

AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA *IN VITRO* DE MÉIS DE JATAÍ (*Tetragonisca angustula*) PROVENIENTES DO RIO GRANDE DO SUL

Evaluation of physical and chemical parameters and the in vitro antimicrobial activity of yatei (*Tetragonisca angustula*) honey from Rio Grande do Sul State

Pábelo Ben Roós; Ledieli Belmonte Soares; Cássio Marques Resmim; Franciéli Possa da Rosa; Jéssica Busnelo Farina; Nilce Ione Corsini Vielmo; Jeilson Natividade Sisti; Mirian Maria Caetano; Marcelo Marques Tusi¹.

¹Universidade Regional do Alto Uruguai e das Missões, Santiago, RS. *E-mail*: mmtusi@urisantiago.br

Data do recebimento: 19/01/2018 - Data do aceite: 21/06/2018

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar parâmetros físico-químicos e a atividade antimicrobiana de quatro amostras de mel de jataí (*Tetragonisca angustula*) provenientes do Rio Grande do Sul. Foram determinados umidade, pH, acidez, teor de cinzas, condutividade elétrica, teor de açúcares redutores e sacarose aparente, teor de fenóis totais e flavonoides na forma de lactonas e flavonols e atividade antioxidante. Também foram avaliadas as atividades antimicrobianas dos méis em cultivo de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. O maior halo de inibição para *E. coli* apresentado pelos méis de jataí foi $18,0 \pm 0,5$, valor similar à ceftriaxona (21 mm) e cotrimazol (19 mm), enquanto para *S. aureus* o maior valor registrado para os méis de jataí foi $21,0 \pm 0,0$, valor maior que a cefoxitima (20 mm).

Palavras-chave: Antibiograma. Atividade antioxidante. *Escherichia coli*. *Staphylococcus aureus*.

ABSTRACT: The aim of this work was to evaluate the physical and chemical parameters and the antimicrobial activity of four samples of yatei (*Tetragonisca angustula*) honey from Rio Grande do Sul state. Moisture, pH, acidity, ash content, electrical conductivity, reducing sugar content and apparent sucrose, total phenolic content and flavonoids as lactones and flavonols and antioxidant

activity were determined. The antimicrobial activities of honey in *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* cultures were also evaluated. The highest inhibition zone diameter for *E. coli* presented by yateí honey was 18.0 ± 0.5 , similar to ceftriaxone value (21 mm) and clotrimazole (19 mm), while for *S. aureus*, the highest value recorded for yateí honey was 21.0 ± 0.0 , a higher value than cefoxitima (20 mm).

Keywords: Antibiogram. Antioxidant activity. *Escherichia coli*. *Staphylococcus aureus*

Introdução

O mel é um fluido viscoso, aromático e doce, elaborado por abelhas a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas. As abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam maturar nos favos da colmeia (MENDES et al., 2009).

Caracteriza-se como uma solução aquosa concentrada de açúcares contendo cerca de 200 substâncias diferentes (FERREIRA et al., 2009; MANZANARES et al., 2014). Os componentes principais são carboidratos, com destaque para a frutose e a glicose; mas outros componentes menores, incluindo oligossacarídeos, polissacarídeos, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, minerais, flavonoides, vitaminas, grãos de pólen, ceras e outros fitoquímicos, também estão presentes (PONTIS et al., 2014; YÜCEL; SULTANOĞLU, 2013; MANZANARES et al., 2014). A composição do mel depende, basicamente, da composição do néctar e da espécie vegetal produtora, conferindo-lhe características específicas, enquanto que as condições edafoclimáticas (litologia, temperatura, umidade do ar, tipo de solo, entre outros) e o manejo do apicultor têm menor

influência nessa composição (ANACLETO et al., 2009). Outro fator determinante na composição do mel é a espécie de abelha produtora de mel.

Embora produza mel em menor quantidade, os meliponíneos fornecem um produto diferenciado do mel de *Apis mellifera*, pela doçura e aroma inigualáveis (ANACLETO et al., 2009). As abelhas nativas sem ferrão, conhecidas como “Meliponas” (Apidae, Meliponinae), existem no continente desde antes da chegada da abelha *A. mellifera*. Nas regiões tropicais e subtropicais existem mais de 400 espécies descritas destas abelhas produtoras de mel. Entre 30% e 90% da reprodução de plantas em florestas tropicais ocorre por meio de polinização e fecundação cruzada realizada por meliponíneos (KERR, 1967).

