%).

Nas análises de amostras de mel da safra 2010/2011, dos municípios de MCR (AL) e SH (BL), Camargo et al. (2014) encontraram predominância de cor âmbar claro em 42% das amostras, sendo que nas amostras de MCR predominaram as cores um pouco mais escuras, com 28,5% de amostras âmbar escuro, enquanto para SH predominaram as cores claras, 42% âmbar claro, 25,6% extra âmbar claro, 10% branco e nenhum âmbar escuro. Os autores associaram as variações observadas a prováveis origens botânicas desses méis, que na ocasião ainda não haviam sido identificadas.

As análises de componentes principais visaram classificar as amostras, analisadas em diferentes parâmetros, de acordo com as condições de proximidade ou não do lago e das diferentes safras. A Figura 5 mostra a projeção da análise, referente aos parâmetros avaliados em 9 safras, no período de 2008 a 2018, exceto a safra de 2012/2013, pois algumas análises, realizadas em todos os outros anos, não foram realizadas nas amostras desta safra.

Para a análise de agrupamentos por componentes principais de 865 amostras de méis e dos 9 caracteres físico-químicos existentes (Tabela 1 e Figura 5), foram selecionados os seguintes: umidade, cinzas, cor, pH, acidez, HMF, açúcares redutores, açúcares totais e sacarose.

Os resultados dos autovalores e variância acumulada (%) da Figura 5 mostrou que três componentes principais apresentaram autovalores (1,767, 1,220 e 0,776, respectivamente), sendo responsáveis por 75,1% da variação total. Os Componentes 1, 2 e 3 representaram 35,3, 24,4 e 15,4% do comportamento do conjunto de dados, respectivamente.

A análise dos fatores de correlação entre as variáveis e os componentes principais revelou que o Componente Principal 1 para o ano e local (A4L1), discriminou a variável cinzas (-0,5787), comparando aos demais anos e locais de coleta (Figura 5). Realmente, o valor médio das cinzas neste ano foi de 0,66%, acima do padrão da legislação e dos demais anos avaliados (Tabela 1). Quando considerados os valores deste parâmetro neste ano e local, a média subiu para 1,09. De maneira geral, considerando-se todos os anos e locais, 94,83% das amostras estavam dentro dos padrões recomendados pela legislação. Dos 5,15% das amostras que estavam fora do padrão, 4,87% foram colhidas neste ano e 3,39% neste ano (safra 2012/2013) e local (municípios Beira Lago). Esse parâmetro aponta variações de acordo com a origem floral (NASCIMENTO et al., 2018), assim como a origem geográfica (KARABAGIAS et al.,

2017), técnicas de manejo do mel (TAHA et al., 2010) e o tipo de extração aplicado (KADRI; ZALUSKI; OLIVEIRA, 2017).

De acordo com Gomes et al. (2017), a aplicação da técnica multivariada (PCA e HCA) em dados físico-químicos de méis no PA, em diferentes municípios, apresentou um autovalor de 72%, que indicou correlação e semelhança entre as amostras quanto às suas características físico-químicas e os aspectos geográficos do município de origem.

Portanto, com relação ao Componente 2, na Figura 5, indicou forte semelhança das amostras de diferentes anos e locais quanto aos seus perfis físico-químicos. Esse fato pode estar relacionado à similaridade em alguns aspectos (tipo de flor, néctar, habitat, etc) da área de atuação das abelhas, ainda que em municípios com distribuição geográfica distinta (GOMES et al., 2017).

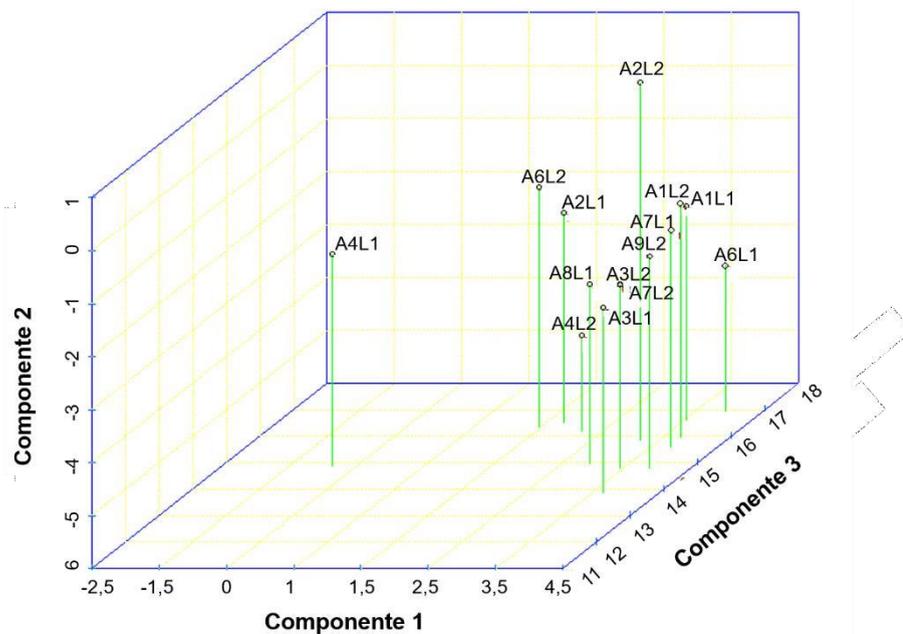


Figura 5. Comportamento das variáveis em relação aos três primeiros componentes para os anos e locais diferentes na Região Oeste do Paraná

## 4.2 Período de 2016 a 2018

Em relação às análises físico-químicas dos méis das safras de 2016 a 2018, todas apresentaram os parâmetros avaliados dentro das normativas (BRASIL, 2000; CODEX, 2001), como se observa pela Tabela 1.

