

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS-
PPGSA**

WESLEY CRISPIM RAMALHO

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E DETERMINAÇÃO
DE COMPOSTOS FENÓLICOS DO MEL E DO PÓLEN APÍCOLA DA ABELHA
APÍIS MELLIFERA COMERCIALIZADOS NO SERTÃO PARAIBANO**

SOUSA/PB

2018

WESLEY CRISPIM RAMALHO

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E DETERMINAÇÃO
DE COMPOSTOS FENÓLICOS DO MEL E DO PÓLEN APÍCOLA DA ABELHA
APÍIS MELLIFERA COMERCIALIZADOS NO SERTÃO PARAIBANO**

Artigo apresentado como trabalho final de Mestrado, do Programa de Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais, da Universidade Federal de Campina Grande, *campus* Pombal, sob orientação do Prof. Dr. Patrício Borges Maracajá

SOUSA-PB

2018

C928a Ramalho, Wesley Crispim.

Análise Físico-química, atividade antioxidante e determinação de composto fenólicos do mel e do pólen apícola da abelha *Apis Mellifera* comercializado no sertão paraibano /Wesley Ramalho Crispim. – Sousa, 2018.
32f.

Artigo (Mestrado em sistemas Agroindustriais). – Universidade Federal de Campina Grande- UFCG. Pró-Reitoria de Pós-Graduação.

Bibliografia. f. 32. il.

1. Índice de Qualidade – Artigo. 2. Atividade Antioxidante.
3. Compostos Fenólicos. Título.

PB/UFCG

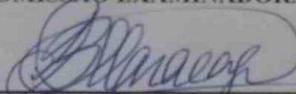
CDU:658.562.4(045)

“ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS MEL E DO PÓLEN APÍCOLA DA ABELHA *Apis mellifera* COMERCIALIZADOS NO SERTÃO PARAIBANO”

Defesa de Trabalho Final de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M. Sc.) em Sistemas Agroindustriais.

Aprovada em 14, 10, 18

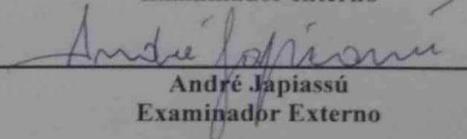
COMISSÃO EXAMINADORA



Patrício Borges Maracajá
Orientadora



Aline Costa Ferreira
Examinador Interno



André Japiassú
Examinador Externo

POMBAL-PB
OUTUBRO - 2018

RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar a qualidade físico-química, atividade antioxidante e determinação de compostos fenólicos do mel e do pólen da abelha *Apis mellifera* comercializados em uma casa especializada na venda de produtos apícolas no sertão paraibano. O trabalho foi desenvolvido a partir de amostras adquiridas na cidade de São João do Rio do Peixe, Paraíba, Brazil, e encaminhadas ao Laboratório de Físico-química dos Alimentos, do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Paraíba (IFPB) - *Campus Sousa*. No laboratório foram feitas as análises físico-químicas, tais como atividade de água (a_w), umidade, sólidos totais, cinzas, proteínas, lipídeos, açúcares redutores, açúcares não redutores, açúcares totais, pH, acidez livre, sólidos solúveis totais (SST), carboidratos por diferença e valor calórico, bem como o teor de compostos fenólicos totais, determinados através do método espectrofotométrico de *Folin-Ciocalteu*, utilizando o ácido gálico como referência, conforme metodologia descrita por Singleton e Rossi (1965) e Nóbrega *et al.* (2014); e atividade antioxidante dos extratos aquosos do mel e do extrato etanólico do pólen determinado através do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), conforme metodologia adaptada de Brand-Williams; Cuvelier e Berset (1995) e Duarte-Almeida *et al.* (2006). As amostras analisadas encontram-se em conformidade com a legislação, com exceção de duas características: os açúcares redutores para o mel com média de 44,34% (65%), e a acidez livre para o pólen média de 352,84 mEq/Kg (300 mEq/Kg). Tanto a capacidade da atividade antioxidante como a quantidade de compostos fenólicos totais observados para as amostras de pólen foram superior aos ressaltados nas amostras de méis.

Palavras-chave: Índice de qualidade. Atividade antioxidante. Compostos Fenólicos.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the physico-chemical quality, antioxidant activity and determination of phenolic compounds of honey and pollen of the *Apis mellifera* bee marketed in a store specialized in the sale of bee products in Sertão da Paraíba. The research was developed from samples acquired in the city of São João do Rio do Peixe, Paraíba, Brazil, and sent to Laboratório de Físico-química dos Alimentos (Laboratory of Physical Chemistry of Food) of Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Paraíba (IFPB) - *Campus Sousa*. In the laboratory, one performed the physicochemical analyzes, such as water activity (a_w), moisture, total solids, ashes, proteins, lipids, reducing sugars, non-reducing sugars, total sugars, pH, free acidity, total soluble solids (TSS), carbohydrates by difference and caloric value, as well as the content of total phenolic compounds, determined by the Folin-Ciocalteu spectrophotometric method, using gallic acid as reference, according to the methodology described by Singleton and Rossi (1965) and Nóbrega *et al.* (2014); and antioxidant activity of aqueous extracts of honey and the ethanolic extract of pollen determined by the free radical DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), according to the methodology adapted from Brand-Williams; Cuvelier and Berset (1995) and Duarte-Almeida *et al.* (2006). The analyzed samples are in compliance with the legislation, except for two characteristics: reducing sugars for honey with an average of 44.34% (65%), and the free acidity for the pollen with an average of 352.84 mEq / Kg (300 mEq / kg). Both the antioxidant activity capacity and the amount of total phenolic compounds observed for the pollen samples were higher than those highlighted in the honey samples.

Key words: Quality index. Antioxidant activity. Phenolic Compounds

1 INTRODUÇÃO

Quando se trata de produtos apícolas para alimentação humana, o mel e o pólen se destacam por seus valores energéticos e proteico respectivamente, apresentando-se como produtos naturais de valor nutricional com importantes valores comerciais, atualmente a procura por produtos apícolas vem aumentando no Brasil e no mundo devido ao mercado favorável ao consumo por esses produtos naturais com propriedades funcionais e/ou nutritivas complementares à dieta ou com efeitos terapêuticos (JACOB, 2014; FERREIRA, 2012; MARTINS, 2010).

O mel de abelha é um produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas de plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, apresentando um grande valor nutritivo, definido como uma mistura complexa de açúcares, proteínas, minerais, vitaminas e compostos fenólicos e de alta aceitabilidade por parte do consumidor, principalmente por ser considerado um produto terapêutico benéfico à saúde e com alto valor biológico, cuja qualidade e composição físico-química variam notadamente dependendo da flora visitada, das condições climáticas e edafológicas da região onde forem produzidos e essas características físico-químicas são utilizadas no sentido de fornecer informações que possam contribuir para o conhecimento do produto, para o mel de *Apis mellifera* existem especificações próprias para o controle de qualidade, tanto no âmbito nacional (BRASIL, 2000) como internacional (CODEX ALIMENTARIUS, 2001) (SOUSA *et al.*, 2018; ARAÚJO, 2014; FILHO; SOREANO; SIENA, 2012; FILHO *et al.*, 2011).

O pólen apícola é o resultado da aglutinação do pólen das flores, realizada pelas abelhas operárias, envolvendo néctar e suas substâncias salivares, o qual é recolhido no ingresso da colmeia (BRASIL, 2001). Um produto característico das flores de angiospermas, do qual é coletado pelas abelhas nas anteras, utilizado na colmeia como fonte de proteína, sendo essencial para o desenvolvimento das larvas e dos adultos, designado apenas como “pólen apícola”, quando mantido em sua forma original, ou como “pólen apícola desidratado”, quando submetido ao processo de secagem em temperatura não superior a 42°C e a sua composição química e nutricional, assim como no mel é variável e depende da origem floral (MELO *et al.*, 2018; ALVES, 2013; ALMEIDA *et al.*, 2012; BRASIL, 2001).

O pólen pode ser usado na dieta humana e vem sendo implementado na alimentação como forma de suplementação alimentar devido a sua importância nutricional e reconhecida por ser uma fonte proteica, apresentando também carboidratos, lipídeos e minerais, vitaminas

antioxidantes e ainda as vitaminas D e do complexo B em sua composição e muitos benefícios são atribuídos ao seu consumo o que resulta em equilíbrio funcional, deve assim, atender os critérios de qualidade e certificações antes da comercialização, aumentando a necessidade no controle de qualidade quanto às características físico-químicas e microbiológicas, além de sua utilidade como suplemento alimentício o pólen é usado em outros setores, seja: na farmacologia, cosmética, alimentos, na atividade apícola como alimento para as abelhas em período de estiagem e no monitoramento da poluição ambiental (JACB, 2014; ALMEIDA *et al.*, 2012; FERREIRA, 2012).

Um grande foco na realização da pesquisa sobre a ação terapêutica do pólen apícola e do mel está na sua capacidade antioxidante, a presença de um grupo de fenólicos caracterizam o mel e o pólen apícola como um alimento funcional, pois confere ação antioxidante, sabe-se que essas substâncias desempenham sua função na inibição dos radicais livres, resultantes do metabolismo celular, desempenhando papel importante na preservação de alimentos e na saúde humana ao combater os danos causados por agentes oxidantes, reduzindo o risco de doença cardíaca, câncer, declínio do sistema imunológico, catarata, diferentes processos inflamatórios, dentre outros e tem motivado o interesse pela análise destes compostos em diversos produtos alimentares que neutralizam radicais livres produzidos a partir da atividade metabólica do organismo humano (FRASSON *et al.*, 2017; SOUZA, 2014; ARAUJO, 2014; CLEBER *et al.*, 2012).