Dentre as espécies de abelhas meliponíneas encontradas no Brasil encontra-se a jataí (*Tetragonisca angustula*). A *T. angustula* possui uma distribuição geográfica ampla, ocorrendo naturalmente nos Estados do Amazonas, Amapá, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso, Pará, Paraíba, Rio de Janeiro, Rondônia, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo (ANACLETO, 2009). As abelhas jataí possuem um porte menor (aproximadamente 4 mm) e asas mais curtas que as abelhas *A. mellifera*. Seus ninhos são pequenos e construídos em pequenas

cavidades de árvores ou galhos, paredes de alvenaria, partes subterrâneas e tubulações, adaptam-se às diferentes condições de nidificações. Apresentam características peculiares em relação ao ninho, possuindo entrada em forma de tubo de cerume marrom-amarelado de extremidade mais estreita (OLIVEIRA et al., 2004; ANTUNES, 2005; ANACLETO et al., 2009; PUCCIARELLI et al., 2014).

As abelhas jataí são mansas e facilmente adaptáveis, podem ser criadas em áreas rurais ou urbanas. Devido a não apresentar ferrão, seu manejo se torna mais fácil, sem necessidade de usar equipamentos de proteção e viabilizando o emprego de mão de obra familiar (BOBANY et al., 2010). Colônias fortes de abelhas jataí podem fornecer entre 0,5 e 1,5 L/ano de mel, sendo este mel composto, essencialmente, de levulose (substância mais doce que a sacarose) (ANACLETO, 2009; BOBANY et al., 2010).

O mel de jataí é mais líquido e mais rapidamente absorvido pela pele, comparado ao mel de abelhas do gênero *Apis*. Apresenta propriedades imunológica, anti-inflamatória, analgésica, sedativa, expectorante, hipossensibilizadora e antibacteriana contra bactérias Gram-positivas e negativas devido à presença de uma substância chamada inibina. Esta substância é gerada pelo acúmulo de peróxido de hidrogênio produzido pelo sistema da glicose-oxidase do mel (BREYER, 1983; BOBANY et al., 2010).

Miorin et al. (2003) avaliaram a atividade antimicrobiana de méis e própolis de *A. mellifera* e *T. angustula* (provenientes do Paraná e Minas Gerais) contra *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) pela determinação das concentrações inibitórias mínimas (CIM). A CIM dos méis de *A. mellifera* foram na faixa de 126,23 a 185,70 mg/mL. Para os méis de jataí, a CIM foi na faixa de 142,87 a 214,33 mg/mL. Para as amostras de própolis de *A. mellifera*, os valores de CIM foram na faixa de 0,36 a 0,65 mg/mL, enquanto para as

própolis de *T. angustula* tais valores foram de 0,44 a 2,01 mg/mL. Assim, as amostras de mel e própolis apresentaram atividade antibacteriana contra *S. aureus*, sendo que as amostras de própolis apresentaram maior atividade, comparadas às amostras de mel.

DeMera e Angert (2004) realizaram uma comparação da atividade antimicrobiana de méis de *A. mellifera* e de *T. angustula* produzidos na Costa Rica. Três bactérias (*Bacillus cereus* - ATCC 31430, *Pseudomonas aeruginosa* - ATCC 27858 e *S. aureus* - ATCC 6538 P) e duas leveduras (*Saccharomyces cerevisiae* - ATCC 287 e *Candida albicans* - ATCC 90028) foram utilizadas para avaliar a atividade antimicrobiana dos méis coletados. Não houve diferença na atividade antimicrobiana dos méis produzidos por *A. mellifera* and *T. angustula* para os cinco microrganismos testados. Méis de diferentes regiões fitogeográficas exibiram diferentes atividades antimicrobianas e a suscetibilidade de leveduras ao mel foi, independente da espécie, maior que das bactérias.

Anacleto et al. (2009) determinaram as características físico-químicas de amostras de méis de *T. angustula* produzidos na região de Piracicaba, estado de São Paulo. Os resultados indicam que a legislação atual, para méis de *A. mellifera* (BRASIL, 2000), não é adequada para todos os parâmetros analisados, sendo que 5% das amostras de méis de jataí estão em desacordo com a legislação no quesito teor de açúcares e 15% delas estão em desacordo no quesito acidez, reforçando a necessidade de uma legislação própria para os méis de meliponíneos.

Bobany et al. (2010) determinaram a atividade antimicrobiana de uma amostra de mel de jataí (*T. angustula*) em cultivo de microrganismos do conduto auditivo de caninos domésticos (*Canis familiaris*). Observou-se a formação de halos de inibição no antibiograma com o mel da *T. angustula*, indicando que tal mel é uma alternativa promissora no

controle de *Staphylococcus* sp, *Bacillus* sp. e leveduras.