Os valores de pH encontrados nesse trabalho ( $3,28 \pm 0,30$  e  $3,75 \pm 0,42$ , para as safras de 2016/2017 e 2017/2018, respectivamente) foram semelhantes aos observados em pesquisas realizadas nos anos anteriores em amostras de mel dessa mesma região, nas quais os teores médios observados foram de 3,96 (MORAES et al., 2014), 3,75 a 4,39 (CAMARGO et al., 2014); 3,98 (ARNHOLD, 2016) e 3,74 (RADTKE, 2016).

O teor de umidade (%) das amostras de mel analisadas no período apresentou valor médio de 18,29%, condizendo com as informações de estudos em safras passadas nessa mesma região, de 2008/2009 (MORAES et al., 2014), 2009/2010 (CAMARGO et al., 2014), 2014/2015 (ARNHOLD, 2016) e 2015/2016 (RADTKE, 2016). Apenas 7% das amostras estavam acima do limite máximo permitido, de 20%, pela legislação (BRASIL, 2000). Vários fatores influenciam o teor de umidade, entre eles o grau de maturidade do mel, fatores ambientais na colheita (AZONWADE et al., 2018), técnicas de processamento (KADRI; ZALUSKI; OLIVEIRA, 2017) e as condições de armazenamento (MARTÍNEZ et al., 2018).

Os valores de cinzas obtidos nas análises de 2017 apresentaram-se na faixa de 0,14% (Tabela 2). Esse parâmetro aponta variações de acordo com a origem floral (NASCIMENTO et al., 2018), assim como a origem geográfica (KARABAGIAS et al., 2014; KARABAGIAS et al., 2017), técnicas de manejo do mel (TAHA et al., 2010) e o tipo de extração aplicado (KADRI; ZALUSKI; OLIVEIRA, 2017).

Estudos anteriores realizados na região apresentaram variações do teor de cinzas de 0,12 a 0,19% (MORAES et al., 2014; CAMARGO et al., 2014; ARNOLD, 2016). Todas as amostras enquadraram-se dentro da normativa vigente (BRASIL, 2000), que considera o máximo de 0,6% para mel floral. Para o melato ou mel de melato e suas misturas com mel, tolera-se até 1,2%. Silva et al. (2016) afirmam que a condutividade elétrica é diretamente relacionada ao conteúdo de cinzas e informaram que este parâmetro foi incluído no Codex Padrões Alimentarius, substituindo a determinação de cinza em mel. Dessa forma, nos anos de 2017 e 2018 essa análise não foi mais realizada.

Os valores médios de HMF encontrados no período 2016 a 2018 ( $34,30 \pm 10,86$  mg.kg<sup>-1</sup> e  $16,59 \pm 11,20$  mg.kg<sup>-1</sup>, para as safras 2016/2017 e 2017/2018, respectivamente) de todas as amostras possuem o teor de HMF abaixo de 60,00 mg.kg<sup>-1</sup> e 40,00 mg.kg<sup>-1</sup>, determinados pelas

legislações nacional (BRASIL, 2000) e internacional (CODEX, 2001), respectivamente. Esta última normativa ainda permite o teor de HMF de até 80,00 mg.kg<sup>-1</sup> para lotes de mel com declaração de origem de clima tropical. Nascimento et al. (2018), ao avaliar amostras do Rio Grande do Sul, obtiveram valores inferiores ou similares a este estudo. Arnhold (2016), avaliando mel do Oeste do Paraná, teve uma média de 8,88 ± 10,09 mg.kg<sup>-1</sup>, encontrando diferença significativa entre amostras de municípios com apiários Beira Lago e Afastados do Lago (7,2735 ± 7,0512 e 13,5865 ± 14,2637 mg.kg<sup>-1</sup>, respectivamente).

Os valores médios de acidez livre foram similares aos observados por Gregório (2017), avaliando amostras de mel das diferentes regiões do Paraná. Nas análises de 2017, apenas três amostras tiveram valores acima do limite máximo estabelecido pelas legislações nacional (BRASIL, 2000) e internacional (CODEX, 2001). Esses valores foram semelhantes aos de estudos realizados na região Oeste em pesquisas anteriores (MORAES et al., 2014; CAMARGO et al., 2014; KUCHLA et al., 2015; ARNHOLD, 2016; RADTKE, 2016).

Os teores totais de açúcares das amostras destes produtores, referentes ao período de 2016 a 2018, se apresentaram com uma média de 67,47% (Tabela 1). As normativas nacional (BRASIL, 2000) e internacional (CODEX, 2001) não apresentam valores mínimos e máximos para o teor de açúcares totais. Os valores variaram de 66,50 ± 19,4 a 67,47 ± 20,1% e, apesar da alta variabilidade, foram próximos aos intervalos de 73,29% ± 0,95 a 79,05% ± 0,17 relatados por Gregório (2017) e de 67,80 a 88,30% apresentados por Marchini, Moreti e Otsuki (2005).