Na tentativa de amenizar os efeitos prejudiciais causados pelos radicais livres, diversas alternativas nutricionais veem sendo surgidos para reduzir o estresse oxidativo, diferentes estudos têm proposto a suplementação de compostos antioxidantes na dieta, popularizadas como suplementações antioxidantes o que normalmente se refere à utilização isolada de vitaminas e minerais. Estas alternativas têm como objetivo atenuar o estresse oxidativo induzido tanto em processos patológicos, quanto pelo exercício físico e, quando possível, melhorar a saúde ou até o desempenho atlético que podem ser empregados nas indústrias de alimentos (CRUZAT, 2007; RODRIGUES, 2003).

Nessa perspectiva o mel e o pólen apícola podem ser um suplemento alimentar que atenda às necessidades das dietas antioxidantes, pois, ultimamente veem recebendo um incremento no consumo comercial, decorrente principalmente da comprovação científica de suas diversas propriedades benéfica à saúde e devido a sua composição, nos últimos anos, alguns estudos têm evidenciado a sua capacidade antioxidante com diversos relatos apontando os ácidos fenólicos e flavonoides como os principais responsáveis pelo efeito antioxidante do mel e do pólen, embora não sejam os únicos (LIRA, 2014; RIBEIRO, 2015; DE ANDRADE,

2012).

Visando avançar no conhecimento sobre a qualidade físico-química e as propriedades funcionais dos produtos apícolas vendidos a população. Esse trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química, atividade antioxidante e determinação de compostos fenólicos do mel e do pólen da abelha *Apis mellifera* comercializados em uma casa especializada na venda de produtos apícolas no sertão paraibano.

2 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido a partir de amostras de mel e de pólen apícola fresco da *Apis mellífera* L (Figura 1). Adquiridos em uma casa especializada em produtos apícolas na cidade de São João do Rio do Peixe, Paraíba, Brasil. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Físico-química dos alimentos, no Instituto Federal de 'Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) - *campus* Sousa. Após o recebimento as amostras foram mantidas em suas respectivas embalagens e armazenadas em temperatura ambiente (25°C) até seu preparo e procedência das análises.

O mel e pólen foram submetidos às análises de parâmetros físico-químicos (atividade de água, umidade, sólidos totais, cinzas, proteínas, lipídeos, açúcares redutores, açúcares não redutores, açúcares totais, pH, acidez livre, sólidos solúveis totais, carboidratos e valor calórico), colorimétricas e propriedades funcionais (compostos fenólicos e atividade antioxidante). Os resultados das análises foram expressos através da média e desvio padrão.

Figura 1- Amostras de Pólen e mel



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

2.1 PREPARO DAS AMOSTRAS

O mel antes das análises passou por homogeneização em sua própria embalagem. O pólen fresco foi previamente homogeneizado em seu recipiente e em seguida macerado com auxílio do almofariz e pistilo (Figura 2A) para a avaliação da caracterização. Na (Figura 2B) consta a representação do pólen macerado e o mel logo após homogeneização, respectivamente.

Figura 2- Preparo das amostras do pólen e mel



A: Maceração do pólen e B: Pólen macerado e mel.

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

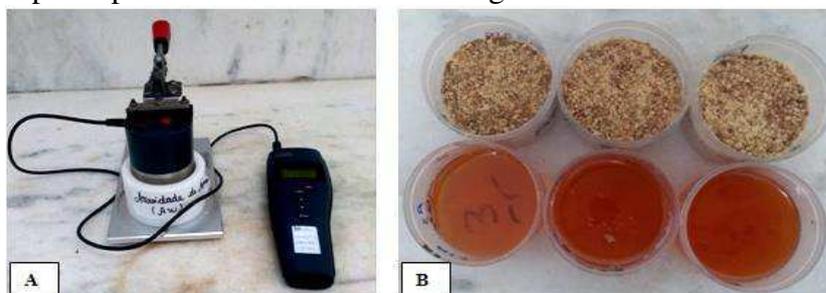
2.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICAS DO MEL E PÓLEN

As análises físico-químicas do mel e pólen, tais como atividade de água (a_w), umidade, sólidos totais, cinzas, proteínas, lipídeos, açúcares redutores, açúcares não redutores, açúcares totais, pH, acidez livre, sólidos solúveis totais (SST), carboidratos por diferença e valor calórico, foram executadas em triplicatas de três amostras, conforme metodologia preconizada pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

2.2.1 Atividade de água (a_w)

A determinação da atividade de água (a_w) foi efetuada com o uso do analisador de atividade de água (Figura 3A) marca Rotronic, modelo HygroPalm. A análise foi realizada a partir da adição de 5,0 gramas de mel e pólen em cápsula circular de acrílico (Figura 3B) que foi acoplada ao aparelho, realizando a leitura automaticamente até alcançar a estabilização e equilíbrio da umidade relativa.

Figura 3- Mel e pólen para análise de atividade de água



A: Analisador de atividade de água e B: Amostras de mel e pólen nas cápsulas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

2.2.2 Umidade

O teor de umidade no mel e pólen foi determinado pesando-se aproximadamente 2,0 g de cada amostra em cápsula de porcelana previamente taradas, secas e devidamente codificadas, colocadas em estufa com circulação e renovação de ar da marca Marconi, modelo MA-033 a 105°C por 24 horas. A umidade foi calculada através da Equação 1.

$$\%Um = \frac{100 \times n}{P} \quad (1)$$

Onde: Um= umidade; n= número de g da perda de massa e P= peso inicial em g da amostra.

2.2.3 Sólidos totais (ST)

A análise de sólidos totais foi realizada pela diferença entre o resultado obtido para umidade diminuído por 100, conforme Equação 2.

$$\%ST = 100 - UM \quad (2)$$

Onde: ST= sólidos totais e Um= umidade.

2.2.4 Cinzas ou Resíduo Mineral Fixo

Pesou-se aproximadamente 5,0 g de cada amostra de mel e pólen em cadinhos de porcelana previamente tarados e secos, sendo os mesmos colocados para carbonização a 220°C na chapa aquecedora, marca Marconi, modelo MA-038. Após esse procedimento foi incinerado a 550°C em forno mufla, marca Marconi, modelo MA-385, o processo persistiu a incineração da matéria orgânica presente e mudança de cor da amostra para branca acinzentada. Os valores obtidos foram aplicados na Equação 3.

$$\%RMF = \frac{100 \times n}{P} \quad (3)$$

Onde: RMF= resíduo mineral fixo; n: número de cinzas e P= n° de g da amostra.

2.2.5 Proteínas

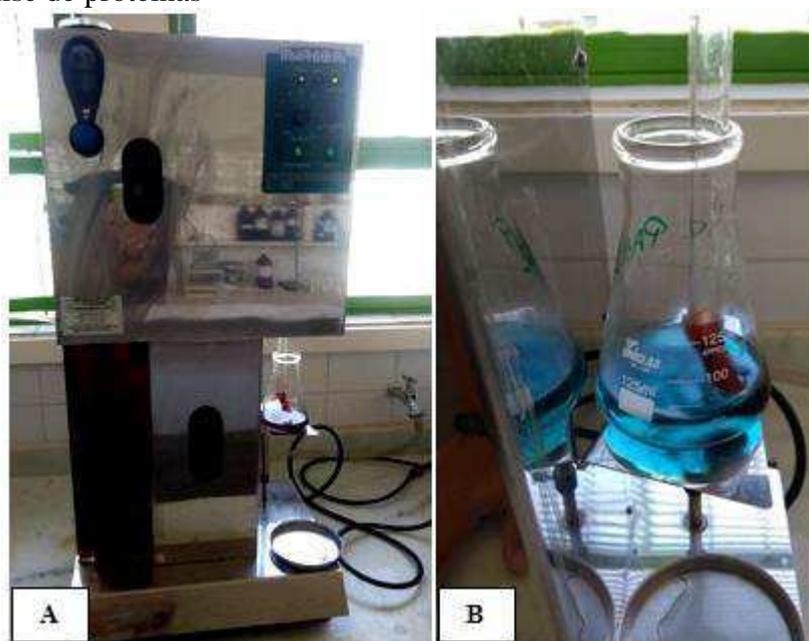
A determinação de proteínas foi realizada pelo processo de digestão de Kjeldahl, que determinou o teor de nitrogênio total e utilizou-se o fator de conversão 6,25 para transformar em percentual de proteínas. Esse método constituiu em três etapas: A primeira foi a digestão, no Bloco Digestor Marconi, modelo MA-4025, no qual pesou-se 0,5 g de cada amostra de mel

e pólen, adicionando-se logo em seguida a mistura catalítica e digerindo-se com 10 ml de ácido sulfúrico (P.A). Na segunda etapa ocorre a destilação das amostras no destilador de nitrogênio Marconi, modelo MA-036 (Figura 4A), no qual as amostras liberaram-se a amônia pela reação que ocorreu com adição de hidróxido de sódio 0,1 N, sendo a amônia fixada na solução de ácido bórico (0,2%) (Figura 4B). Em seguida tais amostras foram tituladas com ácido clorídrico 0,1 N, consistindo na terceira etapa. No final os resultados foram calculados através da Equação 4.

$$\% \text{Proteínas} = \frac{V \times 0,14 \times F}{P} \quad (4)$$

Onde: V= volume da titulação com ácido clorídrico; F: fator de conversão e P: peso da amostra.

