

CHAPTER 1

PERFIL FÍSICO-QUÍMICO DE MÉIS DE ABELHAS *APIS MELLIFERA* L. PRODUZIDOS EM DIFERENTES AMBIENTES NO ESTADO DE PERNAMBUCO, NORDESTE DO BRASIL: UM ESTUDO PRELIMINAR

Submission date: 30/05/2024

Acceptance date: 01/07/2024

Larissa Márjory da Costa Silva

Centro Universitário Maurício de Nassau
(UNINASSAU)
Recife - PE
<https://orcid.org/0000-0002-5685-1598>

Helena Costa Marcucci

Centro Universitário Maurício de Nassau
(UNINASSAU)
Recife - PE
<https://orcid.org/0009-0008-2595-5846>

Carlos Henrique da Silva Mendes

Universidade Federal Rural de
Pernambuco (UFRPE)
Recife - PE
<https://orcid.org/0000-0003-3413-2020>

Victor Gurgel Pessoa

Universidade Federal Rural de
Pernambuco (UFRPE)
Recife - PE
<https://orcid.org/0000-0003-4845-9948>

André Carlos Silva Pimentel

Universidade Federal Rural de
Pernambuco (UFRPE)
Recife - PE
<https://orcid.org/0000-0002-0441-3449>

Gabriel Siqueira Tavares Fernandes

Universidade Federal Rural da Amazônia
(UFRA)
Belém - PA
<https://orcid.org/0000-0002-0781-1696>

Tomás Guilherme Pereira da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí (IFPI)
Paulistana - PI
<https://orcid.org/0000-0002-6115-5474>

RESUMO: Estudos que visam compreender o perfil do mel produzido em diferentes regiões geográficas e relacionar as características do produto às espécies vegetais visitadas pelas abelhas são fundamentais. Nesse contexto, objetivou-se investigar os parâmetros físico-químicos de méis de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) produzidos em ambientes com distintas espécies vegetais. Para tanto, foram coletadas 12 (doze) amostras de méis, obtidas diretamente de seis apicultores de diferentes municípios da Região Metropolitana do Recife, Zona da Mata e Sertão de Pernambuco. Os méis coletados foram analisados quanto as seguintes variáveis físico-químicas: pH, cor, acidez, condutividade elétrica, umidade e cinzas. Verificou-se que, apesar da variação nos parâmetros físico-químicos em função da espécie vegetal visitada pelas abelhas, os resultados obtidos indicam que os méis

podem ser considerados de boa qualidade, tornando-os próprios para consumo. Apenas o teor de umidade encontrou-se fora dos padrões na maioria dos méis avaliados (20,50%±0,20; 22,0%±0,22; 23,0%±0,18 e 23,35%±0,21 para os méis de cajueiro, melato de cana-de-açúcar, de eucalipto e de aroeira, respectivamente), com resultados acima do valor máximo permitido pela legislação brasileira, que é de 20%. Conclui-se que as amostras de méis avaliadas se apresentam dentro dos padrões de aceitação exigidos pela legislação para a maioria dos parâmetros considerados.

PALAVRAS-CHAVE: Apicultura; composição; florada apícola; Nordeste brasileiro; qualidade.

CHEMICAL PROFILE OF HONEY FROM BEES *APIS MELLIFERA* L. PRODUCED IN DIFFERENT ENVIRONMENTS IN THE STATE OF PERNAMBUCO, NORTHEAST BRAZIL: A PRELIMINARY STUDY

