

Waltrich, C & Carvalho, LF. (2020). Study of physical and chemical properties during storage of honey produced in the region of Blumenau, Brasil. *Research, Society and Development*, 9(7): 1-15, e495974070.

Estudo de propriedades físicas e químicas durante armazenamento de mel produzido na região de Blumenau, Brasil

Study of physical and chemical properties during storage of honey produced in the region of Blumenau, Brasil

Estudio de propiedades físicas y químicas durante el almacenamiento de miel producida en la región de Blumenau, Brasil

Recebido: 29/04/2020 | Revisado: 10/05/2020 | Aceito: 14/05/2020 | Publicado: 23/05/2020

Camile Waltrich

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0868-9864>

Universidade de Blumenau, Brasil

E-mail: camiwaltrich@gmail.com

Lisiane Fernandes de Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0816-5200>

Universidade de Blumenau, Brasil

E-mail: lfcarvalho@furb.br

Resumo

Este trabalho teve como objetivo verificar a qualidade do mel produzido na região de Blumenau/SC – Brasil e possíveis alterações durante seu armazenamento. Para isto foram realizadas análises de acordo com a legislação em relação ao teor de umidade, cinzas, acidez, açúcares redutores, sacarose aparente, sólidos insolúveis em água, hidroximetilfurfural, atividade diastásica, cor e reação de lund, fiehe e lugol. Seis amostras foram analisadas logo após a colheita do mel e após 10 meses de armazenamento. A partir dos resultados obtidos verificou-se que 33,33% das amostras apresentaram desacordo com os padrões estabelecidos na legislação. Os parâmetros que apresentaram o maior número de amostras com variação significativa ao longo do armazenamento foram umidade e atividade diastásica, 100% e 66,67% respectivamente, os demais tiveram de 16,67% a 50% das amostras com variação significativa com exceção da sacarose aparente, a qual foi a única que não teve nenhuma variação expressiva. Estas análises proporcionaram maior conhecimento do mel produzido na

região de Blumenau, aumentando, dessa forma, seu valor agregado, além de estimular a produção de mel e garantir ao consumidor a aquisição de um produto seguro e de qualidade.

Palavras-chave: Análises; Armazenamento; Mel; Qualidade.

Abstract

This work had as objective to verify the quality of honey produced in the region of Blumenau/SC - Brazil and possible changes during its storage. For this, analyzes were carried out according to the legislation regarding moisture content, ash, acidity, reducing sugars, apparent sucrose, water insoluble solids, hydroxymethylfurfural, diastase activity, color and lund, fiehe and lugol reaction. The six samples were analyzed shortly after honey harvest and after 10 months of storage. From the obtained results it was verified that 33.33% of the samples presented disagreement with the standards established in the legislation. The parameters that presented the largest number of samples with significant variation along the storage were moisture and diastase activity, 100% and 66,67% respectively, the others had from 16.67% to 50% of the samples with significant variation with the exception of the apparent sucrose, which was the only one that did not have any expressive variation. These analyzes provided greater knowledge of honey produced in the region of Blumenau, thus increasing its added value, in addition to stimulating honey production and guaranteeing the consumer the purchase of a safe and quality product.

Keywords: Analysis; Honey; Quality; Storage.

Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo verificar la calidad de la miel producida en la región de Blumenau/SC - Brasil y los posibles cambios durante su almacenamiento. Para eso, se realizaron análisis de acuerdo con la legislación en relación con el contenido de humedad, cenizas, acidez, azúcares reductores, sacarosa aparente, sólidos insolubles en agua, hidroximetilfurfural, actividad diastásica, color y reacción de lund, fiehe y lugol. Las seis muestras se analizaron poco después de la cosecha de miel y después de 10 meses de almacenamiento. A partir de los resultados obtenidos se verificó que el 33.33% de las muestras mostraron desacuerdo con los estándares establecidos en la legislación. Los parámetros que mostraron el mayor número de muestras con variación significativa durante el almacenamiento fueron la humedad y la actividad diastásica, 100% y 66,67% respectivamente, los otros tenían 16,67% a 50% de las muestras con variación significativa con la excepción de la sacarosa aparente, que fue la única que no mostró variación expresiva.