Açúcar redutor é qualquer açúcar que forma algum aldeído, atuando como reagente redutor. Os açúcares redutores presentes no mel são a glicose e a frutose, compondo a maior parte dos açúcares presentes em um mel normal, sendo eles capazes de reduzir íons de cobre em soluções alcalinas. Em relação aos açúcares redutores, as médias (Tabela 1) obtidas foram superiores ao mínimo permitido pela legislação nacional (BRASIL, 2000), ocorrendo 5% das amostras abaixo do mínimo. Os valores deste trabalho são inferiores aos relatados por Gregório (2017), que reportou uma variação de 73,29 a 79,05%.

Outro açúcar no mel é a sacarose (açúcar não redutor), determinado pela adição de solução de HCl à amostra. As amostras analisadas tiveram valores de sacarose variando de 3,53 ± 1,2 a 4,35 ± 1,45%. Observou-se que 3% das amostras destes produtores neste período apresentaram um teor de sacarose acima do permitido pela legislação internacional, que é de no máximo 5% (CODEX, 2001), enquanto pela normativa brasileira (BRASIL, 2000) apenas 2,6% das amostras estavam acima do limite de 6%. No entanto, os valores médios (4,35%) encontraram-se dentro dos limites das normativas (Tabela 1). Essas informações foram repassadas à COOFAMEL, aos produtores e aos técnicos de ATER, para que sejam

diagnosticadas as possíveis falhas de produção ou de beneficiamento.

Sodré et al. (2007), avaliando amostras de mel do estado do Ceará, observaram que 10% das amostras de mel estavam acima do permitido pela legislação, apresentando uma média de 2,71%. Azeredo et al. (1999) discutiram que os valores de sacarose acima do permitido pela legislação podem indicar a colheita de um mel verde, em que a sacarose não tenha sido totalmente transformada em frutose e glicose pela ação da enzima invertase. Moreti et al. (2009) observaram que 5,8% das amostras analisadas estavam acima dos limites da normativa (BRASIL, 2000) e justificaram que as abelhas podem ter recolhido outro material além do néctar para produção do mel.

Na região Oeste do Paraná os apicultores vêm aderindo à alimentação de inverno com a suplementação de açúcar cristal de cana, em alimentadores de superfície, pois consideram que as abelhas não incorporam esse açúcar sólido ao mel. Gregório (2017), embora não tenha obtido valores de sacarose acima do limite máximo pela legislação, destacou que o teor de sacarose da região Oeste foi superior ( $p > 0,05$ ) das demais regiões do Paraná. Porém esses valores excedentes em algumas amostras podem indicar adulteração ou adição de sacarose ao mel, via contaminação pelas sobras da alimentação de inverno não retiradas pelo apicultor ou adicionadas intencionalmente. Kast e Roetschi (2017) avaliaram a alimentação de açúcar sólido suplementado no alimentador e observaram que as abelhas transportam e armazenam o açúcar nos favos em forma de mel, demonstrando que não deve haver alimentação de açúcar sólido durante a safra apícola.

A cor e o sabor são os primeiros fatores que influenciam na aceitação por parte dos consumidores (SILVA et al., 2016). Os valores obtidos nas análises para determinação de cor das amostras de mel variaram na faixa de  $0,40 \pm 0,26$  e  $0,31 \pm 1,32$  nm, nas safras de 2016/2017 e 2017/2018, respectivamente. Verifica-se que, em média, as amostras foram classificadas como âmbar claro; porém, na safra 2017/2018 apresentaram-se mais escuras e com uma grande variedade de colorações. Em termos percentuais, as amostras se distribuíram, de acordo com a classificação da escala Pfund (VIDAL; FREGOSI, 1984), em âmbar extra claro (45,67%), âmbar claro (68,21%) e âmbar (12,66%) na primeira safra; e em âmbar extra claro (40,44%), âmbar claro (72,85%) e âmbar (10,94%) na segunda.

Essa predominância de méis de coloração âmbar claro, assim como essa grande diversidade de tonalidades observadas nas amostras dessas duas safras corroboram as análises dos anos anteriores, como discutido no item anterior.

A cor, o aroma e o sabor do mel são caracterizados pela origem botânica coletada pelas abelhas, podendo também apresentar variações dependendo do manejo adotado pelo apicultor,

em que os favos de mel da primeira safra apresentam cores mais claras do que em favos de ceras escuras (CRANE, 1985; EL-KAZAFY; SAMIR, 2007).

Essas semelhanças de algumas áreas e diversidade de outras também estão relacionadas à localização dos municípios, em uma região mais próxima ao lago de Itaipu e em outra mais afastada deste, bem como as características de paisagens de cada uma delas.

O índice de diversidade calculado por Tonelli (2019) e Tonelli et al. (2022), ao avaliar plantas apícolas de municípios localizados à beira lago de Itaipu e afastados deste, apresentou maior valor para a área amostrada de Santa Helena (BL), seguida pela área de Entre Rios do Oeste (AL), e menor diversidade nas amostras de Marechal Cândido Rondon (AL). Tendência semelhante foi observada por Camargo et al. (2014), com relação às áreas amostradas em levantamento florístico de SH (BL) e MCR (AL).

Com relação ao índice de similaridade, Tonelli (2019) e Tonelli et al. (2022) relataram que o menor valor foi observado entre as áreas amostradas de SH e MCR, e o maior entre ERO e SH. Referente à similaridade verificada na composição botânica entre ambos os municípios, ambos fizeram parte dos programas de reflorestamentos de toda a Bacia do Paraná 3, não só especificamente nas matas adjacentes ao rio Paraná, mas também em seus afluentes (ITAIPU, 2017).

Os valores dos índices avaliados por esses autores refletiram as paisagens predominantes em cada uma das áreas, uma vez que em SH e ERO predominam as áreas de mata ciliar, beira lago de Itaipu, e em MCR predominam as áreas agrícolas ou com pastagens.

