

Área: Ciência de Alimentos

AVALIAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS, POTENCIAL ANTIOXIDANTE E CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO MEL DE *Apis mellifera* L. PRODUZIDO NO ESTADO DE SANTA CATARINA.

Priscila Missio da Silva*, Viviane Maria Rizelio, Heloisa França Maltez, Fabíola Carina Biluca, Isis Simon Olivo, Fabiana Della Beta, Tânia Patrícia Schafaschek, Luciano Valdemiro Gonzaga, Roseane Fett

Laboratório de Química de alimentos, Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal Santa Catarina – UFSC.

**priscilamissio@yahoo.com.br*

Resumo - O Estado de Santa Catarina é caracterizado por uma topografia acidentada com vegetação natural e variada, avaliada como de boa qualidade para a produção de mel. O mel é composto por cerca de 20% de água, além disso, é constituído principalmente dos monossacarídeos frutose (cerca de 38,5% m/m) e glicose (cerca de 31,0% m/m) e outras substâncias, tais como ácidos orgânicos, oligossacarídeos, enzimas, vitaminas, minerais, pigmentos, uma grande variedade de compostos de aroma e partículas sólidas provenientes da sua colheita. Objetivando avaliar os compostos bioativos, o potencial antioxidante e as características físico-químicas do mel produzido no Estado de Santa Catarina foram realizadas as análises de umidade, condutividade elétrica, acidez, pH, HMF, diastase, compostos fenólicos e atividade antioxidante, determinada pelos métodos DPPH e FRAP. Quanto às características físico-químicas, os resultados das análises das amostras mostraram que o mel produzido em Santa Catarina está dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente. Apenas as amostras da região G coletadas na safra 2010-2011, relativas ao primeiro lote analisado, apresentaram dois parâmetros (umidade e acidez) um pouco acima do limite permitido. Quanto à análise dos compostos bioativos, todas as amostras apresentaram conteúdos importantes de compostos fenólicos e atividade antioxidante. Os resultados obtidos ressaltam a qualidade do mel catarinense e seu potencial como alimento funcional na dieta.

Palavras-chave: Qualidade, Atividade antioxidante, Legislação.

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, o Estado de Santa Catarina é um dos maiores produtores nacionais de mel, figurando como o segundo maior produtor, apresentando um excelente potencial para o desenvolvimento da apicultura. A possibilidade de expansão na produção, aliada ao potencial produtivo, vêm acompanhadas das necessidades regionais de elevação da produção e expansão do consumo nacional, que, atualmente, é de 100g/hab/ano, quantidade considerada pouco expressiva quando comparada ao consumo de alguns países europeus.

Quando se avalia o consumo de mel *in natura*, este ainda é bastante baixo e pouco difundido junto às populações de alguns países, atingindo uma média per capita mundial de cerca de 300g/hab/ano. Nos países da comunidade europeia, tal índice sobe para 700g/hab/ano (KALVELAGE; VIEIRA, 2009).

No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é o órgão responsável pelo regulamento técnico de identidade e qualidade do mel, através da Instrução Normativa nº11, de 20 de outubro de 2000, que tem como objetivo estabelecer a identidade e os requisitos mínimos de qualidade que deve cumprir o mel destinado ao consumo humano direto. Esta regulamentação, entre outros fatores, leva em conta as características físico-químicas do mel, estabelecendo limites mínimos ou máximos para parâmetros relacionados à maturidade, pureza e deterioração das amostras (BRASIL, 2000).

Gheldof, Wang e Engeseth (2002) mostraram que o mel possui atividade antioxidante similar a muitas frutas e vegetais, com base em peso fresco. Os componentes presentes no mel que exercem função antioxidante podem ser enzimáticos, como catalase, glicose oxidase e peroxidase, ou não-enzimáticos, como flavonoides, ácidos fenólicos, ácido ascórbico, tocoferol, ácidos orgânicos, aminoácidos, carotenoides e produtos de Maillard (AL-MAMARY; AL-MEERI; AL-HABORI, 2002; GHELDOF; WANG; ENGESETH, 2002; ALJADI; KAMARUDDIN, 2004).