Figura 4- Análise de proteínas



A: Destilador de Kjeldahl e B: Amônia na solução de ácido bórico.

Fonte: Elaborado pela autor (2018).

2.2.6 Lipídeos

A análise de gordura no mel, seguiu pelo método de Folch. Seu procedimento consistiu em colocar o becker de 50 ml na estufa marca Marconi, modelo MA-033 a 105°C durante 1 hora, transcorrido o tempo, deixou-se esfriar, pesou e tarou. Logo após, pesou-se aproximadamente 2,0 g em triplicata de três amostras de mel em becker de 50 ml, em seguida com o auxílio da pipeta transferiu-se 20 ml de clorofórmio e 10 ml de metanol (2:1) para outro becker, logo após homogeneizou-se a mistura (amostra + solvente) com auxílio de um

bastão de vidro durante 2 minutos. Em sequência, filtrou-se a mistura em papel filtro qualitativo na proveta de 100 ml de boca esmerilhada. Acrescentou-se 10 ml da mistura solvente medida em proveta para lavar as paredes do becker. Anotou-se o volume final do extrato contido na proveta e acrescentou-se o sulfato de sódio a 1,5 %, levando em consideração o volume final do extrato filtrado. Agitou-se novamente, fechou a proveta e aguardou a separação da fase superior e inferior, anotando-a. A parte superior foi descartada e retirou-se 5,0 ml do extrato (parte inferior) e transferiu-se com a pipeta volumétrica para o becker tarado no começo. Colocou-se na estufa marca Marconi, modelo MA-033 a 90° C, após evaporar a mistura do solvente, retirou-se da estufa, esperou esfriar no dessecador. Logo após pesou o becker e o resíduo de lipídeos. No final do procedimento o teor de lipídeos foi expresso através da Equação 5.

$$\% \text{Lipídeos} = \frac{(PBA - PB) \times VI \times 100}{(PA \times 5)} \quad (5)$$

Onde: PBA= peso do becker com a amostra; PB= peso do becker; VI= volume inferior e PA= peso da amostra.

A análise de lipídeos no pólen foi determinada por extração direta, pelo processo de Soxhlet. Pesou-se aproximadamente 2,0 g de cada amostra de pólen em papel filtro e transferiu-se para cartucho, o mesmo foi acoplado junto com os tubos de Soxhlet contendo 60 ml de hexano (P.A), no extrator de gordura Marconi, modelo MA 044/5/50, ficando em extração continua durante 6 horas, após esse processo os tubos foram colocados na estufa marca Marconi, modelo MA-033 com 105°C, pesados a cada 30 minutos até obter peso constante. Os resultados obtidos da análise foram utilizados na Equação 6.

$$\% \text{Lipídeos} = \frac{100 \times n}{P} \quad (6)$$

Onde: n= número de lipídeos em g e P = peso da amostra em g.

2.2.7 Açúcares

A análise de açúcares redutores em glicose no mel seguiu o método modificado de Lane & Eynon. Para isto pesou-se aproximadamente 2,0 g em triplicata das três amostras de mel em um becker de 25 ml, em seguida foi dissolvida com água destilada e transferido para um balão volumétrico de 200 ml, completando seu volume com água destilada. Logo após, foi pipetado 50 ml desta solução para outro balão volumétrico de 100 ml e completando-se o

volume novamente com água destilada. Pipetou-se 5,0 ml das soluções Fehling A e B específicas para mel, em um erlenmeyer de 250 ml, acrescentando-se 7,0 ml de água e 15 ml da solução diluída do mel. Aqueceu-se a solução e manteve em ebulição durante 2 minutos. Em sequência adicionou-se 1,0 ml de solução de azul de metileno no momento ainda da ebulição e a titulação prosseguiu até 3 minutos, a solução de mel foi adicionada gota a gota até a descoloração do indicador. Repetiu-se a titulação utilizando 5,0 ml de cada solução de Fehling e 7,0 ml de água destilada, adicionou-se na bureta de 25 ml, o volume da solução diluída de mel gasto na titulação anterior. Aqueceu-se a solução até ebulição e acrescentou-se em seguida 1,0 ml de azul de metileno e terminou a titulação dentro de 3 minutos. As duplicatas das titulações concordaram-se dentro de 0,1 ml.

Os açúcares não redutores em sacarose do mel foram determinados por sacarose aparente pelo método A, modificado de Lane & Eynon. Pipetou-se 50 ml da solução de mel preparada para obtenção dos açúcares redutores para um balão volumétrico de 100 ml. Colocando-se 25 ml de água destilada. Aqueceu-se a 65 °C em banho-maria em Marconi, modelo Ma-127, retirou-se o balão do banho e adicionou-se 10 ml de solução de ácido clorídrico (P.A), deixou-se a solução resfriando em temperatura ambiente 25 °C, em procedência neutralizou-se com solução de hidróxido de sódio a 40% usando papel indicador de pH. Em seguida completou-se o volume com água destilada e os procedimentos da análise seguiram da mesma forma para os açúcares em glicose do mel. Aplicou-se os resultados nas Equações 7 e 8 e expressou em porcentagem.

$$\frac{2 \times 1000}{P \times V} \quad (7)$$

$$\frac{(2 \times 1000)}{P \times V} - C \times 0,95 \quad (8)$$

Onde: P= peso da amostra; V= volume da diluição e C= resultados obtidos em açúcares redutores.

Os açúcares totais foram analisados pelo somatório de açúcares redutores em glicose e não redutores em sacarose (Equações 7 e 8), aplicado na Equação 9.

$$\% \text{ AT} = \text{AR} + \text{ANR} \quad (9)$$

Onde: AT= açúcares totais.

Para a determinação dos açúcares redutores em glicose no pólen, foram pesados em um becker 2,0 g da amostra, transferindo-se para um balão volumétrico de 100 ml e completando-se

com água destilada. O balão foi agitado no magnético Edutec, modelo EEQ – 9010 a 3600 rpm. Em seguida, a mistura foi filtrada em papel filtro, sendo acondicionada em erlenmeyer (250 ml). Após esse procedimento, o filtrado foi transferido para a bureta, sendo o titulante das soluções de Fehling A e B. A amostra filtrada foi adicionada, às gotas, à solução de Fehling A e B em ebulição, contida no erlenmeyer, sendo esse procedimento executado até a formação do precipitado vermelho (Cu₂O) no fundo do erlenmeyer.

Para a análise de açúcares não redutores em sacarose, pegaram-se 50 ml do filtrado preparado para os açúcares redutores em glicose e transferiu-se para um balão volumétrico de 100 ml, acidificou-se a solução com aproximadamente 2,0 ml de ácido clorídrico (P.A) e colocando-se em banho-maria Marconi, modelo Ma-127, a 80°C, durante 30 minutos. Transcorrido esse tempo, a mistura foi neutralizada com hidróxido de sódio a 40%, depois a solução foi filtrada e completada o volume para 100 ml e prosseguiu conforme o procedimento aplicado para os açúcares redutores em glicose. Utilizaram-se as Equações 10 e 11 para expressar seus resultados em porcentagem.

$$\%AR = \frac{100 \times A \times a}{P \times V} \quad (10)$$

$$\%ANR = \frac{100 \times A \times a}{P \times V} - B \times 0,95 \quad (11)$$

Onde: AR= açúcares redutores;

A= número em ml da solução usado na diluição da amostra em g,

a= fator de correção das soluções de Fehling;

P= peso da amostra em g;

V= volume da titulação em ml;

ANR=açúcares não redutores;

B= resultado obtidos em porcentagem dos açúcares redutores.

Para calcular os açúcares totais, foi realizada a soma dos resultados de açúcares redutores em glicose e não redutores em sacarose (Equações 10 e 11), conforme a Equação 12.

$$\% AT = AR + ANR \quad (12)$$

Onde: AT= açúcares totais.

2.2.8 pH

A análise de pH, foi realizada através da leitura em pHmetro (Figura 5), marca Lucadema, Modelo LUCA-210, previamente calibrado utilizando soluções tampões certificadas com pH 4,00 e 7,00, respectivamente, logo depois a calibração do aparelho

pesou-se 5,0 g do mel e pólen e dilui com 50 ml de água destilada, proporção 1:10 e realizou-se a leitura direta.

Figura 5- pHmetro



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

2.2.9 Acidez livre

Para a análise de acidez no mel e pólen foi pesado 5,0 g de cada amostra e diluído com 50 ml de água destilada. Em seguida fez-se a titulação das amostras de mel com hidróxido de sódio até o aparecimento da coloração rósea. Devido ao pólen ser devidamente colorido, sua acidez foi determinada por potenciometria, titulando-se a amostra até atingir o pH 8,2. O valor da acidez em miliequivalente de ácido por Kilograma de mel (meq/Kg) foi determinado pela Equação 13.

$$\text{Acidez livre (meq/Kg)} = \frac{V \times F \times 50}{P} \quad (13)$$

Onde: V=volume; F= fator do hidróxido de sódio e P= peso da amostra.