ABSTRACT: Studies that aim to understand the profile of honey produced in different geographic regions and relate the characteristics of the product to the plant species visited by bees are essential. In this context, the objective was to investigate the physicochemical parameters of honey from Africanized bees (*Apis mellifera* L.) produced in environments with different plant species. For this purpose, 12 (twelve) honey samples were collected, obtained directly from six beekeepers from different municipalities in the Metropolitan Region of Recife, Zona da Mata and Sertão de Pernambuco. The collected honeys were analyzed for the following physical-chemical variables: pH, color, acidity, electrical conductivity, humidity and ash. It was found that, despite the variation in physical-chemical parameters depending on the plant species visited by the bees, the results obtained indicate that the honeys can be considered of good quality, making them suitable for consumption. Only the moisture content was found to be outside the standards in most of the honeys evaluated (20.50%±0.20; 22.0%±0.22; 23.0%±0.18 and 23.35%±0.21 for cashew, sugarcane, eucalyptus and mastic honey, respectively), with results above the maximum value allowed by Brazilian legislation, which is 20%. It is concluded that the honey samples evaluated are within the acceptance standards required by legislation for most of the parameters considered.

KEYWORDS: Bee flora; beekeeping; composition; Northeast Brazil; quality.

INTRODUÇÃO

A criação racional de abelhas vem sendo desenvolvida como atividade econômica em praticamente todos os estados brasileiros, produzindo mel e outros produtos apícolas. O mel pode ser definido com um produto elaborado por abelhas melíferas, que utilizam o néctar das flores (mel floral), secreções provenientes de partes vivas de plantas ou ainda excreções de insetos que sugam plantas (mel de melato), sendo esses substratos recolhidos, transformados, combinados com substâncias específicas, armazenados e deixados em maturação nos favos da colmeia (BRASIL, 2000).

O mel é bastante utilizado no mundo inteiro em razão de suas variadas funcionalidades, dentre elas: capacidade anti-inflamatória, cicatrização de feridas cutâneas, combate a infecções bacterianas e fúngicas, além de tratamento de infecções urinárias por bactérias

como *Escherichia coli*, *Proteus species* e *Streptococcus faecalis*, que são sensíveis à atividade antibacteriana do mel (SOARES; AROUCHA, 2010). Em adição, destaca-se como alimento rico em vitaminas, minerais e energia (KUROISHI et al., 2012). Entre os anos de 2001 e 2004, notou-se crescimento considerável na apicultura nordestina, em função da alta demanda internacional, aliado a capacidade do setor de se desenvolver rapidamente devido a existência de tecnologia e abelhas muito produtivas.

Segundo Khan et al. (2014), a apicultura brasileira tem se expandido consideravelmente, tendo o mel como o principal produto. Cabe mencionar que fatores como condições climáticas, espécie da abelha, tipo floral visitado, processamento e armazenamento exercem influência sobre a composição físico-química e, por conseguinte, sobre a qualidade do mel produzido (SILVA et al., 2004). Diversos parâmetros físico-químicos vêm sendo utilizados na caracterização do mel. Nesse contexto, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) preconiza parâmetros de controle de qualidade estabelecidos por uma legislação própria, cujos padrões ou faixas de variação com valores considerados referência estão reportados na Instrução Normativa Nº 11, de 20 de outubro de 2000 (BRASIL, 2000). Por outro lado, não estão estipulados na legislação vigente padrões para variáveis como condutividade elétrica e teor de proteína bruta, por exemplo.

O estado de Pernambuco tem se destacado na apicultura nacional e apresenta grande potencial para crescimento dessa atividade econômica, tendo em vista, além de outros fatores, a diversidade de espécies vegetais que podem ser visitadas pelas abelhas, sendo essa flora apícola bastante variável, a depender da zona geográfica. Gomes et al. (2017), ao descreverem o perfil da atividade apícola na região da zona da mata sul de Pernambuco com ênfase na produção e qualidade dos méis produzidos, relataram que as amostras coletadas de apiários localizados em áreas de mangue, mata atlântica e região canavieira apresentaram qualidade satisfatória e estavam conforme o estabelecido pela legislação brasileira. Por outro lado, são necessários novos estudos a fim de comprovar a conformidade dos méis em outros momentos de coleta, com vistas à obtenção de respostas que comprovem ou não a constância do atendimento aos padrões físico-químicos necessários.