Com base no exposto, o estudo objetiva avaliar o espectro de compostos bioativos, o potencial antioxidante e características físico-químicas do mel de *Apis mellifera* L. produzido no estado de Santa Catarina, comparando os resultados obtidos com padrões estabelecidos pela legislação brasileira, específica para mel.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de mel foram obtidas através de uma parceria entre o Laboratório de Química de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina e a Estação Experimental da EPAGRI-Videira e Urussanga. O primeiro lote de amostras foi coletado entre os meses de novembro de 2010 e fevereiro de 2011, considerando-se o período de safra. O segundo lote de amostras foi coletado entre os meses de outubro e dezembro de 2011. Os méis são provenientes de oito municípios distribuídos ao longo de todo Estado de Santa Catarina: Itaiópolis (A), Florianópolis (B), São Joaquim (C), Lauro Muller (D), Vidal Ramos (E), São Miguel do Oeste (F), Videira (G) e Campos Novos (H), sendo cinco amostras coletadas por região. As amostras foram armazenadas em frascos de plástico, ao abrigo da luz e em temperatura ambiente até o momento da análise.

Os parâmetros físico-químicos umidade, acidez livre, pH, condutividade elétrica e atividade diastásica foram determinados segundo metodologias descritas pela *Association Official Analytical Chemists* (AOAC, 2005). Já a determinação de hidroximetilfurfural (HMF) foi realizada de acordo com RIZELIO et al. (2012). Os compostos fenólicos totais foram determinados através do método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI, 1965). E para a determinação da atividade antioxidante foram utilizados o método de desativação de radicais livres DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), de acordo com Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995), e o método do poder redutor FRAP, descrito por Benzie e Strain (1996) e modificado por Bertonecelj et al (2007).

Todas as análises foram realizadas em triplicatas e os dados apresentados como média \pm desvio padrão. O resultado das médias de cada região foi submetido à análise de variância (ANOVA) e ao teste HDS de Tukey

para avaliar diferenças entre as médias, sendo consideradas diferenças significativas para $p < 0,05$ em um nível de confiança de 95 %.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para a caracterização físico-química podem ser vistos nas Tabelas 1.1 e 1.2.

O teor de umidade é uma característica importante para determinar a qualidade do mel. Méis com altos níveis de água tendem a fermentar mais facilmente, o que torna este parâmetro de grande importância na especificação da qualidade do mel. De acordo com a legislação brasileira o teor de umidade não deve ser superior a 20 %. O mel maduro geralmente apresenta teor de umidade de 18 %. Isto é importante porque o teor de umidade influencia outras características tais com: viscosidade, peso, conservação, sabor, palatabilidade e cristalização. O teor de umidade variou entre 16,9 e 21,7 % (Tabela 1.1). Apenas as amostras da região G apresentaram um teor de umidade acima do limite estabelecido pela legislação brasileira. Isso pode ser explicado por uma possível colheita prematura do mel e/ou sob condições climáticas de alta umidade. Estes fatos foram confirmados pela equipe de colaboradores da EPAGRI, responsáveis pela coleta do mel, que colheram o mel em época de chuvas. Os resultados de umidade obtidos para as amostras de mel do segundo lote podem ser observados na Tabela 1.2. Para estas amostras, todos os resultados encontram-se dentro do limite estabelecido pela legislação, com valores variando entre 17,40 e 18,80 %.

Tabela 1.1 Características físico-químicas, conteúdo de hidroximetilfurfural (HMF) e atividade diastásica de amostras de mel de abelhas *Apis mellifera* coletadas no estado de Santa Catarina na safra 2010-2011.