Estos análisis proporcionaron un mayor conocimiento de la miel producida en la región de Blumenau, aumentando así su valor agregado, además de estimular la producción de miel y garantizar al consumidor la compra de un producto seguro y de calidad.

Palabras clave: Análisis; Almacenamiento; Calidad; Miel.

1. Introdução

A elaboração do mel é resultado de dois processos de transformação do néctar, que ocorrem fora e dentro do organismo das abelhas: a modificação física, responsável pela evaporação da água, e a inversão química do açúcar complexo em simples (Wiese, 1974). Quando a atividade enzimática e a desidratação são finalizadas, considera-se que o mel está maduro, por fim, este é selado hermeticamente com o opérculo de cera e está pronto para a coleta (Vieira, et al., 2014).

O produto final é caracterizado como uma mistura de diferentes açúcares, com destaque para a frutose e a glicose, juntamente com demais carboidratos, enzimas, ácidos orgânicos, aminoácidos, minerais e pólen (Zenebon, 2005). A composição normalmente varia, sendo influenciada por diversos fatores como: condições climáticas, o nível de maturação, a espécie da abelha, o tipo de vegetação do qual o néctar se origina, entre outros. Outro aspecto que influencia diretamente na qualidade do mel são as etapas de extração, processamento e armazenamento realizadas pelo apicultor (Silva, Queiroz & Figueiredo, 2004).

A abelha *Apis melífera* vive há milhões de anos e é a espécie mais utilizada como produtora de mel para o consumo humano, isso se deve principalmente à sua fácil domesticação, e ao fato de ser originária dos principais países consumidores. Acredita-se que o seu país de origem é a África, difundindo-se posteriormente para o norte e leste europeu, para a Índia, China e por fim para as Américas (Alves, 2005; Pegoraro, 2007).

O mel proveniente da *Apis* foi muito utilizado medicinalmente pelas antigas civilizações, sendo estimado pelos Egípcios, Árabes e Gregos (Pereira, 2008). Atualmente o mel não só é utilizado na indústria farmacêutica, como também na dieta humana e na constituição de cosméticos. Isso se deve ao alto valor nutritivo do mel, o qual possui porções de diferentes vitaminas em sua constituição, como B1 (tiamina), B2 (riboflavina), C (ácido ascórbico), B6 (piridoxina), ácido pantotênico e ácido nicotínico (Wiese, 1974). Dessa forma além de ser um produto natural, doce e saboroso, também é capaz de atuar como cicatrizante, expectorante, antibacteriano, anti-inflamatório, analgésico e sedativo quando consumido frequentemente (Muxfeldt, 1986).

Para manter a sua qualidade é essencial que o mel seja conservado em local fresco, ao abrigo da luz, preferencialmente em um vasilhame de vidro e, principalmente, bem fechado, isolado do ar, devido à sua propriedade higroscópica a qual absorve facilmente a umidade presente no ar e odores de outros alimentos. Um armazenamento adequado é capaz de evitar a fermentação do mel e preservar todas as suas propriedades nutricionais, garantindo que a qualidade do produto se mantenha (Schirmer, 1986).

A cristalização é um processo natural do mel que consiste na separação da glicose, que é menos solúvel que a frutose, resultando na formação de hidratos de glicose (Wiese, 1974). Sendo assim, todo mel puro cristaliza após algum tempo, dependendo principalmente da origem floral, da temperatura de armazenamento e do tipo de vasilhame escolhido (Muxfeldt, 1986).

Tendo em vista o crescente consumo mundial de mel devido a maior demanda dos consumidores por produtos naturais com qualidades terapêuticas e nutricionais, torna-se essencial a verificação das características que determinam a qualidade do produto, de modo a aferir se estão em acordo com o determinado na legislação (Orso, 2011).

No Brasil, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel (Brasil, 2000), apresenta os critérios de qualidade para o mel definidos pelas características sensoriais (cor, sabor, aroma e consistência) e físico-químicas referentes a maturidade, pureza e deterioração (teor de açúcares redutores e não redutores, umidade, sólidos insolúveis em água, minerais, acidez, atividade diastásica e hidroximetilfurfural).

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo verificar a qualidade do mel produzido na região de Blumenau e possíveis alterações durante seu armazenamento.