Em adição, o sertão Pernambucano apresenta características ambientais próprias, no que diz respeito a solo, clima e relevo, além de uma vegetação diversificada, com predomínio do bioma caatinga, fatores estes que propiciam a atividade apícola. Nesse sentido, a variabilidade das espécies vegetais que podem ser visitadas pelas abelhas pode interferir consideravelmente sobre as características dos méis produzidos, o que sinaliza a necessidade de investigações científicas que tracem o perfil dos méis oriundos dessa região. Objetivando-se realizar um levantamento das espécies vegetais visitadas por *Apis mellifera*, em áreas de Caatinga de municípios do sertão do estado de Pernambuco, Silva (2012), concluiu que existe riqueza florística na região, possivelmente pela conservação da vegetação nativa das áreas avaliadas.

Diante do exposto, hipotetizou-se que existem floras apícolas mais apropriadas para assegurar os parâmetros físico-químicos de méis coletados em diferentes regiões geográficas do estado de Pernambuco, fazendo com que esses produtos obedeçam aos padrões estabelecidos pelo MAPA e reportados em trabalhos científicos. Assim, a realização de análises de natureza física e química contribui para caracterização do produto e determinação da qualidade do mel produzido, que segue para o mercado e, conseqüentemente, chega até os consumidores finais. Estudos que visam compreender o perfil do mel produzido em diferentes regiões geográficas e relacionar as características do produto às espécies vegetais utilizadas pelas abelhas são fundamentais. Assim, objetivou-se investigar os parâmetros físico-químicos de méis de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) produzidos em ambientes com distintas espécies vegetais.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de méis de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) utilizadas na pesquisa (n=12) foram obtidas diretamente de seis apicultores de diferentes municípios da Região Metropolitana do Recife (municípios de Cabo de Santo Agostinho e Moreno) e Zona da Mata de Pernambuco (município de Escada), sendo estes elaborados predominantemente a partir de espécies vegetais ocorrentes em área de manguezal, área com eucalipto (*Eucalyptus* sp.) e com cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.); e de diferentes municípios do sertão do estado de Pernambuco (municípios de Ibimirim, Inajá e Trindade), sendo estes elaborados predominantemente a partir das floradas de algaroba (*Prosopis juliflora*), aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) e cajueiro (*Anacardium occidentale* L.). As amostras foram acondicionadas em frascos de vidro transparente, hermeticamente fechados e devidamente etiquetados com as informações do local de produção.

Os méis coletados foram conduzidos ao Laboratório de Nutrição Animal (LNA) do Departamento de Zootecnia (DZ) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), situado em Recife - PE, para realização das seguintes análises físico-químicas: pH, cor, acidez, condutividade elétrica, umidade e cinzas. Para determinação dos parâmetros físico-químicos foram utilizadas as metodologias preconizadas pela Instrução Normativa (IN nº 11/2000) do MAPA (BRASIL, 2000), além de metodologias recomendadas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para análise de umidade e cinzas das amostras, pesou-se 10g de cada amostra de mel e transferiu-se para cadinhos de porcelana previamente limpos, secos e pesados. As amostras foram então levadas para uma estufa de circulação forçada a 105°C durante 16h. Após isso, pesou-se novamente os cadinhos para avaliação da perda de água e os mesmos foram levados ao forno mufla a 600°C por 4h. Por fim, a amostra foi pesada novamente para avaliação do teor de cinzas.

Para determinação de pH, foram pesados 10g de mel e diluídos com 75mL de água destilada. Esta solução foi colocada num banho gelado até que a mistura atingisse a temperatura de 20°C (aferida com auxílio do termômetro digital). Posteriormente, o pH foi determinado por leitura direta com potenciômetro previamente calibrado. Com a mesma mistura, fez-se a leitura da amostra em um condutivímetro previamente calibrado. O valor de condutividade obtido foi multiplicado por 1,5 e os resultados apresentados em mS/cm.