Região	Umidade (%)	Condutividade elétrica (mS cm ⁻¹)	Acidez livre (meq/kg)	pH	HMF (mg kg ⁻¹)	Diastase (Göthe)
A	16,99±0,55 ^d	0,32 ± 0,03 ^e	24,75±3,26 ^c	3,74±0,11 ^{b,c}	ND	9,10 ± 1,45 ^c
B	18,00±0,40 ^{c,d}	1,00 ± 0,01 ^a	30,10±1,63 ^c	4,12±0,06 ^a	ND	18,87 ± 0,75 ^b
C	19,46±0,89 ^{b,c}	0,60 ± 0,07 ^b	30,79±3,17 ^c	4,13±0,21 ^a	ND	15,89 ± 2,37 ^b
D	18,37±0,90 ^c	0,49 ± 0,03 ^c	31,40±4,96 ^c	4,03±0,25 ^{a,b}	ND	11,65 ± 0,62 ^c
E	17,84±0,39 ^{c,d}	0,33 ± 0,01 ^{d,e}	44,89±2,53 ^{a,b}	3,68±0,22 ^{b,c,d}	ND	10,77 ± 3,52 ^c
F	18,71±0,28 ^b	0,28 ± 0,01 ^e	29,53±1,01 ^c	3,19±0,06 ^e	ND	19,38 ± 2,78 ^b
G	21,71±0,24 ^a	0,64 ± 0,01 ^b	52,18±1,54 ^a	3,48±0,07 ^{c,d,e}	4,26 ± 0,58 ^b	27,13 ± 1,14 ^a
H	18,04±0,08 ^{c,d}	0,40 ± 0,01 ^d	44,42±6,65 ^b	3,41±0,17 ^{d,e}	7,69 ± 0,78 ^a	28,90 ± 0,63 ^a

Valores expressos como média ± desvio padrão (n=5 para cada região). ^{a,b,c,d,e} Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente de acordo com teste de Tukey ($p < 0.05$).

A condutividade elétrica nas amostras de mel do primeiro lote (safra 2010-2011) variou entre 0,28 e 1,0 mS cm⁻¹ (Tabela 1.1). A condutividade elétrica do mel tem sido utilizada como método suplementar de determinação da sua origem, isto é, se formado de néctar (com alguma diferenciação de acordo com a espécie de planta) ou de melato. A legislação brasileira não estabelece um limite máximo para a condutividade elétrica.

Para as amostras do segundo lote (Tabela 1.2), a variação nos valores de condutividade elétrica foi menor, ficando entre 0,24 e 0,48 mS cm⁻¹.

Os valores de acidez livre nas amostras de mel do primeiro lote variaram entre 24,75 e 52,18 meq kg⁻¹ (Tabela 1.1). Todos os valores encontrados estavam em conformidade com a norma nacional, que é de 50 meq kg⁻¹, com exceção das amostras da região G, para as quais o valor de acidez ficou acima do permitido. Este fato era de se esperar, já que esta mesma amostra apresentou um teor de umidade mais elevado. O teor de umidade elevado acelera o processo de fermentação, aumentando com isso a acidez da amostra. Já para as amostras do segundo lote (Tabela 1.2), nenhum valor de acidez livre estava acima do limite preconizado na legislação brasileira.

Tabela 1.2 Características físico-químicas, conteúdo de hidroximetilfurfural (HMF) e atividade diastásica de amostras de mel de abelhas *Apis mellifera* coletadas no estado de Santa Catarina na safra 2011-2012.

Região	Umidade (%)	Condutividade elétrica (mS cm ⁻¹)	Acidez livre (meq/kg)	pH	HMF (mgkg ⁻¹)	Diastase (Göthe)
C	18,73 ± 0,23 ^{a,b}	0,48 ± 0,02 ^a	34,45 ± 1,23 ^b	3,70 ± 0,02 ^d	ND	16,78 ± 0,84 ^a
E	17,40 ± 0,84 ^b	0,24 ± 0,01 ^d	47,23 ± 1,02 ^a	3,01 ± 0,03 ^e	ND	8,58 ± 0,69 ^c
F	18,20 ± 1,48 ^{a,b}	0,28 ± 0,01 ^c	24,32 ± 0,61 ^d	3,76 ± 0,05 ^c	ND	13,58 ± 1,73 ^b
G	18,80 ± 0,55 ^a	0,31 ± 0,01 ^b	29,44 ± 0,34 ^c	4,10 ± 0,02 ^a	ND	16,61 ± 1,59 ^a
H	17,80 ± 0,40 ^{a,b}	0,32 ± 0,01 ^b	21,63 ± 0,80 ^e	3,84 ± 0,02 ^b	ND	14,28 ± 1,14 ^b

Valores expressos como média ± desvio padrão (n = 5 para cada região). ^{a,b,c,d,e} Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente de acordo com teste de Tukey ($p < 0.05$).