2. Metodologia

Uma vez que todas as análises foram realizadas sob condições controladas em laboratório, de acordo com Pereira, et al. (2018), este artigo é uma pesquisa laboratorial de natureza quali-quantitativa, onde a parte qualitativa refere-se às análises de cor e de presença de adulteração nas amostras, e a parte quantitativa está relacionada aos resultados obtidos a partir dos parâmetros físico-químicos ao decorrer do tempo de armazenamento. Os dados quantitativos foram analisados estatisticamente pelo Teste de Tukey para verificar se houve variação significativa entre as análises de cada parâmetro, considerando $p \leq 0,05$.

Para isso, as seis amostras de mel proveniente de abelha *Apis mellifera* utilizadas na pesquisa foram coletadas pelos apicultores da região de Blumenau-SC, entre os meses de

novembro e fevereiro. As amostras foram armazenadas em embalagens plásticas, conforme método de comercialização, à temperatura ambiente sem incidência direta de luz solar.

As análises físico-químicas foram realizadas logo após a colheita do mel e após 10 meses de armazenamento. As amostras foram analisadas em duplicata, com relação ao teor de umidade, cinzas, acidez, açúcares redutores, sacarose aparente, sólidos insolúveis em água, atividade diastásica e hidroximetilfurfural de acordo com os métodos oficiais da Associação de Analistas Químicos Oficiais (AOAC, 2000). As análises de cor, reação de Lund, Fiehe e Lugol foram realizadas de acordo com a metodologia apresentada por Zenebon, et al. (2008).

3. Resultados e Discussão

Os resultados apresentados na Tabela 1 são referentes às análises realizadas logo após a coleta do mel adquirido de diferentes apicultores da região de Blumenau (SC), e 10 meses após a coleta para possibilitar o monitoramento das características físico químicas ao longo do tempo. Os resultados obtidos foram avaliados de acordo com parâmetros estabelecidos no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel (Brasil, 2000) (Tabela 2).

Todo mel deve ser conservado bem fechado devido a sua propriedade higroscópica, a qual absorve a umidade do ar que se condensa na superfície, facilitando o processo de fermentação (Schirmer, 1986). Além disso, o excesso de umidade facilita o processo de cristalização do mel, uma vez que favorece a ação de enzimas que decompõem a sacarose em glicose, a qual é menos solúvel, resultando na sua precipitação (Pinto & Lima, 2010). A partir dos resultados obtidos, (Tabela 1), verificou-se que durante a primeira análise todas as amostras encontravam-se no estado líquido, sem cristalização, após alguns meses de armazenamento foram identificados princípios de cristalização nas amostras 1, 2, 3, 4 e 6, o que pode ter sido ocasionado devido ao aumento de umidade, pois a partir da segunda análise, os valores obtidos foram superiores a 17%.

Tabela 1: Resultados das análises referentes aos parâmetros físico-químicos de umidade (UM), acidez total (AT), cinzas (CI), sólidos insolúveis (SI), açúcares redutores (AR), sacarose aparente (SA), HMF e atividade diastásica (AD)