Pucciarelli et al. (2014) realizaram análises microbiológicas e físico-químicas de méis de jataí (*T. angustula*) para avaliar os padrões de qualidade e comercialização. A incidência de microrganismos em amostras de mel de jataí atingiu 42,85% e 39% para *Clostridium* redutores de sulfito e *Bacillus* spp., respectivamente. Não foram detectadas células *C. botulinum* ou *B. cereus*. A incidência de *Staphylococcus* spp. e *Enterococcus* spp. foram semelhantes (cerca de 7,14%), enquanto *Escherichia coli* e *Salmonella* spp. não foram detectados. Os resultados das propriedades físico-químicas obtidas para os méis de jataí foram bastante diferentes dos padrões de qualidade estabelecidos para méis de *A. mellifera*.

Estudos que descrevam as características físico-químicas do mel de meliponíneos em geral são relativamente recentes e, por isso, escassos na literatura (MENDES et al., 2009). Portanto, pesquisas a respeito das propriedades desses méis são de extrema importância, pois não se tem um padrão de qualidade estabelecido pela legislação brasileira (ao contrário do mel de *A. mellifera*), além de não se conhecer o potencial dos méis de meliponíneos para aplicações farmacológicas.

Assim, este trabalho tem como objetivo avaliar as propriedades físico-químicas de méis de jataí, bem como avaliar os teores de fenóis e flavonoides, a atividade antioxidante e a atividade antimicrobiana.

Procedimento Experimental

Aquisição dos Méis

Este estudo reúne um total de 4 amostras de méis de jataí adquiridos diretamente com apicultores, conforme apresentado na Tabela I.

Tabela I - Amostras de mel avaliadas

Amostra	Origem	Abelha	Ano de Produção
A1	Itaara	Jataí	2014
A2	Santa Cruz do Sul	Jataí	2016
A3	Itaara	Jataí	2016
A4	Itaara	Jataí	2016

Umidade

A umidade foi determinada pelo método refratométrico usando um refratômetro de Abbe. Transferiu-se 3 a 4 gotas da amostra para o prisma do refratômetro e realizou-se a leitura do índice de refração a 20 °C. Em casos de medidas realizadas em temperatura diferente, corrige-se a leitura do índice de refração pela adição do fator de correção 0,00023/°C. A porcentagem de umidade, que corresponde ao índice de refração corrigido, foi calculada usando a tabela de Wedmore (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

pH

Os valores de pH das amostras de mel foram medidos em uma solução de 10 g de mel em 75 mL de água destilada com um pHmetro Digimed (modelo DM-22) previamente calibrado. (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008; YÜCEL; SULTANOĞLU, 2013).

Acidez

Pesou-se 10 g de amostra de mel e, posteriormente, dissolveu-se em 75 mL de água destilada. Titulou-se a solução resultante com solução 0,1 mol/L de hidróxido de sódio até o pH 8,3, anotando o volume (V_b) ao final da titulação. O tempo de titulação não deve ultrapassar 2 minutos (YÜCEL e SULTANOĞLU, 2013).

$$V_b \cdot 10 \quad \text{acidez livre em mEq/kg}$$

Onde:

V_b = volume, em mL, de solução
0,1 mol/L de NaOH.

Teor de Cinzas

Pesou-se 3 g de mel e colocou-se em um cadinho de porcelana. Posteriormente, levou-se o cadinho para a mufla Jung (modelo 0812) a 640 °C (com taxa de aquecimento de 5°C/min) por 6 horas. Por fim, o resíduo foi pesado e o valor expresso em g/100 g. (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008; YÜCEL e SULTANOĞLU, 2013).

Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica foi medida a 20 °C em uma solução de 200 g/L de mel em água ultrapura com condutivímetro Analyser (modelo 650) e os resultados foram expressos em mS/cm (YÜCEL, SULTANOĞLU, 2013).

Teor de Açúcares Redutores

Pesou-se aproximadamente 2 g de amostra homogeneizada de mel em um béquer de 25 mL. Após, dissolveu-se com água e transferiu-se para um balão volumétrico de 200 mL, completando o volume com água (solução de mel). Pipetou-se 100 mL da solução de mel para um balão volumétrico de 200 mL e completou-se o volume (solução de mel diluída).