As medidas de pH obtidas para as amostras de mel da safra 2010-2011 (primeiro lote) variaram de 3,19 a 4,13 (Tabela 1.1). Os valores de pH para o mel estipulados pela legislação nacional estão na faixa de 3,3 a 4,6. Normalmente, o pH dos méis é baixo, sendo um fator importante que contribui para sua estabilidade frente ao desenvolvimento de microrganismos. Na Tabela 1.2 são apresentados os valores de pH das amostras coletadas na safra 2011-2012 (segundo lote), apresentando variação entre 3,01 e 4,10.

As determinações de HMF e atividade diastásica são realizadas no mel para se verificar a adulteração com açúcar comercial, estocagem inadequada e/ou superaquecimento. Os resultados obtidos nas quantificações de HMF e diastase para as amostras relativas ao primeiro lote de mel coletadas na safra 2010-2011 são apresentados na Tabela 1.1. Para a maioria das amostras analisadas não foi detectada a presença de HMF. Apenas nas amostras G e H foi detectada a presença de HMF, mesmo assim em quantidades bem abaixo do valor máximo estabelecido pela legislação nacional (60 mg kg⁻¹). A atividade diastásica variou entre 9,10 e 28,90 unidades Göthe. Os valores encontrados estão dentro do padrão estabelecido pela legislação brasileira, para o qual as amostras de mel devem apresentar atividade diastásica superior a 8 unidades Göthe.

A Tabela 1.2 apresenta os teores de HMF e atividade diastásica das amostras de mel de abelhas *Apis mellifera* coletadas no estado de Santa Catarina na safra 2011-2012, referentes ao segundo lote. Para estas amostras não foram detectados teores de HMF. As amostras utilizadas neste estudo foram analisadas em um

curto período de tempo após a colheita. As condições controladas na condução das amostras até as análises garantiram o frescor do mel, traduzido em parte pela ausência de hidroximetilfurfural na maioria das determinações analíticas. A atividade diastásica variou entre 8,58 e 16,78 unidades Göthe. Os valores encontrados estão dentro do padrão estabelecido pela legislação brasileira.

Na Tabela 2.1 estão apresentados os resultados obtidos para a determinação de compostos fenólicos totais e a avaliação da atividade antioxidante pelos métodos DPPH e FRAP das amostras de mel da safra 2010-2011. O teor de compostos fenólicos nas amostras analisadas variou entre 36,37 a 71,69 mg EAG 100 g⁻¹ de mel. As amostras analisadas das regiões B e G apresentaram o maior conteúdo de compostos fenólicos totais, bem como a maior atividade antioxidante, tanto pelo método DPPH quanto pelo método FRAP. A concentração e o tipo de compostos bioativos presentes nas amostras são diretamente influenciados pela origem floral do mel, mas também outros fatores como variações sazonais e ambientais podem influenciar na composição do mel.

Tabela 2.1 Compostos bioativos e atividade antioxidante em amostras de mel de abelhas *Apis mellifera* coletadas no estado de Santa Catarina na safra 2010-2011.

Região	Fenólicos totais ¹	DPPH ²	FRAP ³
A	36,37 ± 2,01 ^d	9,55 ± 1,04 ^{b,c}	190,13 ± 21,65 ^d
B	71,69 ± 7,70 ^a	16,96 ± 2,56 ^a	453,03 ± 26,89 ^a
C	41,03 ± 3,06 ^{c,d}	12,19 ± 1,53 ^b	369,73 ± 63,38 ^b
D	46,03 ± 1,46 ^c	12,50 ± 1,79 ^b	322,39 ± 16,28 ^{b,c}
E	44,17 ± 2,51 ^{c,d}	9,38 ± 0,67 ^{b,c}	276,92 ± 9,02 ^c
F	41,53 ± 1,43 ^{c,d}	11,68 ± 1,50 ^b	150,44 ± 6,51 ^d
G	69,32 ± 1,35 ^a	19,09 ± 1,77 ^a	369,83 ± 8,59 ^b
H	62,39 ± 3,91 ^b	7,48 ± 1,90 ^c	267,11 ± 28,00 ^c

Valores expressos como média ± desvio padrão (n = 5 para cada região). ¹ mg EAG 100 g⁻¹ de mel, ² mg EAA 100 g⁻¹ de mel, ³ μmol Fe II 100 g⁻¹ de mel. ^{a,b,c,d} Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey. (p < 0.05).