Amostras		Parâmetro físico-químicos						
Logo após colheita	UM (%)	AT (mmeq/kg)	CI (%)	SI (%)	AR (%)	SA (%)	HMF (mg/kg)	AD
1	13,32 ±0,18 ^a	38,40 ±0,00 ^a	0,54 ±0,04 ^a	0,000 ±0,00 ^a	58,47 ±2,83 ^a	8,39 ±1,46 ^a	1,20 ±0,14 ^a	13,69 ±1,14 ^a
2	13,29 ±0,25 ^a	37,59 ±0,00 ^a	0,32 ±0,02 ^a	0,020 ±0,01 ^a	68,78 ±0,04 ^a	0,00 ±0,00 ^a	0,76 ±2,49 ^a	13,85 ±3,46 ^a
3	14,22 ±0,22 ^a	36,77 ±1,84 ^a	0,22 ±0,04 ^a	0,010 ±0,00 ^a	71,87 ±1,55 ^a	0,00 ±0,00 ^a	0,00 ±0,00 ^a	07,19 ±0,00 ^a
4	12,58 ±0,32 ^a	18,60 ±0,35 ^a	0,43 ±0,05 ^a	0,010 ±0,00 ^a	70,20 ±8,76 ^a	1,79 ±8,57 ^a	1,48 ±0,64 ^a	12,63 ±0,93 ^a
5	12,25 ±0,08 ^a	24,88 ±0,33 ^a	0,07 ±0,03 ^a	0,010 ±0,00 ^a	71,58 ±0,24 ^a	0,00 ±0,00 ^a	2,92 ±0,43 ^a	03,11 ±0,00 ^a
6	14,19 ±0,22 ^a	41,17 ±0,32 ^a	0,80 ±0,10 ^a	0,030 ±0,01 ^a	73,03 ±1,03 ^a	0,00 ±0,00 ^a	0,00 ±0,00 ^a	11,51 ±0,00 ^a
Após 10 meses	UM (%)	AT (mmeq/kg)	CI (%)	SI (%)	AR (%)	SA (%)	HMF (mg/kg)	AD
1	17,10 ±0,00 ^b	39,35 ±0,58 ^a	0,43 ±0,14 ^a	0,009 ±0,00 ^b	80,16 ±1,87 ^b	4,64 ±1,16 ^a	3,75 ±0,06 ^b	20,00 ±4,88 ^a
2	18,20 ±0,00 ^b	36,98 ±0,04 ^b	0,33 ±0,01 ^a	0,021 ±0,00 ^a	72,20 ±3,93 ^a	0,00 ±0,00 ^a	1,03 ±1,36 ^a	34,92 ±0,45 ^b
3	18,20 ±0,00 ^b	37,05 ±0,25 ^a	0,16 ±0,01 ^a	0,020 ±0,00 ^a	74,53 ±5,29 ^a	0,00 ±0,00 ^a	0,00 ±0,00 ^a	11,72 ±0,90 ^b
4	19,20 ±0,00 ^b	40,04 ±0,42 ^b	0,43 ±0,01 ^a	0,009 ±0,00 ^a	88,47 ±0,82 ^a	1,56 ±0,24 ^a	1,53 ±0,01 ^a	15,05 ±0,69 ^a
5	16,10 ±0,00 ^b	26,63 ±0,47 ^a	0,01 ±0,00 ^a	0,010 ±0,00 ^a	84,19 ±2,25 ^b	0,00 ±0,00 ^a	5,29 ±0,23 ^b	06,49 ±0,99 ^b
6	18,20 ±0,00 ^b	27,87 ±0,32 ^b	0,31 ±0,01 ^b	0,010 ±0,00 ^a	77,79 ±1,13 ^b	0,00 ±0,00 ^a	0,00 ±0,00 ^a	13,65 ±0,56 ^b

Os resultados foram comparados em relação ao resultado da análise final e inicial para cada amostra, amostras seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Autores.

Tabela 2: Parâmetros correspondentes às características físico-químicas do mel de acordo com a legislação.

Característica	Parâmetro
Umidade	Máximo 20g/100g
Acidez Total	Máximo de 50 mil equivalentes por quilograma
Cinzas	Máximo 0,6g/100g
Sólidos Insolúveis	Máximo 0,1g/100g
Açúcares Redutores	Mínimo 65g/100g
Sacarose Aparente	Máximo 6g/100g
Hidroximetilfurfural	Máximo de 60mg/kg
Atividade Diastásica	Mínimo 8

Fonte: Brasil (2000).

Conforme os resultados apresentados na Tabela 1, todas as amostras apresentaram baixo teor de umidade quando comparadas com o limite estabelecido na legislação (Tabela 2), representando que estas foram bem conservadas até o momento das análises e que provavelmente não continham indício de fermentação. A fermentação promove a transformação dos açúcares presentes em álcool e gás carbônico, onde o álcool, por sua vez, é convertido em ácido acético na presença de oxigênio, possibilitando o desenvolvimento e atuação de microrganismos que diminuem a qualidade do mel (Venturini, Sarcinelli & Silva, 2007).

Ademais, também é possível perceber que em todas as amostras houve aumento da umidade com o passar do tempo, a amostra que apresentou a maior diferença foi a 4, com um aumento de 52,62% e a que menos variou foi a amostra 3 em 27,99%. De acordo com o Teste de Tukey todas as amostras apresentaram variação significativa, ($p \leq 0,05$).