Essa tendência observada nos levantamentos florísticos também se refletiu nas análises melissopalínológicas (MORAES, 2012; MORAES et al., 2019), com relação à diversidade de grãos de pólen presentes nos méis do município de Santa Helena (BL), como também com relação à presença dominante de tipos polínicos de plantas características da área de mata ciliar (BL), como a *Hovenia dulcis*, ou da área agrícola (AL), como *Glycine max*. como discutido anteriormente.

Com relação à coloração, também já foi discutido que alguns autores relataram que as amostras de coloração mais clara foram predominantes nos municípios beira lago, enquanto nos municípios afastados do lago predominaram amostras de colorações um pouco mais escuras (CAMARGO et al., 2014; MORAES et al., 2014; MORAES et al., 2019). Moraes (2012) e Moraes et al. (2019) relataram que nos méis classificados como branco ou extra âmbar claro, de SH, predominaram os grãos de pólen de *H. dulcis*, seguido pelo *Eucalyptus* sp., enquanto nos méis âmbar, de Terra Roxa, predominaram os grãos de pólen de *G. max*, seguido de *Mimosa scabrella*, planta apícola exótica, bastante plantada pelos apicultores na região.

Outro fator importante em relação à variação na coloração entre as safras e dentro da mesma safra é que a safra é considerada, geralmente, de setembro a abril, sendo que alguns apicultores fazem uma única coleta e outros fazem várias coletas, conseguindo separar méis mais específicos de determinadas floradas.

Arnhold (2016), referente à análise melissopalínológicas das amostras da safra 2014/2015, dessa mesma região, encontrou o tipo polínico *H. dulcis* somente nas amostras de mel BL como pólen acessório, discordando de outras pesquisas realizadas na região Oeste, como Sekine (2011), Moraes (2012) e Camargo (2014), que constataram a presença deste como pólen dominante. Este fato pode ser atribuído à época de extração do mel, pois, embora pelo levantamento florístico realizado por Camargo (2011), essa planta tenha apresentado florescimento espaçado em vários meses, em outros anos ela ocorre de forma concentrada em poucos meses e em outros praticamente não ocorre. Existe também uma grande dependência de fatores climáticos, tanto para a florada, como com relação ao consumo do mel depositado, em alguns períodos de seca ou excesso de chuvas.

Essa constituição botânica do mel reflete em sua composição e em suas características organolépticas, como a coloração. Além disso, também expressa as características fitogeográficas da região, uma vez que, para a reposição da mata ciliar das margens do lago de Itaipu e em toda a Bacia do Paraná 3, foi realizada a distribuição de cerca de 44 milhões de mudas ao longo de aproximadamente 15 anos, criando um ecossistema com vegetação peculiar, como, por exemplo, a predominância de leucena (*L. leucephala*), uva do Japão (*H. dulcis*), pitanga (*E. uniflora*), *Eucalyptus* sp., entre outras, além da presença marcante dos angicos, nativos da região, mas que foram mais propagados, principalmente do angico vermelho *P. rígida*.

Para a análise de agrupamentos por componentes principais de 169 amostras de méis de 2016 a 2018, foram utilizados 8 caracteres físico-químicos analisados: umidade, cor, pH, acidez, HMF, açúcares redutores, açúcares totais e sacarose (Figura 6).

Pelos resultados das estimativas de variância (autovalores) obtidos para as análises físico-químicas, observa-se que o primeiro grupo concentrou 76,93% do comportamento do conjunto de dados, sendo responsável por 97,45% da variação total. De acordo com Moreti et al. (2009), se numa análise de componentes principais os dois ou três primeiros componentes acumularem uma porcentagem relativamente alta da variação total, em geral mais de 70%, eles podem explicar a variabilidade manifestada entre variáveis avaliadas.

Marchini, Moreti e Otsuki (2005), em estudo com 17 características físico-químicas de mel de *Apis mellifera* no estado de São Paulo, obtiveram seis componentes principais, os quais

explicaram 70,11% da variação total das características. Entretanto, Moreti et al. (2009), em nove características do mel do Estado do Ceará, verificaram que apenas três componentes principais foram suficientes para explicar 76% da variação total das características.

As análises de componentes principais visaram classificar as amostras, analisadas em diferentes parâmetros, de acordo com as condições de proximidade ou não do lago e das diferentes safras. A Figura 6 mostra a projeção da análise, referente aos parâmetros avaliados nas safras de 2016/2017 e 2017/2018.