Pipetou-se 5 mL da solução de Fehling A¹ e 5 mL da solução Fehling B² para um balão de fundo chato de 250 mL. Adicionou-se 7 mL de água. Na bureta de 50 mL, colocou-se a solução de mel diluída e adicionou-se, de uma vez, 10 mL no balão de fundo chato.

A solução foi aquecida e mantida em ebulição moderada por 2 minutos. Adicionou-

-se 1 mL de solução de azul de metileno 0,2% (m/v), enquanto ainda em ebulição, e completou-se a titulação, adicionando-se gota a gota a solução diluída de mel até a descoloração do indicador (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

$$\frac{2 \times 1000}{P \times V} \text{ açúcares redutores em g/100 g}$$

Onde:

P = massa da amostra em gramas

V = volume, em mililitros, da solução diluída de mel gasto na titulação.

Fenóis Totais

Para determinar o teor de fenóis totais (expresso em mg equivalentes de ácido gálico – EAG) foi construída uma curva padrão de ácido gálico, usando 5 diferentes concentrações: 0, 25, 50, 75 e 100 mg/L. Para construir a curva padrão, foram pipetados 1 mL de cada padrão, 5 mL de uma solução 10% do reagente Folin-Ciocalteu e 4 mL de uma solução 75 g/L de carbonato de sódio anidro. A mistura foi incubada no escuro a 30 °C durante 30 minutos. Após isso, as leituras das soluções foram realizadas em cubetas de quartzo, utilizando espectrofotômetro UV-Vis Biospectro (modelo SP220) calibrado em 765 nm.

Para determinação do teor de fenóis nas amostras de mel, foram pesados 5 g de mel e dissolvidos em solução de metanol 70% (v/v) até 50 mL. Foi pipetado 1 mL da solução resultante, 5 mL de uma solução 10% do reagente Folin Ciocalteu e 4 mL de uma solução 75 g/L de carbonato de sódio anidro. Após, procedeu-se conforme descrito na construção da curva padrão. Um branco foi preparado utilizando 1 mL de metanol 70% em vez de mel (ÖZKÖK, D' ARCY & SORKUN, 2010).

Flavonoides

Para determinar o teor de flavonoides (expresso em mg equivalentes de quercetina – EQ) foi construída uma curva padrão de quercetina, usando 5 diferentes concentrações: 0, 5, 15, 25 e 50 mg/L. Para construir a curva padrão, foram pipetados 2 mL de cada padrão e 3 mL de uma solução aquosa cloreto de alumínio 5% (m/v). A mistura foi incubada em temperatura ambiente durante 30 minutos. Em seguida, as leituras das soluções foram realizadas em cubetas de quartzo, utilizando espectrofotômetro UV-Vis Biospectro (modelo SP220) calibrado em 415 nm.

Para determinação do teor de flavonoides nas amostras de mel, foram pesados 10 g de mel e dissolvidos em solução de etanol 80% (v/v) até 50 mL. Foi pipetado 2 mL da solução resultante e 3 mL de solução aquosa cloreto de alumínio 5% (m/v). Após, procedeu-se conforme descrito na construção da curva padrão. Um branco foi preparado utilizando 2 mL de etanol 80% em vez de mel (PONTIS et al., 2014).

Atividade Antioxidante

A determinação da atividade antioxidante foi realizada pelo ensaio fotométrico com DPPH (radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil). Foram utilizadas cinco diferentes diluições de mel em metanol (10, 20, 40, 60 e 120 g/L). O mel diluído (0,5 mL) foi misturado com 2,7 mL de DPPH (0,024 mg/mL de solução metanólica) e, após 15 minutos, a absorbância lida em 517 nm. O controle negativo foi composto de DPPH (2,7 mL) + metanol (0,5 mL). O branco consistiu em 2,7 mL de metanol + 0,5 mL de solução de mel. O controle positivo foi ácido ascórbico na mesma concentração que as amostras. Todos os testes foram realizados em triplicata (KHALIL, et al., 2012). Os valores foram convertidos em porcentagem usando a seguinte equação:

$$\text{capacidade de consumo \%} = \left[1 - \left(\frac{A_{\text{amostra}} - A_{\text{branco}}}{A_{\text{controle}}} \right) \right] \times 100$$

Avaliação da Atividade Antimicrobiana

Para avaliação das atividades antimicrobianas, foram utilizadas colônias puras de bactérias Gram-negativas (*Escherichia coli*) e Gram-positivas (*S. aureus*) previamente cultivadas em Agar MacConkei e Agar sangue, respectivamente. Utilizando placas de Ágar Müeller-Hinton e inóculo preparado a partir de uma suspensão de bactérias padronizado segundo a escala 0,5 MacFarland, pelo método *pour plate* foi testada a atividade antimicrobiana das amostras de mel de jataí. Foram usados 100 µL do inóculo com 150 mL do meio de cultura, sendo colocados 100 µL do mel jataí em poços previamente feitos com ponteiras estéreis. Após incubação por 24 horas a 35 °C foram feitas as leituras dos halos medindo com régua em milímetros. Foram usados como padrão para *E. coli* discos de ceftriaxona 30 µcg e cotrimoxazol 25 µcg e para *S. aureus*, disco de cefoxitima 30 µcg.