A acidez, além de inibir o desenvolvimento de microrganismos e indicar a presença de processos fermentativos, também confere características químicas e influencia no sabor do mel (Finco, Moura & Silva, 2010). De acordo com a Tabela 1, todas as amostras apresentaram resultados de acordo com o limite estabelecido (Tabela 2), indicando a ausência de fermentação e de microrganismos prejudiciais.

Quanto aos ácidos que conservam o mel, os mais comumente encontrados são o ácido fórmico, cítrico, láctico, fosfórico, cúprico, oxálico e propínico (Muxfeldt, 1986). A acidez do mel pode variar de acordo com a composição dos ácidos orgânicos que resultam da fonte de néctar, com a ação da enzima glicose-oxidase que produz o ácido glucônico, com a ação das bactérias no processo de maturação e com a concentração de minerais presentes no mel (Evangelista-Rodrigues, et al., 2005).

Dessa forma, a partir dos resultados obtidos não foi possível observar um padrão de variação da acidez entre a primeira e a segunda análise, visto que as amostras 1, 3, 4, e 5 apresentaram um aumento, enquanto que as amostras 2 e 6 reduziram o teor de acidez total. A maioria das amostras apresentou pouca variação, inferior a 10%, contudo as amostras 2, 4 e 6 tiveram variação significativa, sendo a 4 a maior delas, na qual o resultado da análise final foi superior ao dobro da primeira análise.

O teor de cinzas representa a quantidade de minerais presentes no mel, a composição varia de acordo com o tipo de solo usado para as flores de qual o néctar foi coletado, entre os minerais mais encontrados estão o potássio, magnésio, cálcio, ferro, fósforo, sódio, manganês, iodo, zinco, lítio e cobalto, sendo o potássio o elemento mais abundante, correspondendo a aproximadamente um terço do total de minérios presente (Silva, et al., 2015). Também é usado como parâmetro para avaliar o valor nutricional do mel, quanto mais escuro, mais nutritivo será o mel, devido a maior concentração de minerais (Muxfeldt, 1986). O teor de cinzas teve uma variação não uniforme entre as análises, abrangendo de 0% á 86%, na qual apenas a amostra 6 teve uma variação significativa.

Segundo Finco (2010), o teor de cinzas pode ser usado como um indicativo não só de adulteração por materiais inorgânicos, tais como terra, areia, excesso de pólen, como também de poluição ambiental, uma vez que o conteúdo mineral depende do tipo de solo. Além disso, valores acima do permitido podem indicar irregularidades no processo de preparação do mel pelo apicultor como falta de higiene e não decantação e/ou filtração. De acordo com resultados apresentados na Tabela 1, as análises de cinzas indicaram que a amostra 6 está 33,33% acima do máximo permitido na primeira análise, entretanto, esta apresentou um valor dentro do permitido na segunda análise.

Os sólidos insolúveis são sedimentos normais presente nos méis, tais como resquícios de cera e de grãos de pólen, ou possíveis contaminações provenientes da colheita e processamento (Araújo, Silva & Sousa, 2006). De acordo com os resultados obtidos (Tabela 1), verificou-se que todas as amostras encontram-se em concordância com o padrão estabelecido. De acordo com o Teste de Tukey, apenas a amostra 1 apresentou variação significativa entre as análises, ($p \leq 0,05$).

Os açúcares redutores são os compostos presentes em maior quantidade e correspondem à frutose e à glicose contida no mel. Visto que a glicose é menos solúvel em água, ela é responsável pela cristalização do mel, enquanto que a frutose influencia no sabor adocicado. Esses açúcares correspondem à propriedades como viscosidade, higroscopicidade, granulação, valor energético e atividade antibacteriana (Bogo, Santin & Frighetto, 2017).

Os resultados obtidos para o teor de açúcares redutores indicam que a amostra 1 está 10,05% abaixo do limite estabelecido pela legislação (Tabela 2). A amostra 1 também está irregular em relação ao parâmetro de sacarose aparente: 39,83% acima do máximo permitido, pois segundo Bogo (2017), quando o mel apresenta teor de sacarose elevado pode ser devido a colheita prematura, indicando desacordo com os padrões de qualidade.