2.2.10 Sólidos solúveis totais (SST)

O teor de SST foi determinado por refratômetro portátil, marca Grandindex, modelo TR-30 ACT, com escala numérica entre de 0 a 30 °Brix. Para a determinação da leitura diluiu-se amostras de mel e pólen na proporção de 1:10, pesando-se 5,0 g da amostra e diluindo para 50 ml de água destilada. Os valores obtidos foram aplicados na Equação 14.

$$\%SST = \frac{^{\circ}\text{Brix} \times V}{P} \quad (14)$$

Onde: SST= Sólidos Solúveis Totais; P= peso da amostra e V= volume da diluição.

2.2.11 Carboidratos e valor calórico

Os teores de carboidratos foram determinados pelo cálculo da diferença, e subtraiu-se de 100 a soma dos resultados de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos, como se verifica na Equação 15.

$$\text{Carboidratos} = 100 - (\% \text{ Umidade} + \% \text{ Cinzas} + \% \text{ Proteínas} + \% \text{ Lipídeos}) \quad (15)$$

O valor calórico determinou-se pela multiplicação dos valores obtidos para carboidratos e proteínas por 4 Kcal e de lipídeos por 9 Kcal, em seguida realizou-se a soma desses constituintes, sendo o resultado dado em Kcal, conforme Equação 16.

$$\text{Valor calórico (Kcal)} = (4 \text{ Kcal} \times \text{carboidratos}) + (4 \text{ Kcal} \times \text{proteínas}) + (9 \text{ Kcal} \times \text{lipídeos}) \quad (16)$$

2.3 PREPARO DO EXTRATO AQUOSO DO MEL

A partir de cada amostra de mel, foram preparados os extratos aquosos, para a determinação dos teores de compostos fenólicos e atividade antioxidante. A extração foi conduzida conforme metodologia adaptada de Meda *et al.* (2005) e Araújo (2014). Para isto, pesou-se 10g de mel em triplicatas de três amostras, em erlenmeyers de 125 ml, acrescentando-se 25 ml de água destilada (Figura 7A), onde foram homogeneizados em mesa agitadora orbital Tecnal, modelo TE-145 (Figura 7B), por 170 rpm, durante 30 minutos, seguido de filtragem da mistura em papel filtro Whatman nº3 (Figura 7C). Em seguida, o filtrado foi colocado em tubos *Falcon* (Figura 7D), sendo ele centrifugado a 3600 rpm por 10 minutos na centrífuga Olidefcz, modelo CD 4000 (Figura 7E). O sobrenadante foi colocado em outros tubos *Falcon*, envolto com papel alumínio (Figura 7F) permanecendo em temperatura de refrigeração (6°C), até o momento da análise, que procedeu após 20 minutos da preparação do extrato do mel. Conforme pode ser verificado na Figura 8.

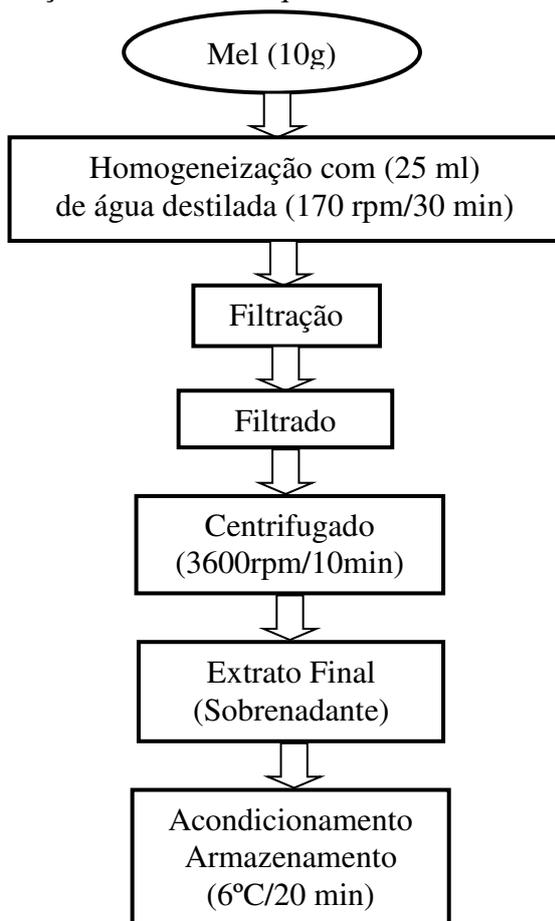
Figura 7- Vidrarias e equipamentos utilizados na preparação dos extratos aquosos do mel.



A: Amostras de mel em erlenmeyers; B: Mesa agitadora; C: Filtração dos extratos de mel; D: Tubos *Falcon*; E: Centrífuga e F: Tubos *Falcon* envolto em papel alumínio.

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Figura 8- Obtenção dos extratos aquosos do mel

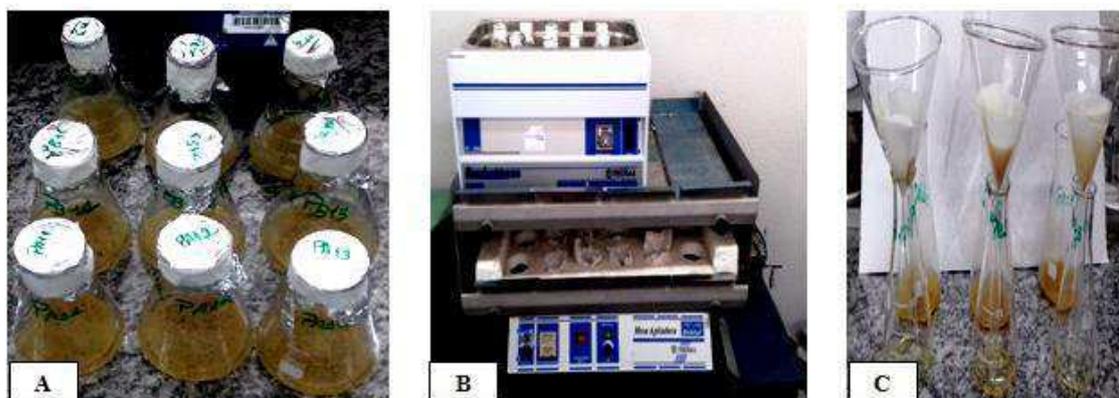


Fonte: Adaptado de Araújo (2014).

2.4 PREPARO DO EXTRATO ETANÓLICO DO PÓLEN APÍCOLA

Os extratos do pólen foram preparados de acordo com o descrito por Carpes *et al.* (2007) e Menezes (2009), com modificações. Foram pesados cerca de 2,0 g da amostra em triplicatas de três amostras, em erlenmeyers de 125 ml e diluí-se com 30 ml de etanol a 70% (Figura 9A), mantendo em banho-maria marca Tecnal, modelo TE-056 a 70°C por 30 minutos, sobre agitação constante em mesa agitadora orbital Tecnal, modelo TE-145 a 90 rpm, que também homogeneizou-se por 30 minutos (Figura 9B). Após o extrato foi submetido à filtração em papel filtro Whatman nº3 (Figura 9C), logo em seguida o extrato foi colocado em tubo *Falcon* (Figura 7D) e centrifugados a 4000 rpm por 10 minutos em centrífuga Olidefcz, modelo CD 4000 (Figura 7E), os sobrenadantes obtidos foram armazenados em outro tubo *Falcon* (7F) envolto com papel alumínio, ficando congelado (-18°C) por 12 horas, antes de ser analisado. Momentos antes de ser analisado foi feita uma nova diluição de 1:5, pois ela se encontrava com alta concentração. Na Figura 10, consta a etapas de preparo do referido extrato.

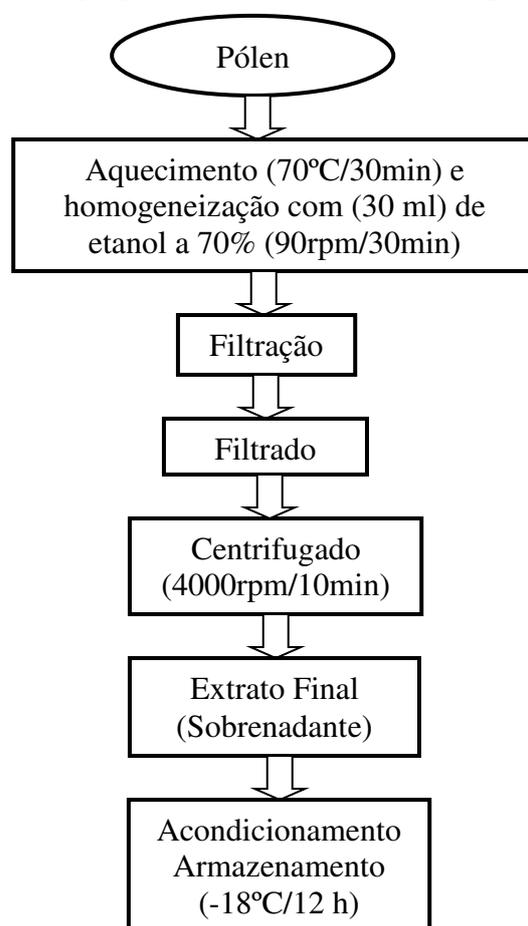
Figura 9- Vidrarias e equipamentos utilizados para a preparação dos extratos etanólico do pólen



A: Amostras de pólen em erlenmeyers; B: Banho-maria sobre mesa agitadora e C: Filtração dos extratos de pólen.

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Figura 10- Etapas de preparo do extrato etanólico do pólen apícola



Fonte: Adaptado de Araújo (2014).