Análise Estatística

Utilizando o software Assistat versão 7.7., foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado e análises em triplicata. O teste de Tukey ($\alpha = 5\%$) foi aplicado para verificar diferenças entre médias de tratamentos.

Resultados e Discussão

A Tabela II apresenta os dados de umidade, pH, acidez, teor de cinzas, condutividade elétrica e açúcares redutores para as amostras de mel de jataí avaliadas.

Para todas as amostras, o teor de umidade foi superior a 20%, sendo o menor valor

encontrado para a amostra A3 (23,9%) e o maior para a amostra A2 (25,8%). Tal resultado está em plena concordância com a literatura que relata que a umidade dos méis de meliponíneos é maior quando comparadas às umidades de méis de abelhas *A. mellifera*. Isso faz com que o mel de meliponíneos seja menos denso e mais líquido que o mel de abelhas africanizadas, exigindo maiores cuidados de conservação (ANACLETO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2011). Anacleto et al. (2009) estudaram 28 colônias de jataí e encontraram um valor médio de umidade igual a 24,37%. Pucciarelli et al. (2014) encontraram um valor médio de umidade de 24%. O teor de umidade sugerido para os méis de meliponíneos do Brasil é de, no máximo, 35% (ANACLETO et al., 2009).

Os valores de pH das amostras de mel de jataí encontrados neste estudo estão na faixa de 3,38 a 3,72. Tais valores são bastante próximos aos relatados por Anacleto et al. (2009). Pucciarelli et al. (2014) encontraram um valor médio de pH de 3,72. Os valores de acidez encontrados foram na faixa de 34 a 61 mEq/kg. Estudos mostram que os méis de jataí podem apresentar acidez maior que os méis de abelhas *Apis mellifera*. Anacleto et al. (2009) encontrou valores de acidez na faixa de 17,0 a 98,0 mEq/kg (valor médio de 45,23 mEq/kg), enquanto Pucciarelli et al. (2014) encontrou valores de acidez na faixa de 25 a 160 mEq/kg com um valor médio de 79 mEq/kg. Os valores de pH mais baixos e

acidez mais alta dos méis de jataí comparados aos méis de abelhas *Apis mellifera* podem ser explicados por conta da diferença no teor de umidade. A umidade mais alta dos méis de jataí faz com que a atividade da enzima glicose-oxidase seja mais intensa, havendo maior produção de ácido glicônico, ocasionando pH relativamente baixo e acidez alta (MENDES et al., 2009). O valor de acidez sugerido para méis de abelhas sem ferrão no Brasil é no máximo 80 mEq/kg (ANACLETO et al., 2009), indicando que todas as amostras estão abaixo do limite estabelecido.

Os valores de teor de cinzas para os méis de jataí avaliados foram na faixa de 0,127 a 0,288%. Anacleto et al. (2009) encontraram valores de teor de cinzas na faixa de 0,21% a 0,60%, com um valor médio de 0,39%, valores maiores que os encontrados neste estudo. O valor para teor de cinzas determinado pela norma vigente para méis de *Apis mellifera* (máximo de 0,6%) é o mesmo sugerido para as amostras de méis de meliponíneos brasileiros. Desta forma todas as amostras encontram-se dentro destes padrões.