A partir da Tabela 1, conclui-se que os valores de açúcares redutores aumentaram com o passar do tempo enquanto que os de sacarose aparente diminuíram. Isso se deve ao fato de estes valores estarem relacionados, uma vez que o mel só atinge a maturidade quando a transformação da sacarose em glicose e frutose se completa, indicando que este está pronto para a coleta (Silva, et al., 2015). Além disso, valores acima do permitido para sacarose aparente podem indicar adulterações, tais como adição de açúcares baratos ou alimentação artificial prolongada das abelhas com xaropes de sacarose (Silva, et al., 2015). Na análise estatística os dados referentes à análise inicial e final da sacarose aparente variaram menos do que os dados dos açúcares redutores, estes tiveram variação significativa nas amostras 1, 5 e 6, enquanto que daqueles nenhum alcançou uma variação significativa.

Sendo assim, com relação à análise de sacarose aparente, todas as amostras estão dentro do padrão estabelecido com exceção da amostra 1, que também está irregular em relação ao parâmetro de açúcares redutores, a qual apresentou um valor de 39,83% acima do máximo permitido. Dessa forma, os valores mais elevados de sacarose aparente na primeira análise correspondem aos valores mais baixos obtidos para açúcares redutores, indicando que o mel não completou a fase de maturação, o que pode ter sido ocasionado por uma colheita prematura (Bogo, Santin & Frighetto, 2017).

O hidroximetilfurfural (HMF) é um composto químico formado pela reação de decomposição da frutose em meio ácido, atuando como indicador de qualidade e envelhecimento. Pois quanto mais elevado for o valor de HMF menor será o valor nutricional do mel, representando a destruição de determinadas vitaminas e enzimas (Silva, et al., 2008). Sua concentração aumenta quando o mel é aquecido, armazenado por um longo período, ou adulterado com açúcar invertido. Além disso, outros fatores também influenciam no teor de HMF, tais como a quantidade de açúcares presentes, a presença de ácidos, pH, teor de umidade e origem floral (Barbosa, 2013).

Como visto na Tabela 1, todos os valores de hidroximetilfurfural estão em acordo com a legislação, demonstrando que o mel não sofreu adulteração por xarope de açúcar, nem por superaquecimento. Também é possível perceber quando comparado a primeira com última análise que, como esperado, o valor aumentou em todos os méis, uma vez que o HMF é um

indicador do grau de envelhecimento do mel. Dessa forma, a amostra que apresentou a maior variação foi a 1, aproximadamente triplicando seu valor inicial. Já as amostras 3 e 6 não apresentaram HMF detectados, com isso, apenas as amostras 1 e 5 apresentaram uma variação estatisticamente significativa, ($p \leq 0,05$).

A atividade diastásica corresponde à atividade das enzimas α e β -amilases naturalmente presentes em 1 g de mel, com capacidade de hidrolisar 0,01 g de amido em maltose (dissacarídeo) e maltotriose (trissacarídeo), durante 1 h na temperatura de 40°C, sendo expressa como o número de diastase nas unidades de Göthe (Ahmed, et al., 2013). Estas enzimas são capazes de indicar não só o superaquecimento do mel como também o seu grau de envelhecimento de uma maneira muito semelhante ao HMF, uma vez que elas são sensíveis a temperaturas acima de 60°C. Outro aspecto que causa a alteração deste valor ocorre quando as abelhas são alimentadas artificialmente por tempo prolongado, resultando em deficiência enzimática (Pasias, Kiriakou & Proestos, 2017).

Para a atividade diastásica o mínimo permitido pela legislação é de 8 na escala Göthe, (Tabela 2), entretanto, uma vez que fatores naturais como a idade das abelhas, a quantidade de néctar disponível e o seu teor de açúcar podem resultar em valores mais baixos para esta análise, o parâmetro pode sofrer alteração. Com isso, se o valor obtido para HMF for menor que 15mg/kg, o mínimo passa a ser 3 na escala Göthe, estes dois parâmetros são necessários para comprovar que o baixo valor encontrado para atividade diastásica não é resultado de um possível tratamento térmico ou armazenamento prolongado (Brasil, 2000; Pasias, Kiriakou & Proestos, 2017).