Para análise de acidez, realizou-se preparo de soluções e padronização (solução de NaOH 0,1 mol/L). Para tanto, dissolveu-se 4,0g de hidróxido de sódio P.A. em água destilada e, em seguida, transferiu-se a massa previamente diluída para um balão volumétrico de 1000mL com a consequente aferição do volume com água destilada. Pesou-se em erlenmeyer aproximadamente 0,5g de biftalato de potássio pré-seco em estufa de 105°C por duas horas. Em seguida, adicionou-se 50mL de água destilada e homogeneizou-se o sistema até total dissolução do sólido. Adicionou-se ao recipiente 2 gotas de solução hidroalcoólica de fenolftaleína 1% (m/v) e então a mistura foi titulada com o NaOH preparado, até a viragem do sistema para coloração rósea. Ao fim do processo, utilizou-se o fator de correção a partir da seguinte fórmula:

$$F = (m/0.02042.V)$$

Onde m é a massa exata de hidróxido de sódio pesada e V é o volume de solução de NaOH gasto na titulação.

Para determinação da acidez, pesou-se 10g do mel em um béquer e adicionou-se 75mL de água destilada e então o sistema foi homogeneizado manualmente até total solubilização. O eletrodo de um potenciômetro previamente calibrado foi então inserido no béquer e o pH do sistema foi observado. Adicionou-se, com o auxílio de uma bureta, gota a gota do NaOH 0,1 mol/L padronizado com o sistema em constante agitação até o sistema atingir pH = 8,3. O cálculo da acidez do mel foi então realizado a partir da fórmula:

$$\text{Acidez (mEq/Kg)} = \text{Volume gasto (NaOH)} \times \text{fator de correção (NaOH)} \times 10$$

Quanto a análise da cor, pesou-se 1,0g do mel e dilui-se em 2,0mL de água destilada. Então o sistema foi deixado em repouso de 10 a 15 minutos. Em seguida, transferiu-se a mistura para uma cubeta de quarto limpa e a absorbância da amostra foi medida no comprimento de onda de 635nm (o branco para calibração do espectrofotômetro foi a glicerina). O valor de absorbância obtido foi convertido em mm Pfund a partir da fórmula abaixo e a faixa de coloração que se encontra o mel foi verificado pela tabela Pfund.

$$\text{mm Pfund} = (371,39 \times \text{Abs } 635 \text{ nm}) - 38,70$$

Com base nos resultados obtidos foi realizada avaliação comparativa entre os valores encontrados na pesquisa e aqueles reportados pela legislação vigente, a fim de se determinar a qualidade dos méis em função da flora apícola visitada pelas abelhas. Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva, com determinação da média e desvio padrão, utilizando-se o programa Microsoft Excel® 2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que os valores de pH dos méis coletados na Região Metropolitana do Recife e Zona da Mata de Pernambuco oscilaram entre 3,86 e 4,37 (valor médio de 4,05) (Tabela 1), mantendo-se na faixa considerada normal.

Parâmetro	Melato de cana-de-açúcar (n=2)	Mel do mangue (n=2)	Mel de eucalipto (n=2)
pH	3,91±0,04	4,37±0,05	3,86±0,05
Cor	Âmbar escuro	Âmbar	Âmbar escuro
Acidez (mEq/Kg)	31,9±1,09	29,1±0,85	41,6±0,97
Condutividade (mS/cm)	539,0±30,37	575,4±33,03	741,1±20,14
Umidade (%)	22,0±0,22	18,0±0,17	23,0±0,18
Cinzas (%)	0,25±0,04	0,36±0,04	0,33±0,06

Tabela 1 - Média e desvio padrão para características físico-químicas de méis produzidos a partir de diferentes espécies vegetais na Região Metropolitana do Recife e Zona da Mata de Pernambuco.

Com relação aos méis coletados no Sertão do estado, os valores de pH apresentaram variação de 4,06 a 4,49, cujo valor médio foi de 4,22 (Tabela 2).