2.5 DETERMINAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS (CFT)

O teor de compostos fenólicos totais para o mel e pólen foi determinado através do método espectrofotométrico de *Folin-Ciocalteu*, utilizando o ácido gálico como referência,

conforme metodologia descrita por Singleton e Rossi (1965) e Nóbrega *et al.* (2014), com adaptações. A análise foi realizada em triplicatas de três amostras de mel e pólen, onde foi adicionado em tubos de ensaio alíquota de 1 ml do extrato obtido, em seguida acrescentou-se 1 ml da solução de etanol a 95%, 5 ml de água destilada e 0,5 ml do reagente *Folin-Ciocalteu* 1N, logo após homogeneizou-se no Vortex Biomixer (Figura 11A), deixando em descanso durante 5 minutos, em ambiente escuro. Transcorrido esse tempo, adicionou-se 1 ml da solução de carbonato de sódio a 5%. Depois da adição do mesmo, os tubos de ensaio (Figura 11B) foram mais uma vez homogeneizados com o auxílio do vortex, em sequência envoltos com papel alumínio (Figura 11C) e mantidos no local escuro por 1 hora, no final as amostras foram colocadas em cubetas de 1cm de passo óptico e lidas no espectrofotômetro (MODELO E MARCA) (Figura 11D) utilizando o comprimento de onda de 765 nm. O branco foi conduzido nas mesmas situações, com exceção da adição da amostra. Foi construído uma curva analítica (Figura 12) com diferentes concentrações de ácido gálico para converter as absorbâncias e expressar os resultados em miligramas equivalentes de ácido gálico (GAE) por 100 grama de peso da amostra (mg GAE/100 g amostra) para base úmida (b.u) e base seca (b.s), verifica a ilustração dos procedimentos adotados na Figura 13.

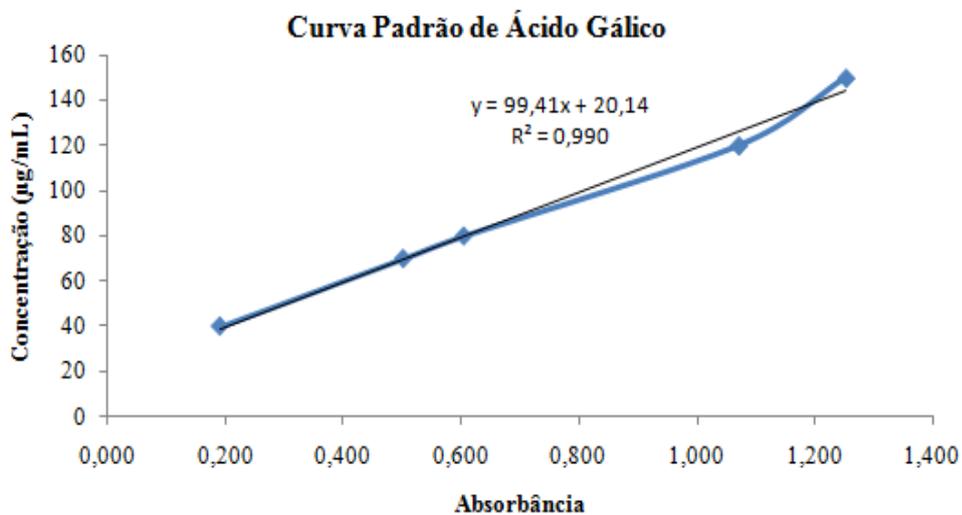
Figura 11- Equipamentos e soluções utilizado na análise de compostos fenólicos no mel e pólen



A: Vortex; B: Soluções com os extratos do mel e pólen; C: Tubos de ensaio envolto com papel alumínio e D: Espectrofotômetro.

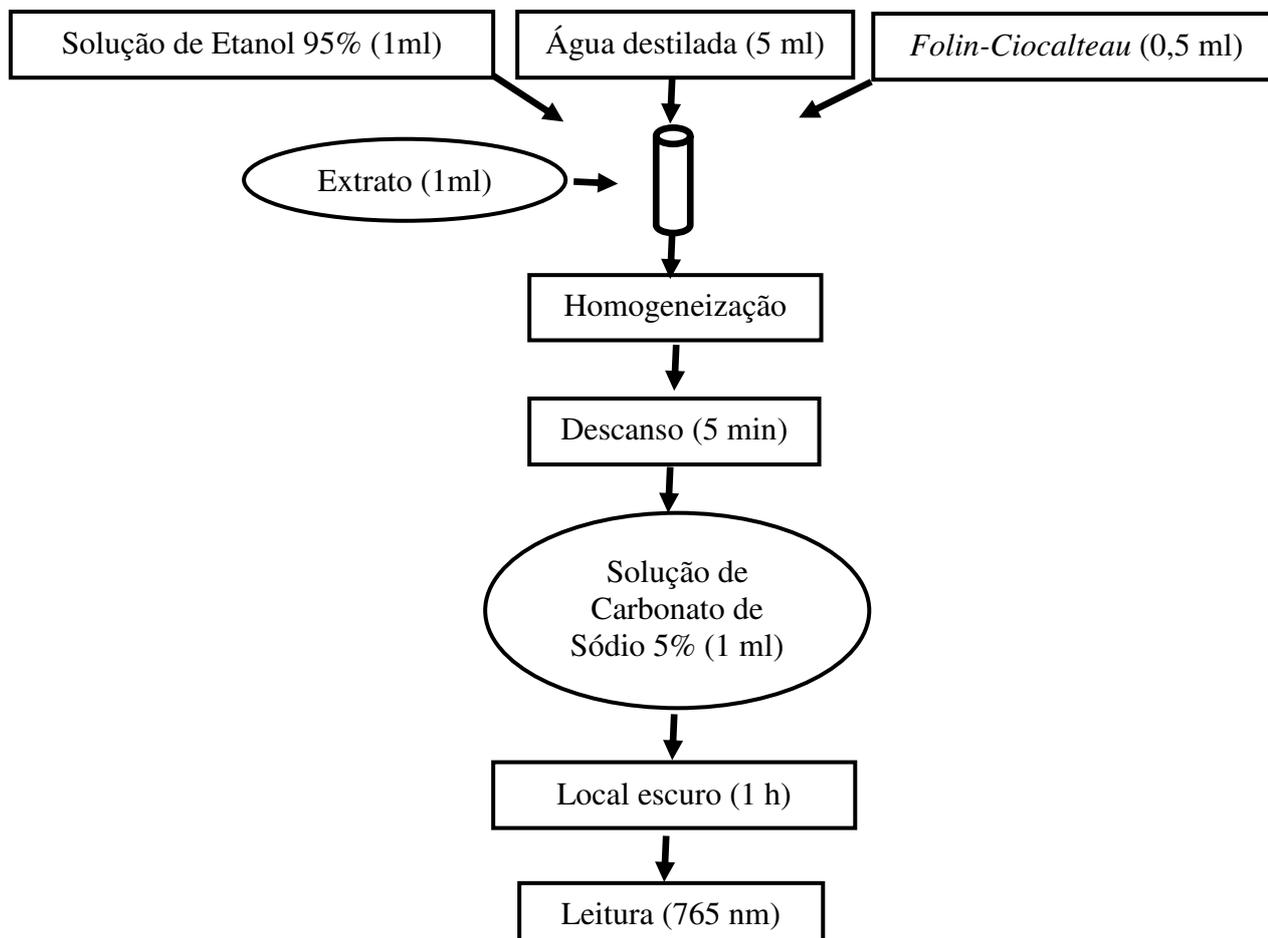
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Figura 12- Curva padrão de ácido gálico



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Figura 13- Avaliação dos compostos fenólicos no mel e pólen



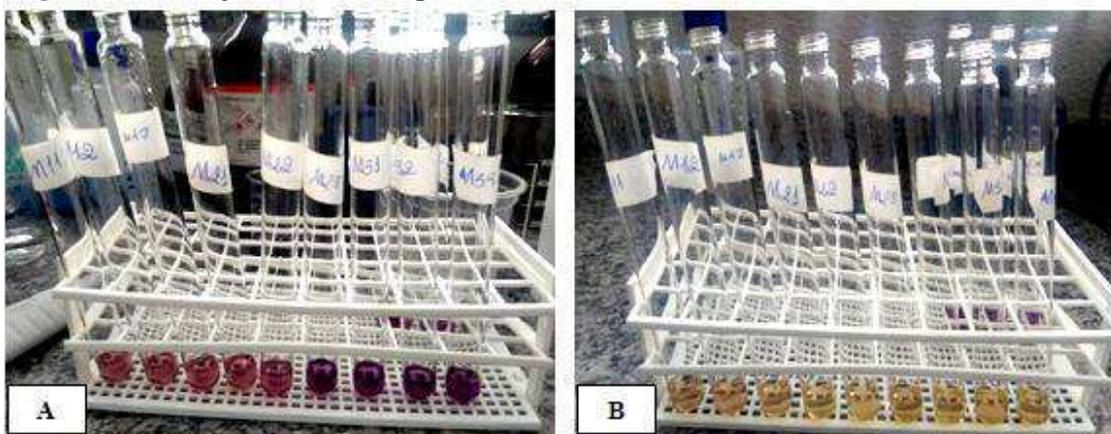
Fonte: Adaptada de Araújo (2014).