Dessa forma, como observado na Tabela 1, todas as amostras encontram-se dentro do padrão estabelecido. Ao longo do tempo de armazenamento, todas as amostras apresentaram aumento da atividade diastásica, além disso, esta variação foi bem expressiva, na qual as amostras 2, 3, 5 e 6 apresentaram variação significativa de acordo com o Teste de Tukey.

A cor é um dos parâmetros mais variável entre méis, este é determinado principalmente pela origem botânica, podendo variar de acordo com o teor de cinzas, com a temperatura de armazenamento na colmeia e com o tempo de estocagem (Gámbaro, et al., 2007). De acordo com Muxfeldt (1986), para dar os diferentes tons e cores do mel as abelhas colhem a clorofila, carotina, xantofila e aproveitam também a antocianina, tanino, partículas coloidais e derivados benzênicos.

Sendo assim, os resultados apresentados na Tabela 3 demonstraram que todas as amostras estão de acordo com o padrão de cor estabelecido pela legislação, o qual pode variar de quase incolor a pardo-escuro (Brasil, 2000).

Tabela 3: Resultado das análises de cor e reação de Lund, de Fiehe e de Lugol.

Amostra	Cor	Reação de Lund	Reação de Fiehe	Reação de Lugol
1	Âmbar claro	OK	OK	OK
2	Âmbar claro	OK	OK	OK
3	Âmbar	OK	OK	OK
4	Âmbar claro	OK	OK	OK
5	Âmbar	OK	OK	OK
6	Âmbar claro	OK	OK	OK

Fonte: Autores.

Os resultados referentes às reações de Lund, Fiehe & Lugol (Tabela 3), indicam se houve adulteração no mel. A reação de Lund indica a presença de albuminoides, a de Fiehe indica a presença substâncias produzidas durante o superaquecimento de mel ou a adição de xaropes de açúcares, e a reação de Lugol, por sua vez, acusa a presença de amido e dextrinas no mel, (IAL, 2005). Dessa forma, todas as amostras foram aprovadas nas três análises, indicando que nenhuma sofreu adulteração.

4. Considerações Finais

Conforme as análises realizadas foi possível verificar a qualidade do mel produzido na região de Blumenau (SC), visto que nenhuma das amostras foi reprovada nos testes referentes à adulteração e das seis amostras analisadas apenas duas estavam em desacordo com os parâmetros exigidos em no máximo duas características. Também foi possível quantificar quanto o tempo de armazenamento do mel influenciou cada uma das suas características físico-químicas.

Dessa forma, as análises referentes à umidade e à atividade diastásica foram as que apresentaram estatisticamente a maior variação, tendo em vista que pelo menos 66,67% das amostras obtiveram variação significativa. Isso confirma a função da atividade diastásica como indicadora do grau de envelhecimento do mel e a cristalização natural do mel com o tempo em função ao aumento do teor de umidade, uma vez que ambos variam proporcionalmente conforme o tempo de armazenamento da amostra.

Não apenas as características físico-químicas, como também as características funcionais do mel influenciam diretamente na sua composição. Com isso, uma sugestão para trabalhos futuros é acerca da quantificação de como o tempo de armazenamento influencia nas propriedades funcionais do mel, tais como atividade antioxidante e antimicrobiana.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À Prefeitura de Blumenau, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) e Associação de Apicultores de Blumenau.

Referências

Ahmed, M, Djebli, N, Aissat, S, Khiati, B, Meslem, A & Bacha, S. (2013). In vitro activity of natural honey alone and in combination with curcuma starch against *Rhodotorula mucilaginosa* in correlation with bioactive compounds and diastase activity. *Asian Pacific Journal Of Tropical Biomedicine*, 3(10), 816-821. doi:10.1016/S2221-1691(13)60161-6

Alves, R. M. O., Carvalho, C. A. L., Souza, B. A., Sodr , G. S., & Marchini, L. C. (2005). Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia smith* (hymenoptera: apidae). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25(4), 644-650. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/cta/v25n4/27630.pdf>.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. (2000). *Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists*. Virginia: Association of Official Analytical Chemists, INC.