Parâmetro	Mel de cajueiro (n=2)	Mel de aroeira (n=2)	Mel de algaroba (n=2)
pH	4,06±0,03	4,11±0,03	4,49±0,05
Cor	Âmbar	Âmbar	Âmbar claro
Acidez (mEq/Kg)	23,9±1,03	29,5±1,05	27,6±0,98
Condutividade (mS/cm)	714,0±18,89	546,0±29,98	555,2±18,14
Umidade (%)	20,50±0,20	23,35±0,21	19,98±0,17
Cinzas (%)	0,39±0,07	0,32±0,07	0,31±0,04

Tabela 2 - Média e desvio padrão para características físico-químicas de méis produzidos a partir de espécies vegetais do sertão Pernambucano.

De acordo com Leal et al. (2001), o mel é naturalmente ácido, estando o pH compreendido entre 3,3 e 4,6, sendo a variação dos ácidos orgânicos causada pelas diversas fontes de néctar, as diferenças na composição do solo ou a associação de espécies vegetais os fatores responsáveis pela flutuação desse parâmetro (ABADIO FINCO et al., 2010). Um indício da ocorrência de fermentação ou adulteração dos méis seria a alteração desses valores. Assim, o pH serve como parâmetro auxiliar na análise de controle de qualidade do mel (LEAL et al., 2001).

A coloração do mel pode variar significativamente em função da florada, embora algumas possíveis reações enzimáticas, o armazenamento prolongado, a luz, o aquecimento e o processo de colheita também possam escurecer o mel (CRANE, 1983; MARCHINI et al., 2005). O MAPA (BRASIL, 2000) estabelece como padrão aceitável que o mel apresente coloração de levemente amarelada à castanho escuro. Portanto, as amostras colhidas para esse estudo se mantiveram dentro dos padrões exigidos pela legislação, entre as cores âmbar e âmbar escuro (Tabelas 1 e 2). Segundo Bastos de Maria; Moreira (2003), os méis de néctar têm coloração variada, desde quase transparente até o marrom escuro. A cor escura não indica que o mel seja de qualidade duvidosa, ao contrário, são méis ricos em elementos minerais e substâncias essenciais. No mercado em geral, o mel é julgado por sua cor, sendo que os mais claros alcançam preços mais altos em relação aos escuros (CRANE, 1983).

As variações obtidas neste quesito foram de 29,1 a 41,6 (Tabela 1) e de 23,9 a 29,5 (Tabela 2), demonstrando que os méis se enquadraram nas recomendações de qualidade mencionadas pela legislação brasileira. O MAPA (BRASIL, 2000) estabelece que esses valores se apresentem até o limite máximo de 60 Meq/kg de acidez para o mel de abelha. A acidez é importante para manter a estabilidade e reduzir os riscos de desenvolvimento de microrganismos, mas pode influenciar diretamente no sabor do mel. O responsável pela acidez natural do mel, é o ácido glucônico, produzido através da enzima glicose-oxidase, que continua agindo mesmo após o processamento do mel, durante seu armazenamento (ALVES et al., 2005). A acidez pode ser determinada pela oscilação dos ácidos orgânicos originados pelas diferentes fontes de néctar coletadas pelas abelhas (ROOT, 1985; OLIVEIRA; SANTOS, 2011). Adicionalmente, fatores como a concentração de íons inorgânicos presentes na composição (fosfato e cloreto, por exemplo) podem alterar a acidez do mel (WHITE JÚNIOR, 1978). Os valores de pH e acidez, assim como a cor das amostras de méis utilizadas no presente estudo, estão condizentes com os resultados reportados por Gomes et al. (2017), que avaliaram a produção e qualidade do mel produzido na Zona da Mata do estado de Pernambuco.