A condutividade elétrica está relacionada à concentração de minerais (teor de cinzas), ácidos orgânicos (pH e acidez) e proteínas presentes no mel (CORBELLA; COZZOLINO, 2006; YÜCEL; SULTANOĞLU, 2013). Os valores de condutividade elétrica encontrados neste estudo estão na faixa de 0,47 a 0,57 mS/cm. Anacleto et al. (2009) encontraram valores de condutividade elétrica na faixa

Tabela II - Valores dos parâmetros obtidos para os méis de jataí estudados

	A1	A2	A3	A4
umidade (%)	25,1±0,1 ^b	26,8±0,2 ^a	23,9 ± 0,1 ^d	24,3 ± 0,1 ^c
pH	3,51±0,07 ^{bc}	3,38±0,10 ^c	3,72±0,05 ^a	3,65±0,03 ^{ab}
acidez (mEq/kg)	34,7±0,6 ^c	59,7±1,2 ^a	61,3±0,6 ^a	48,7±1,5 ^b
teor de cinzas (%)	0,127±0,015 ^b	0,215±0,02 ^a	0,157±0,01 ^{ab}	0,288±0,05 ^{ab}
condutividade elétrica (mS/cm)	0,47±0,01 ^d	0,57±0,00 ^a	0,55±0,00 ^b	0,50±0,00 ^c
teor de açúcares redutores (%)	60,7±0,5 ^{ab}	60,4±0,4 ^b	60,8±0,4 ^{ab}	61,6±0,2 ^a

Os valores expressos são médias aritméticas de triplicatas. Valores em uma linha seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% ($p < 0,05$).

de 1,06 a 2,70 mS/cm, com média de 1,34 mS/cm, ou seja, valores bastante superiores.

O teor de açúcares redutores nos méis de jataí analisados variou na faixa de 60,4% a 61,6%. Anacleto et al. (2009) encontraram teores de açúcares redutores na faixa de 48,66% a 57,97% (valor médio de 55,46%), ou seja, valores menores que os deste estudo. Os valores sugeridos para mel de abelhas sem ferrão no Brasil são de mínimo de 50% para açúcares redutores (ANACLETO et al., 2009) e, portanto, as amostras deste trabalho estão de acordo com o sugerido.

A Tabela III apresenta os valores de fenóis totais, flavonoides na forma de flavonas e flavonols e atividade antioxidante obtidos para os méis de jataí estudados.

Como pode se observar na Tabela 3, os valores de fenóis totais encontrados são de 259,02 a 289,92 mgEAG/Kg, sendo que a amostra A3 apresentou o menor valor e a A1 o maior valor. Os valores encontrados para os flavonoides foram na faixa de 48,53 e 57,55 mgEQ/Kg, sendo que a amostra A3 apresen-

tou o menor valor, enquanto a A4 apresentou o maior valor. Devido à inexistência de artigos publicados determinando a quantidade de fenóis e flavonoides de méis de jataí, não é possível comparar os valores encontrados com os valores expostos na literatura. Os valores encontrados para fenóis estão na faixa de concentração apresentada para méis de *A. mellifera*. Pontis et al. (2014) determinou, para méis de Roraima, um teor de fenóis na faixa de 250 a 548 mEAG/kg, enquanto os flavonoides foram na faixa de 9 a 48 mEQ/kg de mel. Can et al. (2015) determinaram valores de fenóis para méis da Turquia na faixa de 160,2 a 1200,4 mgEAG/kg de mel e flavonoides na faixa de 6,5 a 81,0 mgEQ/kg.

Os valores de atividade antioxidante observados para os méis de jataí (Tabela 3) variaram numa faixa de 59,9 a 122,0 mg/mL, sendo que o menor valor apresentado foi o da amostra A2 e o maior valor da amostra A3. Sant'Ana et al. (2014) determinaram valores de atividade antioxidante na faixa de 16,95 a 25,02 mg/mL para méis de diferentes regiões do Rio de Janeiro, enquanto Can et

Tabela III - Valores dos teores de fenóis totais, flavonoides na forma de flavonas e flavonols e atividade antioxidante obtidos para os méis de jataí estudados

	A1	A2	A3	A4
fenóis totais (mEAG/kg)	289,92±0,92 ^a	278,87±3,63 ^b	259,02±3,38 ^c	276,16±2,68 ^d
flavonoides (mEQ/kg)	57,03±0,39 ^a	56,79±1,01 ^a	48,53±0,11 ^b	57,55±1,61 ^a
atividade antioxidante (mg/mL)	99,8±3,9 ^b	59,9±0,5 ^c	122,0±3,3 ^a	104,1±4,1 ^b

Os valores expressos são médias aritméticas de triplicatas. Valores em uma linha seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% ($p < 0,05$).

Tabela IV - Halos de inibição apresentados pelos méis de jataí para *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*

	halo de inibição para <i>E. coli</i> (mm)	halo de inibição para <i>S. aureus</i> (mm)
A1	15,3±0,6	21,0±0,0
A2	18,0±0,5	18,0±0,0
A3	15,0±1,0	20,4±1,5
A4	17,3±0,3	20,0±0,1
ceftriaxona	21,0	-
cotrimoxazol	19,0	-
cefoxitima	-	20,0

Os valores expressos são médias aritméticas de triplicatas.

al. (2015) determinaram valores de atividade antioxidante para méis da Turquia na faixa de 20,05 a 152,40 mg/mL.