Araújo, R. D, Silva, R. H. D., & Souza, J. S. (2006). Avalia o da qualidade físico-química do mel comercializado na cidade de Crato, CE. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 6(1), 51-55.

Barbosa, J. S. (2013). *Avaliação físico-química de méis comercializados nas feiras de Imperatriz - MA*. 40 f. TCC (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz. Recuperado de <https://monografias.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/95/1/Monografia%20Jam%20da%20Silva%20Barbosa.pdf>.

Bogo, S., Santin, N. C., & Frighetto, M. (2017). Avaliação das características físico-químicas do mel comercializado nos municípios de Fraiburgo e Videira, SC. *Unoesc & Ciência*, 8(2), 109-116. Recuperado de <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/acbs/article/view/13028>.

Brasil. (2000). *Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 11, de 20/10/2000. Padrão de identidade e qualidade do mel*. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

Da Silva, C. L., Queiroz, A. J. de M. de, & Figueirêdo R. M. F. (2004). Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado do Piauí para diferentes floradas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 8(2/3), 260-265. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v8n2-3/v8n2a15.pdf>.

Evangelista-Rodrigues, A., Silva, E. M. S., Beserra, E. M. F., & Rodrigues, M. L. (2005). Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em duas regiões no Estado da Paraíba. *Ciência Rural*, 35(5), 1166-1171. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782005000500028>.

Finco, F. D. B. A., Moura, L. L., & Silva, I. G. (2010). Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30(3), 706-712. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/cta/v30n3/v30n3a22.pdf>.

Gámbaro, A., Ares, G., Giménez, A., & Pahor, S. (2007). Preference mapping of color of uruguayan honeys. *Journal Of Sensory Studies*, 22(5), 507-519. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2007.00125.x>

IAL. Instituto Adolfo Lutz. (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.

Muxfeldt, H. (1986). *Mel e muito mais*. Porto Alegre: Sagra Ed.

Orso, D. (2011). *Determinação de resíduos de agrotóxicos em mel empregando método QueChERS modificado e GC-ECD*. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS. Recuperado de <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/10490/ORSO%2C%20DEBORA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Pasias, I. N., Kiriakou, I. K., & Proestos, C. (2017). HMF and diastase activity in honeys: A fully validated approach and a chemometric analysis for identification of honey freshness and adulteration. *Food Chemistry*, 229, 425-431. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.02.084

Pegoraro, A. (2007). *Técnicas para boas práticas apícolas*. Curitiba: Layer Studio Gráf. e Ed.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Acesso em: 22 maio 2020. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Pereira, A. P. R. (2008). *Caracterização de Mel com vista à Produção de Hidromel*. 68 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar) - Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/05a5/cab5e23beec7b3366e81fabf0524f5569531.pdf>.

Pinto, C. C. O. A., & Lima, L. R. P. (2010). Análises físico-químicas de méis consumidos no Vale do Aço/ MG. *Farmácia & Ciência*, 1, 27-40. Recuperado de https://www.unileste.edu.br/farmaciaeciencia/volumes/artigo_3_F_C.pdf.

Schirmer, L. R. (1986). *Abelhas ecológicas*. São Paulo: Nobel.

Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O., & Fett, R. (2015). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196, 309-323. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.09.051

Silva, S. J. N., Schuch, P. Z., Vainstein, M. H., & Jablonski, A. (2008). Determinação do 5-hidroximetilfurfural em méis utilizando cromatografia eletrocinética capilar micelar. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28(Supl.), 46-50. doi: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000500008>

Venturini, K. S., Sarcinelli, M. F., & Silva, L. C. (2007). *Características do Mel*. Vitória: Pieufes.

Vieira, A. C., Delonzek, E. C., Ludke, M. V., Breyer, D., & Lorscheider, C. A. (2014). Caracterização físico-química de mel de diferentes floradas produzido por apicultores orgânicos da região centro-sul e sudeste no estado do Paraná. *Acta Iguazu*, 3(3), p.138-148. Recuperado de <http://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/11189/8025>.

Wiese, H. (1974). *Nova apicultura*. Florianópolis: Associação Catarinense de Apicultores.

Zenebon, O., & Neus, S. (2005). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. Brasília: Ministério da Saúde.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Camile Waltrich – 70 %

Lisiane Fernandes de Carvalho – 30 %