Segundo Alves et al. (2005), a condutividade elétrica não configura uma variável exigida pela legislação brasileira, mas é considerada um bom critério para determinação botânica do mel e atualmente substitui a análise de teor de cinzas, pois essa medição é diretamente proporcional ao teor de minerais do mel. A condutividade elétrica representa uma propriedade intimamente relacionada com a concentração de sais minerais, ácidos orgânicos e proteínas (BRASIL, 2000).

Os teores de umidade obtidos nas amostras variaram de 18 a 23,35% (Tabelas 1 e 2). No entanto, o MAPA (BRASIL, 2000) admite um valor máximo de 20%, sendo a margem ideal entre 17 e 18%. Os únicos méis que atenderam aos requisitos legais nesse aspecto analisado foram o do Mangue e o de Algaroba. Segundo Marchini et al. (2005), uma das possíveis razões para os valores de umidade se apresentarem acima do permitido é a colheita do mel oriundo de favos não operculados ou ainda período e/ou condições de armazenamento inadequados, podendo o mel ter absorvido umidade do ambiente. A umidade é importante para manter a fluidez do mel, bem como sua viscosidade. No entanto, em altos teores pode diminuir seu tempo de prateleira, favorecendo a fermentação do produto (CAVIA et al., 2002). Assim, para a manutenção de um baixo teor de umidade deve-se adotar boas práticas de produção, do apiário até o processamento (extração, decantação, homogeneização e envase).

A análise das cinzas é uma variável que pode determinar possíveis irregularidades no mel, como não filtração no processo final de retirada do mel pelo apicultor, além de falta de higiene durante sua manipulação (EVANGELISTA-RODRIGUES et al., 2005). O máximo de cinzas permitido pela legislação brasileira é de 0,6%, tolerando no mel de melato e suas misturas com mel floral até 1,2% (BRASIL, 2000). Sendo assim, as amostras analisadas se mantiveram ainda distantes do máximo de cinzas permitido (Tabelas 1 e 2). Os elementos minerais encontram-se em baixa quantidade no mel, mas influenciam na sua coloração, estando em maior concentração nos méis escuros (BOGDANOV et al., 1997). A sua concentração pode ser alterada em função de diversos fatores como a origem floral, região, espécie de abelhas e tipo de manejo.

A variação que pode ser observada nos parâmetros estudados neste trabalho pode estar relacionada ao tipo de néctar que as abelhas utilizaram para produzir o mel. De acordo com Damasia-Gomes et al. (2015), as análises de natureza físico-químicas em amostras de méis são fundamentais para garantir ao consumidor a qualidade do produto adquirido, assim como respaldar o apicultor em relação a excelência do produto por ele comercializado. Além disso, a caracterização do perfil físico-químico de méis contribui com a fiscalização dos produtos importados e com o controle da qualidade do mel produzido no país (SANTOS et al., 2011).

CONCLUSÃO

As amostras de méis oriundas dos diferentes apiários analisados apresentam qualidade e estão dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira, para a maioria dos parâmetros considerados. Nesse contexto, é possível inferir que o controle de qualidade, as técnicas de manejo e o processamento estão sendo executados adequadamente, visando atender aos requisitos necessários à comercialização e consumo do mel.

No entanto, o parâmetro de umidade dos méis foi o único que não atendeu aos padrões exigidos pela legislação brasileira, ficando acima do valor permitido na maioria dos méis analisados, podendo ter ocorrido uma possível falha durante a extração do mel, o que indica a necessidade de maiores cuidados durante essa etapa, a fim de evitar alteração na qualidade do produto. Adicionalmente, sugere-se que estudos futuros analisem a composição físico-química dos méis em distintos momentos do ano, envolvendo maior número de amostras, com vistas a obtenção de informações mais robustas e que melhor caracterizem os méis das regiões geográficas em estudo.