2.6 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

A atividade antioxidante dos extratos aquosos do mel e do extrato etanólico do pólen foi determinado através do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), conforme metodologia adaptada de Brand-Williams; Cuvelier e Berset (1995) e Duarte-Almeida *et al.* (2006), sendo analisados em triplicatas de três amostras. De início foi preparada uma solução metanólica de DPPH (4 mg de DPPH/ 100 ml de metanol). Foi utilizado o metanol puro P.A para o branco. Como controle utilizou-se 2,0 ml da solução de DPPH e 0,4 ml de metanol puro P.A. Para a análise dos extratos, adicionou-se em tubos de ensaios 2,0 ml da solução de DPPH e acrescentou-se em seguida alíquota contendo 0,4 ml dos extratos (Figura 14A). Após esse procedimento, as amostras homogeneizadas no Vortex Biomixer (Figura 11A) e mantidas em local escuro durante 25 minutos. Decorrido o tempo, o branco, o controle e as amostras (Figura 14B) foram medidas no espectrofotômetro (Figura 11D) comprimento de onda de 515 nm. No final a atividade antioxidante foi determinada em porcentagem, conforme a Equação 17 e os resultados obtidos foram aplicados na curva analítica preparada com diferentes concentrações de Trolox (Figura 15), sendo o resultado final expresso em μmol de trolox por 100 gramas de amostra ($\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ de amostra).

$$\% \text{ descoloração} = \frac{(\text{Absorbância do controle} - \text{Absorbância da amostra}) \times 100}{\text{Absorbância do controle}} \quad (17)$$

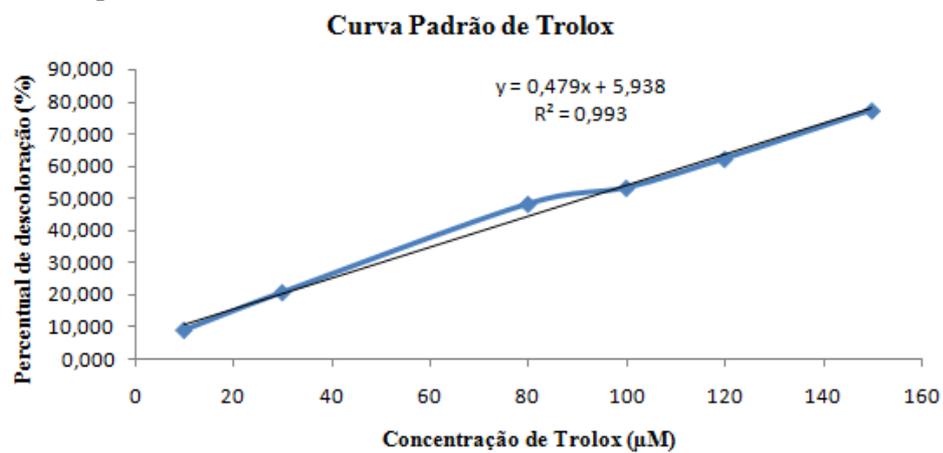
Figura 14- Soluções e extratos para a análise de atividade antioxidante



A: Tubos de ensaio contendo soluções e extratos e B: Tubos de ensaio após 25 minutos de reação.

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Figura 15- Curva padrão de trolox



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1 Análises Físico-químicas do mel e pólen de *Apis mellífera*

De acordo com a instrução normativa nº 11 de 2000, que regulamenta a identidade e qualidade do mel, define nesse regulamento que não poderá ser adicionado de açúcares e/ou outras substâncias que alterem a sua composição original, referenciando valores para suas características físico-químicas para o mel floral: Açúcares redutores: mínimo 65 g/100g; Umidade: máximo 6 g/100g; Pureza: Sólidos insolúveis em água: máximo 0,1 g/100g, exceto no mel prensado, que se tolera até 0,5 g/100g, unicamente em produtos acondicionados para sua venda direta ao público; Minerais (cinzas): máximo 0,6 g/100g, afirmando que o mel não deve ter indícios de fermentação permitindo Acidez máxima de 50 mil equivalentes por quilograma.

A tabela 1 apresenta os valores das características físico-químicas das amostras de méis analisadas, considerando a médias gerais dos resultados obtidos, ou seja, as triplicatas das três amostras de mel M1 (M11, M12 e M13), M2 (M21, M22 e M23) e M3 (M31, M32 e M33).

Tabela 1- Características físico-químicas de mel

Parâmetros	Mel	Legislação*
Atividade de água (%)	0,689±0,01	-
Umidade (%)	18,78±0,69	20%- Máximo
Extrato seco (%)	81,22±0,69	-
Cinzas (%)	0,15±0,00	0,6%-Máximo (MF)** e 1,2%-Máximo (ME ou mel de ME e MF)***
Proteínas (%)	0,78±0,09	-
Lipídeos	0,19±0,01	-
Açúcares redutores (%)	44,34±0,63	65%-Mínimo (MF)** e 60%-Mínimo (ME ou mel de ME e MF)***
Açúcares não redutores (%)	11,25±0,52	6%- Máximo (MF)** e 15%-Máximo (ME ou mel de ME e MF)***
Açúcares totais (%)	55,59±0,18	-
pH	3,90±0,00	-
Acidez livre (mEq/Kg)	12,77±0,26	50 mEq/Kg*****-Máximo
Sólidos solúveis totais (°brix)	62,64±0,43	-
Carboidratos (%)	80,10±0,66	-
Valor calórico (Kcal)	325,23±1,90	-

Médias seguidas pelo desvio padrão.

*Valores estabelecidos pela Instrução Normativa nº11, de 20 de Outubro de 2000, do MAPA para Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel (BRASIL, 2000).

**Mel floral.

*** Melato ou mel de melato e suas misturas com mel floral.

****mEq/Kg= mil equivalente por quilograma.

Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

As amostras de méis analisadas encontram-se em conformidade com a legislação, porém uma característica não antedeu as recomendações mínimas de 65% (BRASIL 2000), os açúcares redutores, com valores de 44,34%. Os açúcares juntamente com a água são os maiores componentes presentes no mel, onde os monossacarídeos frutose e glicose representam 80% e os dissacarídeos sacarose e maltose apenas 10% da quantidade total. Os teores desses diferentes tipos de açúcares podem provocar alterações físicas, esses açúcares redutores tem capacidade de reduzir íons de cobre em solução alcalina, destes a glicose, que apresenta pouca solubilidade e determina a tendência à cristalização, e a frutose possibilita a doçura em razão da alta higroscopicidade (DE GOUVEIA, 2009; CHIAPETTI e BRAGHINI, 2013; ARAÚJO; 2014).

Segundo Nascimento (2016), a proporção desses açúcares depende em grande parte da fonte de néctar, é por isso que valores mínimos são estabelecidos, para atestar a qualidade e a pureza do mel. Os resultados obtidos nessa pesquisa divergem dos trabalhos de Araújo (2014) que apresentou 72,8% de média, e Chiapetti e Braghini (2013) avaliando mel de abelhas africanizadas, obtiveram percentuais entre 63,94% e 78,22. Entretanto, uma de suas amostras obteve valor inferior ao permitido 63,94%.

Os valores ilustrados neste estudo também se contrapõem com resultados de pesquisas realizadas com amostras de méis de *Apis mellifera* de regiões geográficas com características semelhantes. Machado (2011), estudando amostras de mel de abelha adquiridas no comércio local do município de Pombal – PB, apresentou um teor médio de açúcares redutores de 74,51%, com valores mínimo e máximo que variaram de 59,66% e 80,12%, respectivamente. Oliveira e Santos (2011) analisando 8 amostras de méis comercializados em Limoeiro do Norte – CE, no tocante aos açúcares redutores, os méis de *Apis mellifera* revelaram teor médio desse constituinte de 72,02%, para uma variação de 67,58 a 77,90%.

O pólen apícola, para ser comercializado no Brasil, deve apresentar os seguintes requisitos físico-químicos: umidade máxima de 30% para o pólen fresco e umidade máxima de 4% para o pólen seco; teor de cinzas máximo de 4%; lipídeos mínimo de 1,8%; proteínas mínimo de 8%; açúcares totais de 14,5% a 55,0%; fibra bruta mínimo de 2% e pH de 4 a 6 (BRASIL, 2001).

A tabela 2 evidencia a qualidade físico-química das amostras analisadas, considerando a média geral dos pólenes, ou seja, as triplicatas das três amostras de pólen PA (PA11, PA12 e PA13), PB (PB11, PB12 e PB13) e PC (PC11, PC12 e PC13).

Tabela 2-Características físico-químicas de pólen

Determinações	Pólen	Legislação*
Atividade de água (%)	0,439±0,00	-
Umidade (%)	16,06±0,84	30%- Máximo**
Extrato seco (%)	83,94±0,84	-
Cinzas (%)	3,83±0,01	4%- Máximo
Proteínas (%)	24,26±0,21	8%- Mínimo
Lipídeos	2,61±0,04	1,8%- Mínimo
Açúcares redutores (%)	7,09±0,20	-
Açúcares não redutores (%)	4,35±0,12	-
Açúcar total (%)	11,44±0,23	14,5% a 55,0%
pH	4,03±0,02	4 a 6
Acidez livre (mEq/Kg)	352,84±0,53	300 mEq/Kg***- Máximo
Sólidos solúveis totais (°brix)	40,44±0,17	-
Carboidratos (%)	53,24±0,95	-
Valor calórico (Kcal)	333,49±1,83	-

Médias seguidas pelo desvio padrão.

*Valores estabelecido pela Instrução Normativa nº3, de 19 de Janeiro de 2001, do MAPA para Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Apitoxina, Cera de Abelha, Geléia Real, Geléia Real Liofilizada, Pólen Apícola, Própolis e Extrato de Própolis (BRASIL, 2001).