Os valores dos halos de inibição apresentados pelos méis de jataí e antibióticos usados como referência para *E. coli* e *S. aureus* são apresentados na Tabela IV.

Foram obtidos, para a *E. coli*, uma bactéria Gram-negativa, halos de inibição com valores que variam entre o mínimo de 15 mm para a amostra A1 e máximo de 18 mm na amostra A2, sendo que os padrões ceftriaxona e cotrimoxazol apresentaram valores de 21 mm e 19 mm, respectivamente. Portanto, verificou-se que os méis de jataí apresentaram atividade antimicrobiana próxima aos valores dos antibióticos padrão. Essa atividade antimicrobiana deve-se à inibina, formada devido ao acúmulo de peróxido de hidrogênio produzido pelo sistema da glicose-oxidase do mel (BREYER, 1983; BOBANY et al., 2010).

Para *S. aureus*, obteve-se uma bactéria Gram-positiva, halos de inibição com valores que variaram entre o mínimo de 18 mm para a amostra A2 e máximo de 21 mm para a amostra A1, sendo que o padrão cefoxitima apresentou halo de inibição de 20 mm. Desta forma, verificou-se que duas amostras do mel de jataí apresentaram resultados similares em relação ao valor do padrão (A2 e A4), sendo que a amostra A1 apresentou um valor superior ao valor do antibiótico padrão.

Os dados do presente estudo estão em consonância com o reportado por Bobany

et al. (2010), que realizaram um estudo referente à atividade antimicrobiana do mel de abelhas jataí (*T. angustula*) em cultivo de microrganismos do conduto auditivo de caninos domésticos (*Canis familiaris*). Segundo Bobany et al. (2010), as amostras de mel de abelha jataí demonstraram ter nítida ação antimicrobiana em cultivo misto de bacilos, cocos e leveduras, por vezes se igualando ou até mesmo superando os antibióticos usados como referência.

Conclusão

Neste trabalho, realizou-se a caracterização físico-química de quatro amostras de mel de jataí, além da determinação do teor de fenóis totais e flavonoides, avaliação da atividade antioxidante e da atividade antimicrobiana. Os valores dos parâmetros físico-químicos estabelecidos para a identificação e caracterização de méis de abelhas *Apis mellifera* mostram-se totalmente inadequados para a caracterização de méis de jataí. Foi possível verificar que os teores de fenóis, flavonoides e atividade antioxidante determinados para as amostras analisadas são comparáveis com méis de abelhas *Apis mellifera*. Todas as amostras apresentaram atividade antimicrobiana para bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, sendo que a amostra produzida em Itaara no ano de 2014 apresentou um halo de inibição maior que a cefoxitima para *S. aureus*.

NOTAS

¹ Dissolveu-se 69,28 g de sulfato de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) com água em um balão volumétrico de 1 L. Completou-se o volume com água.

² Dissolveu-se 346 g de tartarato duplo de sódio e potássio ($\text{KNa}(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) e 100 g de hidróxido de sódio com água em um balão volumétrico de 1L. Completou-se o volume e, posteriormente, filtrou-se a solução resultante em papel de filtro qualitativo.