REFERÊNCIAS

- ABADIO FINCO, F. D. B.; MOURA, L. L.; SILVA, I. G. Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. **Food Science and Technology**, v. 30, n. 3, p. 706-712, 2010.
- ALVES, R. M. O.; CARVALHO, C. A. L.; SOUZA, B. A.; SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C. Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith (Hymenoptera: apidae). **Food Science and Technology**, v. 25, n. 4, p. 644-650, 2005.
- BASTOS DE MARIA, C. A.; MOREIRA, R. F. A. Volatile compounds in floral honeys. **Química Nova**, v. 26, n. 1, p. 90-96, 2003.
- BOGDANOV, S.; MARTIN, P.; LÜLLMANN, C.; BORNECK, R.; FLAMINI, C.; MORLOT, M.; HERETIER, J.; VORWOHL, G.; RUSSMANN, H.; PERSANO-ODDO, L.; SABATINI, A. G.; MARCAZZAN, G. L.; MARIOLEAS, P.; TSIGOURI, K.; KERKVLIT, J.; ORTIZ, A.; IVANOV, T. Harmonized Methods of the European Honey. **Apidologie**, p. 1-59, 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000**. Regulamento Técnico de identidade e qualidade do mel. Diário Oficial da União.
- CAVIA, M. M.; FERNÁNDES-MUIÑO, M. A.; GÓMEZ-ALONSO, E.; MONTES-PÉREZ, M. J.; HUIDOBRO, J. F.; SANCHO, M. T. Evolution of fructose and glucose in honey over one year: influence of induced granulation. **Food Chemistry**, v. 78, n. 2, p. 157-161, 2002.
- CRANE E. **O livro do mel**. 2ªed., São Paulo: Nobel, 1983
- DAMASIA-GOMES, L.; FALEIRO, K. M.; SANTOS, S. O.; GUIMARÃES, L. E.; SILVA-NETO, C. M. Physical-chemical characteristics of honey on Brazil. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, p. 670-682, 2015.
- EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; SILVA, E. M. S.; BESERRA, E. M. F.; RODRIGUES, M. L. Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em duas regiões no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p. 1166-1171, 2005.
- GOMES, R. V. R. S.; MIRANDA, M. E.; GOMES, E. N.; SOMBRA, D. S.; SILVA, J. B. A. Produção e qualidade de mel na zona da mata de Pernambuco. **Enciclopédia Biosfera**, v. 14, n. 26, p. 539-549, 2017.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 1ª ed., São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

KHAN, A. S.; VIDAL, M. F.; LIMA, P. V. P. S.; BRAINER, M. S. C. P. **Perfil da apicultura no Nordeste brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2014.

KUROISHI, A. M.; QUEIROZ, M. B.; ALMEIDA, M. M. QUAST, L. B. Avaliação da cristalização de mel utilizando parâmetros de cor e atividade de água. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 1, p. 84-91, 2012.

LEAL, V. M.; SILVA, M. H.; JESUS, N. M. 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, 2001.

MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. C.; OTSUK, I. P. Análise de agrupamento, com base na composição físico-química, de amostras de méis produzidos por *Apis mellifera* L. no Estado de São Paulo. **Food Science and Technology**, v. 25, n. 1, p. 8-17, 2005.

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C. Análise físico-química de méis de abelhas africanizada e nativa. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 2, p. 132-138, 2011.

ROOT, A. I. **ABC y xyz de la apicultura: enciclopedia de La cria científica y práctica de las abejas**. Buenos Aires: Editorial Hemisfério Sur, 1985.

SANTOS, D. C.; OLIVEIRA, E. N. A.; MARTINS, J. N. Caracterização físico-química de méis comercializados no município de Aracati-CE. **Acta Veterinária Brasileira**, v. 5, n. 2, p. 158-162, 2011.

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

SILVA, C. S. R. **Origem botânica e produção de méis de municípios do sertão central do estado de Pernambuco**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina.

SOARES, K. M. P.; AROUCHA, E. M. M. Características e propriedades inerentes ao mel. **PUBVET**, v. 4, n.9, p. 1-13, 2010.

WHITE JÚNIOR, J. W. Honey. **Advances in Food Research**, v. 22, p. 287-374, 1978.