** Umidade para pólen fresco.

***mEq/Kg= mil equivalente por quilograma.

Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

Quando comparado a legislação nacional (Brasil 2001), as amostras analisadas atendem a recomendação vigente, com exceção da Acidez Livre média de 352,84 mEq/Kg, porém bem abaixo dos valores observados no estudo de Ferreira (2013) que encontrou valores de acidez para o saburá *in natura* de 1738.641mEq/Kg. Martins (2010) analisando pólenes de diferentes regiões do país, expôs resultados de acidez livre variando de 105,3 a 609,9 meq/kg para todas as amostras analisadas, sendo que as amostras com os maiores níveis de acidez livre foram as de BA (609,9 meq/kg). Souza (2017) analisou amostras de pólenes de diferentes estados da região Sul do país, encontrando valores variando de 220 a 665 mEq/Kg. Valores mínimo de 399 e máximo de 651 mEq/Kg foram observados no trabalho de Almeida et. al. (2012).

O pH é um importante fator antimicrobiano, embora exista discussão a esse respeito; o fator relevante é que grande parte dos microrganismos patogênicos necessita, para seu crescimento, de um pH ótimo na faixa de 7,2 a 7,4, ressaltando que produtos mais ácidos são naturalmente mais estáveis quanto à deterioração (FERREIRA et. al., 2012). Para essa variável, no presente estudo identificamos valores de pH de 4,03.

O pólen apícola tem sido empregado na alimentação humana por ser considerado um alimento nutricionalmente completo, por possuir todos os aminoácidos essenciais em sua composição nutritiva, rica em proteínas, que servem de matéria prima para o crescimento e restauração dos tecidos animais, vitaminas, minerais, além do interesse por suas propriedades funcionais (MARTINS, 2010; ARAÚJO, 2015; NASCIMENTO, 2016).

Para as amostras analisadas evidenciaram-se valores médios de 24,26% para proteínas, bem acima dos 8% que é referenciado (Brasil, 2001). Quando confrontados com a literatura podemos verificar que os valores encontrados também foram superiores, pois, Ferreira (2013) que identificou teores de proteína encontrados nas suas análises de 19,67% para o pólen *in natura*, já Almeida et. al. (2012) apresentam em seus resultados variações de 6,44 a 14,44% de proteínas em amostras de pólen comercializados no estado da Bahia.

Souza (2017), avaliando amostras de 28 potes de pólen oriundos da região sul, apresentou teores de proteínas variando de 12,25% a 26,76%, resultados médios semelhantes foram obtidos por Martins (2010) de 12,28% a 27,07% para proteínas em 154 amostras de pólen apícola de 12 estados de todas as regiões do país, destacando que as médias dos estados do Nordeste (BA 19,03%, SE 21,91%, PI 20,61% e CE 21,59%) foram inferiores aos valores descobertos nesta investigação. É importante ressaltar que a época do ano pode influenciar os valores proteicos encontrados em amostras de pólen, foi o que evidenciou Silveira (2012) analisando amostras de pólen coletadas nas quatro estações do ano, a primavera e o inverno se destacaram positivamente em relação às outras.

2 Propriedades funcionais do mel e pólen de *Apis mellífera*

Atualmente, diversas propriedades bioativas de alimentos vegetais têm sido atribuídas aos compostos fenólicos presentes em sua composição Também são considerados os principais tipos de bioativos encontrados no mel e no pólen, responsáveis pela atividade antioxidante, sendo os compostos fenólicos os responsáveis pela capacidade de estabilizar os radicais livres (SOUSA et. al., 2018; FRASSON *et al.*, 2017. Araújo, 2015).

Os dados sobre as propriedades funcionais: compostos fenólicos e atividade antioxidante do mel e pólen, encontram-se expressos na tabela 3, considerando a média geral dos méis analisados, ou seja, as triplicatas das três amostras de mel M1 (M11, M12 e M13), M2 (M21, M22 e M23) e M3 (M31, M32 e M33) e a média geral dos pólen analisados, ou seja, as triplicatas das três amostras de pólen PA (PA11, PA12 e PA13), PB (PB11, PB12 e PB13) e PC (PC11, PC12 e PC13) para 100 gramas.

Tabela 3- Determinações das propriedades funcionais do mel e pólen

Determinações	Amostras	
	Mel	Pólen
Compostos Fenólicos (mg GAE/ 100g) b.u	12,97±0,12	267,74±1,11
Compostos Fenólicos (mg GAE/ 100g) b.s	16,01±0,15	320,16±1,32
Atividade antioxidante (µmol TE/100g) b.u	400,57±1,28	3311,20±0,96
Atividade antioxidante (µmol TE/100g) b.s	494,53±1,38	3957,73±1,21

GAE: Ácido Gálico Equivalente; b.u: Base úmida; b.s: Base seca e TE:Trolox.

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Quando comprados os valores médios das amostras de mel e de pólen entre si, o pólen apresenta valores consideráveis em relação aos encontrados no o mel, tanto para compostos fenólicos como para a atividade antioxidante os resultados obtidos neste estudo estão próximos dos verificados em outras pesquisas.

Nascimento (2016) encontrou valores médios de compostos fenólicos totais de $61,30 \pm 18,29$ mgEAGKg⁻¹ para amostras de méis de diferentes origens botânicas. Para a atividade antioxidante o mesmo autor encontrou valores médios de 1,28 a 18,48 µmolET.Kg⁻¹, valores diferentes encontrados nas análises podem ser justificados pelas diferentes origens botânicas dos méis.

Os valores encontrados para fenólicos presentes nas amostras de méis neste trabalho estão inferiores aos relatados na literatura por Araújo (2014), quando comparou os compostos fenólicos totais e atividade antioxidante entre méis de diferentes espécies de abelhas, para as amostras de méis da *Apis Mellifera* evidenciou valores médios de fenólicos totais de $208,1 \pm 87,2$ mg GAE/ 100g.

Implicações próximas ao dessa pesquisa foram apresentadas por Sousa et. al. (2018) em três marcas de mel produzido no Piauí com média de $22,94 \pm 0,69$ mg GAE/ 100g para teores de fenólicos totais, o mesmo foi observado para a atividade antioxidante, com média de $430,34 \pm 4,90$ µmol TE/100g. Cleber *et al.* (2012) verificou que existe uma correlação entre o teor de compostos fenólicos e a atividade antioxidante, pois o coeficiente de correlação entre a atividade antioxidante e o conteúdo de fenólicos totais das amostras de méis foi determinado e mostrou uma correlação positiva, no entanto, apresentou baixa correlação quando comparado as amostras entre si, afirmando assim, que os compostos fenólicos não devem ser os únicos contributos importantes para a atividade antioxidante.

Outros autores apresentam resultados distintos dos pesquisados, Frasson *et al.* (2017) destaca que a variação encontrada para compostos fenólicos nas amostras analisadas foi de 63,28 mg/100 g a 374,26 mg/100 g e para atividade antioxidante total a variação encontrada foi de 14,66 µg/g a 494,10 µg/g. Lima (2015), analisando os fenólicos totais no mel de 6

municípios do Mato Grosso, apresentou o teor máximo de 66,33 mg de Equivalente Ácido Gálico (EAG) /100 g e mínimo de 25,00 EAG/100 g de mel.

Diferentemente dos valores encontrados nas amostras de méis, os valores encontrados para fenólicos totais (média de 320,16±1,32 mg GAE/ 100g) e atividade antioxidante (média de 3957,73±1,21 µmol TE/100g) para as amostras de pólen são bastante satisfatórios quando comparados com a literatura.

Os resultados de fenóis totais para 10 amostras de pólen provenientes de estados do Nordeste brasileiro, obtido por Araújo (2015) pelo método de Folin-Ciocalteu, apresentaram valor mínimo de 42,56 mg AGE/100g e máximo de 134,91 mg GAE/100g, com valor médio de 54,91± 28,57mg AGE/100g. Alves (2016) analisou doze amostras de pólen durante o período de julho/2013 a junho/2014. A análise palinológica demonstrou que a maioria das amostras tem origem monofloral de espécies da família Arecaceae e o maior teor de fenólicos totais encontrado foi 125,8 mg AGE/100g.

Porém valores superiores para fenólicos totais entre 13,76 e 24,60 mg AGE/g foram encontrados por Arruda *et al.* (2013) analisando amostras de pólen da região nordeste do Brasil e por Medeiros (2017) em amostras polínicas coletadas em Assú e Mossoró que oscilaram, respectivamente de 7,68 ± 0,02 mg a 59,11 ± 0,16 mg GAE/g (Média = 17,37±2,02 mg GAE/g) e de 8,53 ± 0,37 mg a 70,31 ± 0,29 mg em GAE/g (Média = 36,60 ± 3,77 mg GAE/g).

Os valores elencados no presente estudo se mostram adversos quando confrontado com estudos internacionais, como o de Nogueira (2012), realizado com amostras de pólen comercializados no mercado de Bragança, Portugal, que evidenciou valores variando entre 16,079 e 45,953 mg GAE/g para os Compostos fenólicos totais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para os parâmetros físico-químicos das amostras de mel e de pólen analisados duas características não atendem as recomendações vigentes pela legislação nacional (BRASIL, 2001), os açúcares redutores para o mel e a acidez livre para o pólen. As demais características apresentam médias que se enquadram dentro dos parâmetros exigidos pela legislação brasileira, indicando a qualidade e autenticidade das amostras avaliadas.