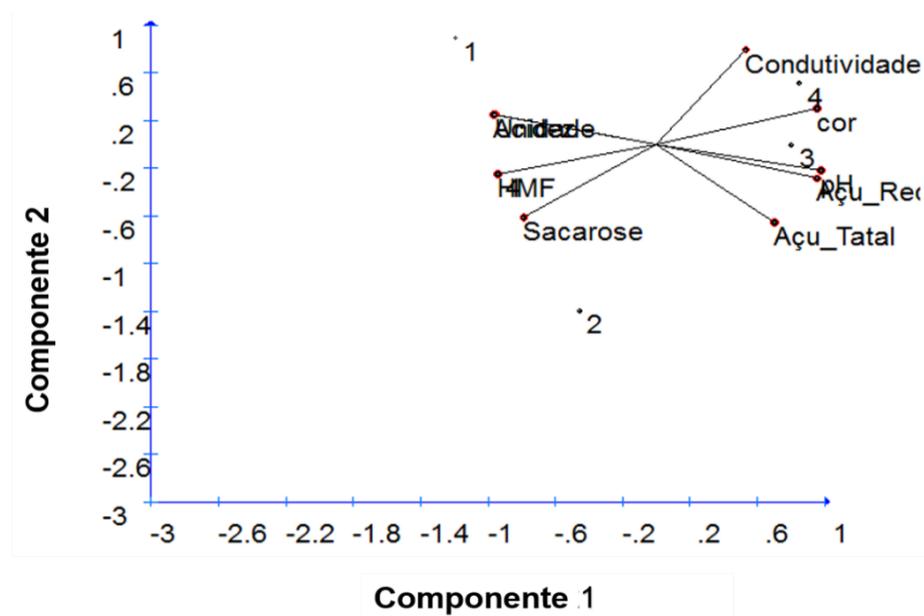


Figura 6. Projeção dos componentes principais 1 x 2 para 169 amostras de mel da Região Oeste de Paraná, do período de 2016 a 2018.

Os pontos 1, 2, 3 e 4 referem-se às condições de Beira lago e Afastado do lago (Locais) e às safras (Anos) de coleta, ou seja: número 1 (2016/2017 Beira Lago), 2 (2016/2017 Afastado do Lago), 3 (2017/2018 Afastado do lago) e 4 (2017/2018 Beira Lago). A diferença entre esses pontos foi avaliada refletindo-se no eixo dos componentes principais.

Os componentes indicam relações entre as variáveis. Componente 1 é baseado em um corte no sentido vertical sobre valor 0 do eixo X. O Componente 1 é uma associação linear entre as variáveis, atribuindo-se um peso para cada uma delas. A distância entre o ponto da variável (refletida na horizontal) e o ponto de intersecção de todas as variáveis (ponto 0 no eixo X), indicará o peso desta característica sobre o componente e a direção indicará o sentido da correlação. Os dois grupos formados indicaram que as variáveis agrupadas foram talvez mais

influenciadas pelas condições dos anos das safras do que pelos locais dos apiários (BL ou AL).

A variável HMF, por exemplo, está interferindo bastante no Componente 1 e puxando ele para trás (negativo), ou seja, os valores de HMF tiveram importância nas amostras da safra 2016/2017 de apiários beira lago-BL e afastados do lago-AL (pontos 1 e dois), provavelmente apresentando valores elevados. Assim, as demais variáveis agrupadas à esquerda (sacarose, umidade e acidez) também tiveram valores representativos nas condições dos pontos 1 e 2, ou seja, na safra de 2016/2017, nas amostras de méis de apiários AL e BL. Portanto, houve mais um efeito da safra sobre essas variáveis do que do local.

No ano 2, tanto AL como BL ficaram deslocados para frente, à direita do centro do eixo, pois para as características avaliadas que estão à frente (condutividade, cor, pH, açúcares redutores e açúcares totais), nas condições A2L1 e A2L2 (pontos 3 e 4) elas apresentaram valores maiores. Também houve um efeito maior da época do que dos locais.

Os dois grupos foram formados com mais influência dos locais do que dos anos das safras. As variáveis HMF, sacarose, açúcar total, açúcares redutores e pH tiveram valores representativos nas condições dos pontos 3 e 4, ou seja, nas amostras das regiões afastadas do lago, tanto na safra 2016/2017, como na safra 2017/2018.

Com relação ao grupo formado acima da linha, agruparam-se as características umidade, acidez, condutividade e cor, que estiveram mais associados às condições A1L1 e A2L1, ou seja, nas amostras dos apiários beira lago, tanto na safra 2016/2017, como na 2017/2018.

Os dois componentes juntos explicam 95% da variação encontrada nos valores das variáveis estudadas, indicando a confiabilidade na utilização desse tipo de análise de componentes principais.

A avaliação do comportamento das variáveis mostra que o Componente principal 1 tem correlação com os parâmetros físico-químicos de qualidade mais relevantes dos méis (pH e condutividade). As variáveis Açúcares redutores e totais estão dispostas em posições opostas comparado com a sacarose, dentro da projeção demonstrada (Figura 6). Além disso, é possível notar o comportamento comparativo entre as variáveis pH e acidez livre, o que confirma a existência de uma natureza inversamente proporcional entre tais parâmetros físico-químicos (LIRIO et al., 2015).

Galhardo et al. (2020), estudando amostras de mel dessa região em relação aos parâmetros físico-químicos, compostos bioativos e atividade antioxidante, discutiram que as amostras de mel dos municípios avaliados demonstraram grande similaridade entre eles, pela análise de agrupamento, utilizando-se a distância euclidiana média e o método UPGMA, formando 4 grupos. Dos quatro grupos formados, 76,63% das amostras se agruparam no Grupo

I, o que significa que as amostras de mel da região Oeste do Paraná apresentam grande semelhança em suas características físico-químicas.

Tendo em vista que os resultados destas análises, além do objetivo de pesquisa científica, também foram utilizados para controle de qualidade destes méis por parte dos produtores e da cooperativa que os comercializa, todos os resultados de cada safra foram repassados a eles. Em casos de amostras com valores acima do permitido na legislação, essa informação foi salientada à COOFAMEL e ao produtor, para que fossem investigadas as causas das alterações.