Tabela 2.2 Compostos bioativos e atividade antioxidante em amostras de mel de abelhas *Apis mellifera* coletadas no estado de Santa Catarina na safra 2011-2012.

Região	Fenólicos totais ¹	DPPH ²	FRAP ³
C	49,93 ± 1,22 ^b	18,56 ± 0,63 ^b	262,92 ± 1,95 ^c
E	42,33 ± 0,73 ^c	14,70 ± 0,42 ^c	161,47 ± 2,02 ^d
F	41,34 ± 0,70 ^c	18,89 ± 0,39 ^b	292,45 ± 2,72 ^b
G	75,09 ± 1,02 ^a	23,39 ± 0,58 ^a	298,40 ± 3,24 ^a
H	39,27 ± 0,78 ^d	5,68 ± 0,21 ^d	143,37 ± 2,27 ^e

Valores expressos como média ± desvio padrão (n = 5 para cada região). ¹ mg EAG 100 g⁻¹ de mel, ² mg EAA 100 g⁻¹ de mel, ³ μmol Fe II 100 g⁻¹ de mel. ^{a,b,c,d,e} Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey (p < 0.05).

Os valores de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante das amostras de mel da safra 2011-2012 (segundo lote) são apresentados na Tabela 2.2. Observa-se que os teores fenólicos foram similares aos teores observados para as mesmas amostras na safra anterior, com exceção da amostra da região H (Campos Novos), para a qual o teor fenólico foi menor que o observado na safra do primeiro lote de mel. A amostra da região H também foi a única que apresentou capacidade de desativação do radical DPPH menor em comparação com a mesma amostra colhida na safra anterior. Já para o poder antioxidante de redução do ferro, a amostra da região F (São Miguel do Oeste), colhida no segundo lote de mel, foi a única a superar o valor observado para a amostra correspondente no primeiro lote (safra 2010-2011).

4 CONCLUSÕES

As análises físico-químicas das amostras de méis, coletadas nas diferentes regiões de Santa Catarina, atendem à maioria dos parâmetros estabelecidos pela legislação brasileira para méis, com exceção da amostra da região G que apresentou valores de umidade e acidez um pouco acima dos limites permitidos. Os resultados revelam uma relação positiva entre a atividade antioxidante e o conteúdo de compostos fenólicos totais. Todas as amostras analisadas demonstraram atividade antioxidante, indicando o potencial terapêutico do mel catarinense.

5 REFERÊNCIAS

- ALJADI, A. M.; KAMARUDDIN, M. Y. Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. **Food Chemistry**, v. 85, n. 4, p. 513-518, 2004.
- AL-MAMARY, M.; AL-MEERI, A.; AL-HABORI, M. Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. **Nutrition Research**, v. 22, n. 9, p. 1041-1047, 2002.
- AOAC (2005). Official Methods of Analysis. In W. Horwitz (Ed) (18th ed.). Gaithersburg, MD, USA: Association of official Analytical Chemists, Inc.
- BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “Antioxidant Power”: The FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, v. 239, p. 70-76, 1996.
- BERTONCELJ, J.; DOBERŠEK, U.; JAMNIK, M.; GOLOB, T. Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. **Food Chemistry**, v. 105, n. 2, p. 822-828, 2007.
- BRAND-WILLIAMNS, W.; CUVERLIER, 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. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 de outubro de 2000.
- GHELDOLF, N.; WANG, X. H.; ENGESETH, N. J. Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 5870-5877, 2002.
- 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.
- RIZELIO, V.M.; GONZAGA, L.V.; BORGES, G.S.C.; MICKE, G.A.; FETT, R.; COSTA, A.C.O. Development of a fast MECK method for determination of 5-HMF in honey samples, **Food Chemistry**, v. 133, p. 1640-1645, 2012.

6 AGRADECIMENTOS

À EPAGRI, ao CNPQ e a CAPES.