Os valores proteicos das amostras de pólen destacam-se por exibirem médias acima de muitos estudos apresentados pela literatura, bem como, acima dos valores recomendados pelos órgãos regulamentadores, o que pode justificar a entrada desse produto em um novo nicho econômico, os dos suplementos alimentares proteicos, hoje o mercado desses produtos vem crescendo muito no Brasil principalmente pelos praticantes de exercícios físicos de alta intensidade.

A capacidade da atividade antioxidante e a quantidade de compostos fenólicos totais observados para as amostras de pólen foram superior aos ressaltados nas amostras de méis quando comparadas entre si, apesar dos valores da atividade antioxidante e dos fenólicos totais dos méis analisados também se mostrarem inferiores aos obtidos em investigações anteriores com outros tipos de méis, esses valores estão em quantidade considerável. Portanto, os méis estudados ao serem consumidos proporcionam benefícios à saúde.

Por fim, os estudos apontam que existe uma grande variabilidade e disponibilidade de mel e de pólen produzidos pelas abelhas *Apis mellifera*. Em virtude disso, novas pesquisas científicas apontando a qualidade e a composição do mel e principalmente do pólen apícola produzido e comercializado no Brasil especialmente na região nordeste devem ser estimuladas de forma a sensibilizar os governos e a iniciativa privada para o desenvolvimento adequado da tecnologia de processamento desses produtos, espera-se que esses resultados sirvam de auxílio para outras pesquisas e colaborem como fonte de informação aos apicultores.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R. F. Análise palinológica do pólen apícola produzido no estado de Sergipe, Brasil. 2013. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Botânica) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia/BA. 2013.
- ALVES, R. F.; JUNIOR, C. E. A. S.; SILVA, G. R.; SILVA, M. M. N.; SILVA, T. M. S.; SANTOS, F. A. R. Compostos fenólicos e atividade antioxidante do pólen apícola monofloral de *Arecaceae* (*Elaeis guineensis* L.). Cartaz da 68ª Reunião Anual da SBPC: Sustentabilidade, Tecnologias e Integração Social, 03 a 09 de Julho de 2016, Porto Seguro, Universidade Federal do Sul da Bahia. 2016.
- ARAÚJO, J. Silva. Perfil do pólen apícola com indicação monofloral. 2014. 76 f. Dissertação (Mestrado em ciências agrárias)- Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, 2014.
- ARAÚJO, L. M. Polpa de Jambolão (*Syzygium cumini*) desidratada por liofilização e secagem em leito de jorro: Caracterização físico-química e funcional e impacto da secagem. 2014. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN. 2014.
- ARRUDA, V. A. S.; FREITAS, A. S.; BARTH, O. M.; ESTEVINHO, M. L. M. F.; ALMEIDA-MURADIAN, L.B. Propriedades biológicas do pólen apícola de coqueiro, coletado na Região Nordeste do Brasil. **Magistra**, v. 25, p. 1-5, 2013.
- BERTOLDI, F. C.; GONZAGA, L. V.; FETT, R.; REIS, V. D. A. Avaliação da atividade antioxidante e determinação de compostos fenólicos totais de méis produzidos no Pantanal. *Evidência-Ciência e Biotecnologia*, Joaçaba, v. 12, n. 2, p. 155-164, 2012.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT- Food Science and Technology*, v.28, n.1, p.25-30, 1995.
- 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.
- CARDOSO FILHO, N.; SORIANO, R.; SIENA, D. Avaliação do mel comercializado no mercado municipal em Campo Grande–Mato Grosso do Sul. *Acta Veterinaria Brasilica*, v. 6, n. 4, p. 294-301, 2012.
- CARPES, S.T.; BEGNINI, R.; ALENCAR, S.M.; MASSON, M.L. Study of preparations of bee pollen extracts, antioxidant and antibacterial activity. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.31, n.6, p.1818-1825, 2007.
- CHIAPETTI, E.; BRAGHINI, F. Comparação das características físico-químicas do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) e abelhas jataí (*Tetragonisca angustula*). 2013. 46 f. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso de Tecnologia em Alimentos)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão. 2013.
- CRUZAT, V. F.; ROGERO, M. M.; BORGES, M.C.; TIRAPEGUI, J. Aspectos atuais sobre estresse oxidativo, exercícios físicos e suplementação. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, Niterói, v. 13, n. 5, p. 336-42, Set./Out. 2007.
- DE ANDRADE, S. E. O.; MARACAJÁ, P. B.; SILVA, R. A.; FREIRES, G. F.; PEREIRA, A. M.; FERNANDES, A. A. Estudo sobre o uso do mel de abelha associado com plantas medicinais na comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras, Pombal, Paraíba, Brasil. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 8, n. 3, p. 45-50, Jul./ Set. 2012.
- DE OLIVEIRA, E. N. Alves; DA COSTA, S. D. Análise físico-química de méis de abelhas africanizada e nativa. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 70, n. 2, p. 132-138, 2011.
- DE SOUSA, A. V. B.; SANTOS, G. M.; PORTO, R. G. C. L.; JÚNIOR, F. C. R.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. Determinação do teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante da cajuína e do mel produzidos no estado do piauí-brasil. *Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente*, v. 6, n. 2, p. 21-32, Fev.2018.
- DUARTE-ALMEIDA, J. M.; SANTOS, R.J. dos.; GENOVESE, M.I.; LAJOLO, F.M. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -caroteno/ácido linoléico e método de sequestro de radicais DPPH.. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.26, n.2, p.446-452, abr./jun. 2006.

- FERREIRA, R. C. Avaliação das características físico-químicas e microbiológicas do pólen da *Melipona scutellaris* Latreille submetido a diferentes processos de desidratação. 2013. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos)- Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2012.
- FRASSON, S. F.; RICHTER, V.; PEREIRA, E. S.; WOLFF, L. F.; VIZZOTTO, M. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante em méis da Região Sul do Brasil. In: Embrapa Clima Temperado-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 26.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO UFPEL, 19.; SEMANA INTEGRADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 3., 2017, Pelotas. Anais... Pelotas: UFPEL, 2017.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 1. ed. Digital. São Paulo: IAL, 2008.1020 p.
- JACOB, M. A. M. Compostos Fenólicos, Atividade antioxidante e Características Físico-Químicas de Mel e Pólen coletados por *Apis Mellifera* Linnaeus, 1578 (Hymenoptera: Apidae). 2014. 85 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola)- Universidade Federal de Lavras, Lavras/MG. 2014.
- LIRA, A. F.; SOUSA, J. P. L. M.; LORENZON, M. C. A.; VIANNA, C. A. F. J.; CASTRO, R. N. Estudo comparativo do mel de *Apis mellifera* com méis de meliponíneos de diferentes regiões. Acta Veterinaria Brasilica, v. 8, n. 3, p. 169-178, 2014.
- MACHADO, A. V. Estudo Físico-químico e de qualidade do mel de abelha comercializado no município de Pombal-PB. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 6, n. 3, p. 83-90, 2011.
- MEDA, A.; LAMIEN, C. E.; ROMITO, M.; MILLOGO, J., NACOUUMA, O. G. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. Food Chemistry, v. 91, p. 571-577, 2005.
- MEDEIROS, A. J. D. Pólen apícola coletado por abelhas *Apis mellifera* L.(africanizadas) no semiárido Potiguar. 2017.155 f. Tese (Doutorado em Ciência animal)-Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró. 2017.
- MENDES, C. G.; ALVES DA SILVA, J. B.; MESQUITA, L. X.; BORGES, M. P. As análises de mel: revisão Revista Caatinga, v.22, n. 2, p. 7-14, Abr./Jun. 2009.
- MENEZES, J. D. S. Compostos bioativos no Pólen apícola. 2009. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos)- Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.
- NASCIMENTO, K. S. Compostos fenólicos, capacidade antioxidante e propriedades físico-químicas de méis de *Apis mellifera* do estado do Rio Grande do Sul. 2016. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)- Universidade de São Paulo, São Paulo. 2016
- NÓBREGA, E. M.; OLIVEIRA, E. L.; GENOVESE, M.I.; CORREIA, R. T. P. The impact of hot air drying on the physical-chemical characteristics, bioactive Compounds and antioxidant activity of acerola (*Malphigia emarginata*) residue. Journal of Food Processing and Preservation. Doi: 10.1111/jfpp. 12213.2014. ISSN 1745-4549.
- NOGUEIRA, C. M. P. Estudo do pólen apícola comercial. 2012. 62 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar)-Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior Agrária, Bragança, 2012.
- RIBEIRO, J. G.; PIRES, P. S. S.; BRANDÃO, T. M.; SILVA, R. A. Fenólicos Totais e Atividade Antioxidante de Méis de Abelha de Diferentes Floradas. Revista Eletrônica Nutritime, v. 12, n.01, p. 3903-3909, Jan./Fev.2015. ISSN 1983-9006.
- SILVEIRA, T. A. Caracterização sazonal do pólen apícola quanto à origem botânica, aspectos físico-químicos e elementos traços como bioindicadora de poluição ambiental. 2012. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências)- Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.
- SINGLETON, V. L.; ROSSI, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, v. 16, p.144-158, 1965.

SOUZA, B. R. Quantificação das vitaminas do complexo B (B₁, B₂) e vitâmeros das vitaminas B₃ e B₆ em amostras de pólen apícola desidratado provenientes da Região Sul do Brasil. 2014. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.