## 5. CONCLUSÕES

De acordo com as análises físico-químicas, as amostras de mel, de maneira geral, encontram-se dentro dos parâmetros recomendados pela legislação brasileira, demonstrando um padrão de qualidade durante todos esses anos de análises, dando segurança alimentar ao produto e respaldo à utilização do selo de Indicação de Procedência (IP), com relação a esse requisito do regulamento de uso, pelos apicultores com amostras avaliadas. Por meio do repasse dos resultados às associações e cooperativa de apicultores, os produtores que possuíam amostras fora das especificações da legislação foram orientados para correções no manejo.

Com relação à caracterização do mel da região, as análises laboratoriais e estatísticas realizadas revelaram similaridade entre as amostras em relação ao seu perfil físico-químico, para alguns parâmetros, ao longo do período avaliado. As cores predominantes em todos os anos de avaliação foram âmbar claro e âmbar extra claro. Por outro lado, algumas particularidades foram apontadas pelas mesmas análises estatísticas, com relação a ano e local, em alguns parâmetros, como o teor de cinzas.

Tanto estas semelhanças quanto as particularidades observadas nestas análises estão, provavelmente, relacionadas à origem botânica do mel e à composição do pasto apícola utilizados pelas abelhas em cada período, nas duas condições locais avaliadas.

Estas informações, complementadas pelas pesquisas que vêm sendo realizadas, sobre uso e ocupação do solo, levantamentos florísticos e análises melissopalínológicas, apontam um forte vínculo entre a composição do mel e as características fitogeográficas regionais, o que poderá respaldar a solicitação de uma Denominação de Origem ao produto.

## 6. REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO PARANÁ. Acordo Mercosul-EU valoriza produtos típicos paranaenses. 2019. Disponível em: <<http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=102961&tit=AcordoMercosul-Uniao-Europeia-valoriza-produtos-tipicos-paranaenses>> Acesso em 27/11/2019.
- ALMEIDA, A.M.M.; OLIVEIRA, M.B.S.; COSTA, J.G. et al. Antioxidant capacity, physicochemical and floral characterization of honeys from the northeast of Brazil. **Revista Virtual de Química**, v.8, n.1, p.57-77, 2016.
- ALVAREZ-SUAREZ, J.M.; GIAMPIERI, F.; BRENCIANI, A. *Apis mellifera* vs *Melipona beecheii* Cuban polyfloral honeys: a comparison based on their physicochemical parameters, chemical composition and biological properties. **Food Science and Technology**, v.87, p.272-279, 2018.
- ALVES, M.A.M.; MODESTA, R.C.D.; SILVA, A.L.S. Desenvolvimento do perfil sensorial de méis silvestres (*Apis mellifera*) de vários municípios do Estado de Alagoas. **Comunicado Técnico do MAPA**. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 15.ed. Washington, DC, 1990.
- 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. 84f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.
- AZONWADE, F.E.; PARAÍSO, A.; DOSSA, A. et al. Physicochemical characteristics and microbiological quality of honey produced in Benin. **Journal of Food Quality**, v.2018, 2018.
- BATH, P.K.; SINGH, N. A comparison between *Helianthus annuus* and *Eucalyptus lanceolatus* honeys. **Food Chemistry**, v.67, n.4, p.389-397, 1999.
- BOGDANOV, S. **Harmonized methods of the International Honey Commission**. International Honey Commission. International Honey Commission, p. 1-61, 2009.
- BOGDANOV, S.; MARTIN, P. Honey Authenticity: a Review. **Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchung und Hygiene**, v.93, p.1-20, 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução normativa 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. **Diário Oficial**, Brasília, 20 de outubro de 2000, Seção 1, p. 16-17.
- BUENO-COSTA, F.M.; ZAMBAZI, R.C.; BOHMER, B.W. et al. Antibacterial and antioxidant activity of honeys from the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Food Science and Technology**, v.65, p.333-340, 2016.

- BULIGON, C.; PEGORARO, N.; BERSCH, P. et al. An investigation into the fraudulent use of honey in northwestern Rio Grande do Sul. **Disciplinarum Scientia. Série: Ciências da Saúde**, v.16, n.2, p.213-220, 2015.
- CAMARGO, S.C. **Aplicação de um sistema de informações geográficas (SIG) no estudo da apicultura na região oeste do Paraná**. 2011. 72f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.
- CAMARGO, S.C.; GARCIA, R.C.; FEIDEN, A. Implementation of a geographic information system (GIS) for the planning of beekeeping in the West region of Paraná. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.86, n.2, p.955-971, 2014.
- CODEX ALIMENTARIUS. Revised codex standard for honey. **Standards and Standard Methods**, v.11, 2001.
- CRANE, E. **Constituintes e característica do mel**. In: CRANE, E. **O livro do mel**. Trad. Astrid Kleinert Giovane. São Paulo: Nobel, 1983.
- CRANE, E. **O livro do mel**. 1reimp. São Paulo: Nobel, 1985.
- CUNHA, F. **Mel de *Apis mellifera* como bioindicador de resíduos de pesticidas**. 2016. 61f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.
- DURSO, E.D.D. **A sustentabilidade e a ação coletiva que contribuem para a Indicação Geográfica do mel-Indicação de Procedência Oeste do Paraná**. 2018. 128f. Dissertação (Mestrado profissional) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2018.
- EL-KAZAFY, A.T.; SAMIR, Y.A. Effect of combs age on honey production and its physical and chemical properties. **Bulletin of the Entomological Society of Egypt**, v.11, p.9-18, 2007.
- FINOLA, M.S.; LASAGNO, M.C.; MARIOLI, J.M. Microbiological and chemical characterizations of honey from central Argentina. **Food Chemistry**, v.100, p.1649-1653, 2007.
- GALHARDO, D.; GARCIA, R.C.; SCHNEIDER, C.R. et al. Physicochemical, bioactive properties and antioxidant of *Apis mellifera* L. honey from Western Paraná, Southern Brazil. **Food Science and Technology**, v.40, p.1-7, 2020.
- GOIS, G.C.; LIMA, C.A.B.; SILVA, L.T. et al. Composição do mel de *Apis mellifera*: requisitos de qualidade. **Acta Veterinária Brasileira**, v.7, n.2, p.137-147, 2013.
- GOMES, P.W.P.; REIS, J.D.E.; SILVA, D.S.C. et al. A aplicação da técnica multivariada (PCA e HCA) em dados microbiológicos e físico-químicos de méis comercializados em Cachoeira do Ararí e Salvaterra – PA. **Scientia Plena**, v.13, n.6, p.1-13, 2017.
- GREGÓRIO, A. **Atividade antimicrobiana e características físico-químicas de amostras de mel de *Apis mellifera* de diferentes regiões do estado do Paraná**. 2017. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Ambiental) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