REFERÊNCIAS

- ANACLETO, D.A.; SOUZA, B.A.; MARCHINI, L.C.; MORETI, A.C.C.C. Composição de amostras de mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula latreille*, 1811). **Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de alimentos**, v. 29 n. 3, p. 535-541, 2009.
- ANTUNES, T.O. **Abelha jataí como agente polinizador de cultivares de morangueiro em ambiente protegido**. 2005. 129 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - UPF, Passo Fundo, RS, 2005.
- BOBANY, D.M.; PIMENTEL, M.A.P.; MARTINS, R.R.E.C.; NETTO, B.A.S.; TOLLA, M.S. Atividade antimicrobiana do mel de abelhas jataí (*Tetragonisca Angustula*) em cultivo de microrganismos do conduto auditivo de caninos domésticos (*Canis familiaris*). **Revista de Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 2, p. 441-446, 2010.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Defesa Animal**. Legislações. Legislação por Assunto. Legislação de Produtos Apícolas e Derivados. Instrução Normativa n. 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Diário Oficial, Brasília, DF, Seção 1, p. 23, 2000.
- BREYER, E.U. **Abelhas e saúde**. 3. ed. Santa Catarina: Uniporto, 1983. 80 p.
- CAN, Z.; YILDIZ, O.; SAHIN, H.; TURUMTAY, E.A.; SILICI, S.; KOLAYLI, S. An investigation of Turkish honeys: Their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles. **Food Chemistry**, v. 180, p. 133–141, 2015.
- CORBELLA, E.; COZZOLINO, D. Classification of the floral origin of Uruguayan honeys by chemical and physical characteristics combined with chemometrics. **LWT – Food Science and Technology**, v. 39, n.5, p. 534-539, 2006.
- DEMERA, J.H.; ANGERT, E.R. Comparison of the antimicrobial activity of honey produced by *Tetragonisca angustula* (Meliponinae) and *Apis mellifera* from different phytogeographic regions of Costa Rica. **Apidologie**, v.35, p. 411-417, 2004.
- FERREIRA, I.C.R.F.; AIRES, E.; BARREIRA, J.C.M.; ESTEVINHO, L.M. Antioxidant activity of Portuguese honey samples: Different contributions of the entire honey and phenolic extract. **Food Chemistry**, v. 114, n. 4, p. 1438-1443, 2009.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- KERR, W.E. The history of the introduction of African bees in Brazil. **South African Bee Journal**, v. 39, p. 3-5, 1967.
- KHALIL, I.; MONIRUZZAMAN, M.; BOUKRAË, L.; BENHANIFIA, M.; ISLAM, A.; ISLAM, N.; SULAIMAN, S.A.; GAN, S.H. Physicochemical and Antioxidant Properties of Algerian Honey. **Molecules**, v. 17, n. 9, p. 11119-11215, 2012.
- MANZANAREZ, A.B.; GARCÍA, Z.H.; GALDÓN, B.R.; RODRÍGUEZ, E.R.; ROMEROB, C.D. Physicochemical characteristics of minor monofloral honeys from Tenerife, Spain. **LTW – Food Science and Technology**, v. 55, n. 2, p. 572-578, 2014.
- MIORIN, P.L.; LEVY JUNIOR, N.C.; CUSTODIO, A.R.; BRETZ, W.A.; MARCUCCI, M.C. Antibacterial activity of honey and propolis from *Apis mellifera* and *Tetragonisca angustula* against *Staphylococcus aureus*. **Journal of Applied Microbiology**, v. 95, n. 5, p. 913-920, 2003.

MENDES, C.G.; SILVA, J.B.A.; MESQUITA L.X.; MARACAJÁ P.B. As análises de mel: revisão. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 07-14, 2009.

OLIVEIRA, R.C.; NUNES, F.M.F.; CAMPOS, A.P.S.; VASCONCELOS, S.M.; ROUBIK, D.; GOULART, L.R.; KERR, W.E. Genetic divergence in *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 (Hymenoptera, Meliponinae, Trigonini) based on rapid markers. **Genetics and Molecular Biology**, v. 27, n. 2, p. 181-186, 2004.

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. 132-8, 2011.

ÖZKÖK, A.; D'ARCY, B.; SORKUN, K. Total Phenolic Acid and Total Flavonoid Content of Turkish Pine Honeydew Honey. **Journal of ApiProduct and ApiMedical Science**, v. 2, p. 65-71, 2010.

PONTIS, J. A.; COSTA, L.A.M.A.; SILVA, S.J.R.; FLACH, A. Color, phenolic and flavonoid content, and antioxidant activity of honey from Roraima, Brazil. **Food Science and Technology**, v. 34, n. 1, p. 69-73, 2014.

PUCCIARELLI, A.B.; SCHAPOVALOFF, M.E.; KUMMRITZ, S.; SEÑUK, I.A.; BRUMOVSKY, L.A.; DALLAGNOL, A.M. Microbiological and physicochemical analysis of yateí (*Tetragonisca angustula*) honey for assessing quality standards and commercialization. **Revista Argentina de Microbiología**, v. 46, n. 4, p. 325-332, 2014.

SANT'ANA, L.D.; FERREIRA, A.B.B.; LORENZON, M.C.A.; BERBARA, R.L.L.; CASTRO, R.N. Correlation of total phenolic and flavonoid contents of brazilian honeys with colour and antioxidant capacity. **International Journal of Food Properties**, v. 17, p. 65-76, 2013.

YÜCEL, Y.; SULTANOĞLU, P. Characterization of honeys from Hatay Region by their physicochemical properties combined with chemometrics. **Food Bioscience**, v. 1, p. 16-25, 2013.