- HAIR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L. et al. **Análise multivariada de dados**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- HOLANDA-NETO, J.P.; PAIVA, C.S.; MELO, S.B. et al. Comportamento de abandono de abelhas africanizadas em apiários durante a entressafra, na região do Alto Oeste Potiguar, Brasil. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.11, n 2, p 72-85, 2015.
- INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL – INPI. **Revista da Propriedade Industrial**, nº 2426, 04 de julho de 2017. 42p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Volume 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 5.ed. 1.ed.digital. São Paulo: 2008. 1020p.
- KAST, C.; ROETSCHI, A. Evaluation of baker's yeast in honey using a real-time PCR assay. **Food Microbiology**, v.62, p.282-288, 2017.
- KADRI, S. M.; ZALUSKI, R.; OLIVEIRA, O. Nutritional and mineral contents of honey extracted by centrifugation and pressed processes. **Food Chemistry**, v.218, p.237-241, 2017.
- KARABAGIAS, L.K.; LOUPPIS, A.P.; KARABOURNIOTI, S. et al. Characterization and classification of commercial thyme honeys produced in specific Mediterranean countries according to geographical origin, using physicochemical parameter values and mineral content in combination with chemometrics. **European Food Research and Technology**, v.243, n.5, p.889-900, 2017.
- KLOSOWSKI, A.L.M. **Indicações geográficas e inovações da apicultura paranaense**. 2021. 330f. Tese (Doutorado em Políticas Públicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021.
- KUCHLA, M.; ARAÚJO, M.D.M.; SOARES, A.F. et al. Classification of Wild Honeys of Different Mesoregions from Paraná State, Brazil, by Principal Component Analysis. **Revista Virtual de Química**, v.7, n.6, 2015.
- LASCEVE, G.; GONNET, M. Analyse por radioactivation du contenu mineral d'un miel. Possibilité de préciser son origine. **Apidologie**, v.5, n.3, p.201-223, 1974.
- LEMONS, M.S.; VENTURIERI, G.C.; DANTAS-FILHO, H.A. et al. Evaluation of the physicochemical parameters and inorganic constituents of honeys from the Amazon region. **Journal of Apicultural Research**, v.57, n.1, p.1-10, 2017.
- LIRIO, F. C.; SANTOS BELLO, M.; MOURA, M.R.L. et al. Avaliação dos parâmetros físico-químicos e análise por componentes principais de méis silvestres produzidos e comercializados no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Infarma-Ciências Farmacêuticas**, v.27, n.3, 168-175, 2015.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 3.ed. Curitiba: Imprensa Oficial do Paraná, 2002. 440p.

- MACHADO DE-MELO, A.A.; ALMEIDA-MURADIAN, L.B.D.; SANCHO, M.T. et al. Composition and properties of *Apis mellifera* honey: A review. **Journal of Apicultural Research**, p. 1-33, 2018.
- MARCHINI, L.C.; SODRÉ, G.S.; MORETI, A.C.C.C. **Mel brasileiro**: composição e normas. Ribeirão Preto: A. S. Pinto, 2004. 111p.
- MARCHINI, L.C.; MORETI, A.C.C.C.; OTSUKI, I.P. Análise de agrupamento, com base na composição físico-química de amostras de mel produzidos por *Apis mellifera* L. no estado de São Paulo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.1, p.8-17, 2005.
- MARTÍNEZ, R.A.; SCHVEZOV, N.; BRUMOVSKY, L.A. et al. Influence of temperature and packaging type on quality parameters and antimicrobial properties during Yateí honey storage. **Food Science and Technology**, v.38, n.1, p.196-202, 2018.
- MORAES, F.J. **Caracterização físico-química e palinológica de amostras de mel de abelha africanizada dos municípios de Santa Helena e Terra Roxa (PR)**. 2012. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
- MORAES, F.J.; GARCIA, R. C.; CAMARGO, S.C. et al. Caracterização físico-química de amostras de mel de abelha africanizada dos municípios de Santa Helena e Terra Roxa (PR). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, p.1269-1275, 2014.
- MORAES, F. J.; GARCIA, R. C.; GALHARDO, D. et al. Pollen analysis of honey samples produced in the counties of Santa Helena and Terra Roxa, Western Region of Paraná, Southern Brazil. **Sociobiology**, v.66, n.2, p.327-338, 2019.
- MORAES, R. M.; TEIXEIRA, E. W. **Análises de mel** (manual técnico). Pindamonhangaba: SAA/AMA, 1998.
- MONIRUZZAMAN, M.; SULAIMAN, S.A.; AZLAN, S.A.M. et al. Two-year variations of phenolics, flavonoids and antioxidant contents in acacia honey. **Molecules**, v.18, n.12, p.14694-14710, 2013.
- MULUGETA, E.; ADDIS, W.; BENTI, L. et al. Physicochemical characterization and pesticide residue analysis of honey produced in West Shewa Zone, Oromia Region, Ethiopia. **American Journal of Applied Chemistry**, v.5, n.6, p.101-109, 2017.
- MORAES, F.J.; GARCIA, R.C.; VASCONCELOS, E. 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.
- MORETI, A.C.D.C.C.; SODRÉ, G.D.S.; MARCHINI, L.C. et al. Características físico-químicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L. do estado do Ceará, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.1, p.191-199, 2009.
- NASCIMENTO, K.S.; SATTLER, J.A.G.; MACEDO, L.F.L. et al. Phenolic compounds, antioxidant capacity and physicochemical properties of Brazilian *Apis mellifera* honeys.

- Food Science and Technology**, v.91, p.85-94, 2018.
- NICOLSON, S.W.; THORNBURG, R.W. Nectar chemistry. In: **Nectaries and nectar**. Springer, Dordrecht, 2007. p. 215-264.
- OBSERVATÓRIO TERRITORIAL. **Oeste do Paraná em números**. Foz do Iguaçu. 2018. Disponível em: < <https://osbrasil.org.br/parana-foz-do-iguacu/>>. Acesso em: 25/08/2020.
- ORTIZ, V.A. The ash content of 69 honey samples from La Alcarria and neighbouring areas, collected in the period 1985-87. **Cuadernos de Apicultura**, n.5, p.8-9, 1988.
- OSTROVSKI, D. Itaipu Binacional: Implantação, Reflexos Socioambientais e Territoriais. **Revista Percorso**, v.6, p.3-26, 2014.
- OYEYEMI, S. D.; KAYODE, J.; OWOLABI, M.O. Comparative Nutritional Studies on Honey Samples in Ado Ekiti, Ekiti State, Nigeria. **Donnish Journal of Medicinal Plant Research**, v.2, p.16-20, 2015.
- RACOWSKI, I.; SILVA, F.P.C.; TAKUSHI, D.T.T. et al. Ação antimicrobiana do mel em leite fermentado. **Revista Analytica**, v.30, p.115-117, 2007.
- RADTKE T.H. **Análise físico-química de mel de *Apis mellifera* do Oeste do Paraná – safra 2015-2016**. 2016. 33f. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon
- RESHMA, M.V.; SHYMA, S.; GEORGE, T.M. et al. Study on the physicochemical parameters, phenolic profile and antioxidant properties of Indian honey samples from extrafloral sources and multifloral sources. **International Food Research Journal**, v.23, n.5, p.2021-2028, 2016.
- RODRIGUES, E.A.G.; DURSO, E.D.; DA ROCHA, W.F. O potencial para indicação geográfica do mel na costa oeste do Paraná: estudo de caso da Cooperativa COOFAMEL. In: Seminário Internacional Sobre Desenvolvimento Regional do Rio Grande do Sul, VII, 2015, Santa Cruz do Sul. **Anais...** Santa Cruz do Sul: UNISC, 2015.
- SEEMANN, P.; NEIRA, M. **Tecnología de la producción apícola**. Valdivia: Universidad Austral de Chile/ Facultad de Ciencias Agrarias Empaste, 1988. 202p.
- SEKINE, E. S. **Flora apícola, caracterização físico-química e polínica de amostras de mel de *Apis mellifera* L., 1758 em apiários nos municípios de Ubiratã e Nova Aurora (PR)**. 2011. 57f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SILVA, P.M.; GAUCHE, C.; GONZAGA, L.V. et al. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. **Food chemistry**, v.196, p.309-323, 2016.
- SOLAYMAN, M.; ISLAM, M.; PAUL, S. et al. Physicochemical properties, minerals, trace elements, and heavy metals in honey of different origins: a comprehensive review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.15, n.1, p.219-233, 2016.

- SOUSA, J.M.B.; AQUINO, I. de S.; MAGNANI, M. et al. Aspectos físico-químicos e perfil sensorial de méis de abelhas sem ferrão da região do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.4, p.1765-1774, 2013.
- TAHA, E.K.A.; MANOSUR, H.M.; SHAWER, M.B. The relationship between comb age and the amounts of mineral elements in honey and wax. **Journal of Apicultural Research**, v.49, n.2, p.202-207, 2010.
- TONELLI, L.L. **Levantamento florístico nas estações experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná e no Refúgio Biológico de Santa Helena**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, .
- TONELLI, L.L.; GARCIA, R.C.; OLIVEIRA, R.B. et al. Levantamentos florísticos e sua importância para a produção de mel no Oeste Paranaense. **Ciência Florestal**, v.32, n.1, p.417-450, 2022.
- VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.
- VERMEULEN, L.; PELERENTS, C. Suiker, fosfor en ijzerhalte van Belgische Honing. **Medelingen Landbouwhogeschool Gent**, v.30, n.2, p.527-541, 1965.
- VIDAL, R.; FREGOSI, E.V. **Mel: características, análises físico-químicas, adulterações e transformações**. Barretos: Instituto Tecnológico Científico “Roberto Rios”, 1984. 95p.