

AValiação DOS NÍVEIS DE HIDROXIMETILFURFURAL NO MEL DE ABELHAS

Miriam Merencio Estevam¹

Carolina Resmini Melo Marques²

Resumo: O mel de abelhas é um alimento produzido a partir do néctar floral ou secreções procedentes de partes vivas das plantas ou insetos sugadores de plantas. Sua composição físico-química varia de acordo com a condição climática onde é produzido, da flora visitada pelas abelhas, da localização geográfica e dos tipos de abelhas produtoras. O composto hidroximetilfurfural (HMF) é encontrado neste alimento em baixa quantidade, mas quando este alimento é submetido a aquecimentos, adulteração e armazenagem inadequada prolongada o teor de HMF tende a aumentar, o máximo permitido para o mel de *Apis melífera africanizada* é de 60 mg/kg, com isto foi realizado a avaliação dos níveis de HMF no mel de abelhas com amostras adulteradas, com armazenagem inadequada e após o tratamento térmico a fim de verificar a formação deste composto. Para a determinação de HMF, as amostras foram submetidas a tratamento térmico seguindo o binômio tempo x temperatura disponibilizado na portaria nº 6 de 25 de julho de 1985, adulteradas com açúcar invertido e armazenadas durante 3 meses, a fim de verificar a formação deste composto no mel. O método analítico utilizado foi de Winkler, conforme descrito no LANARA XXV-13. Como resultados foi possível determinar a concentração do HMF nas amostras *in natura*, após o tratamento térmico, adulteradas e após o armazenamento e a partir dos resultados verificou-se que não houve variação significativa. Portanto, a veracidade do tratamento térmico seguindo o binômio tempo x temperatura. Os resultados de HMF obtidos com as amostras adulteradas com 10%, 20%, 40% e 50% de açúcar invertido, verificou-se que é necessário realizar outras análises físico-químicas para comprovar a adulteração e os resultados das amostras armazenadas, não foi obtida uma variação considerável quando comparada com as amostras *in natura*, porém é necessário a realização de outros testes para verificar o comportamento do HMF durante seu armazenamento, com um período de tempo maior e temperaturas mais elevadas.

Palavras-Chave: Mel. Alimentos. Aquecimento. Adulteração. Hidroximetilfurfural.

1 INTRODUÇÃO

O mel de abelhas é um alimento produzido a partir do néctar floral ou secreções procedentes de partes vivas das plantas ou mesmo de secreções de

¹ Graduanda em Engenharia Química. Ano 2021-2. E-mail: mirianbarp@gmail.com

² Professora do Centro Universitário UniSATC. E-mail: carolina.melo@satc.edu.br

insetos sugadores de plantas. Este alimento possui um grande valor nutritivo, pois apresenta uma grande quantidade de hidratos de carbono, principalmente glicose e sacarose, tornando-se um alimento de alto valor energético de qualidade. As características físico-químicas do mel variam de acordo com a condição climática onde é produzido, da flora visitada pelas abelhas, da localização geográfica e dos tipos de abelhas produtoras (EMBRAPA, 2002).

O consumo de mel teve uma tendência crescente nos últimos anos, devido aos padrões de vida e interesse em consumo de alimentos saudáveis no dia a dia. O Brasil em 2019 produziu 46.029 toneladas, consistindo em 15.990 toneladas destinado ao mercado interno e 30.039 toneladas para exportação. O Estados Unidos foi responsável por 80% da compra do mel exportado (ABEMEL, 2020). O consumo de mel no Brasil é considerado baixo se comparado a alguns países. Em 2017 o consumo de mel no Brasil foi de 0,07 kg por pessoa ao ano e no Estados Unidos, que é o principal destino do mel brasileiro, gira em torno de 0,6 kg, enquanto na Alemanha é superior a 1 kg por pessoa ao ano (VIDAL, 2020).

Devido ao aumento do consumo do produto, as exigências para garantir a qualidade do alimento estão em constante evolução. De acordo com a Instrução Normativa nº 11 de 20 de outubro de 2000, sobre o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel, as características físico-químicas utilizadas para fornecer informações sobre o mel são: açúcares redutores, umidade, sacarose aparente, sólidos insolúveis em água, minerais, presença de grãos de pólen, acidez, atividade diastásica e Hidroximetilfurfural (HMF) (BRASIL, 2000).

Níveis elevados de HMF podem indicar alterações provocadas por armazenamento prolongado em condições inadequadas, superaquecimento ou adulterações provocadas por adição de açúcar invertido (COCO et al., 1996). O estudo do HMF em alimentos tem recebido atenção porque este composto e seus derivados, 5-clorometilfurfural e 5-sulfoximetilfurfural, têm apresentado atividade citotóxica, genotóxica, mutagênica e carcinogênica (TEIXIDÓ et al., 2006).

Assim sendo, o presente trabalho tem a finalidade de aplicar os parâmetros de aquecimento conforme descritos no Cap II da Portaria nº 06 de 25 de junho de 1985, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em diferentes amostras de mel. Este estudo também visa a realização de testes de adulteração com açúcar invertido e armazenagem inadequada a fim de avaliar os níveis de HMF.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MEL DE ABELHAS

O mel de abelhas é produzido 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 das plantas (BRASIL, 2000). Suas características físico-químicas, aroma e sabor, se alteram conforme a fonte de néctar que o originaram, assim como a espécie de abelha que o produziu (ANKLAM, 1998).

A utilização de mel na vida humana está presente desde os tempos mais remotos, há evidências de seu uso desde a Pré-história, com referências em pinturas do antigo Egito, Grécia e Roma (EMBRAPA, 2002).

Segundo a Embrapa (2002, p.27):

A utilização do mel na nutrição humana não deveria limitar-se apenas a suas características adoçante, como excelente substituto do açúcar, mas principalmente por ser um alimento de alta qualidade, rico em energia e inúmeras outras substâncias benéficas ao equilíbrio dos processos biológicos de nosso corpo.

O mel apresenta em sua composição uma riqueza de elementos, tais como glicose, frutose, sacarose, maltose, sais minerais, vitaminas, enzimas, hormônios, proteínas, ácidos, aminoácidos e fermento. Além da sua ampla tabela nutritiva, é apreciado por seu sabor característico (SEBRAE, 2006).

Nos últimos anos, alguns estudos vêm sendo desenvolvidos para verificar o uso do mel na área terapêutica, denominado como Apiterapia (EMBRAPA, 2002). O mel foi considerado uma forma alternativa eficaz para a cicatrização de feridas e queimaduras (ALMASAUDI, 2020). Além disso contém potencial papel no tratamento de câncer e apresenta propriedades antimicrobianas (BARDY et al., 2008 apud FEAS et al., 2010).

No Brasil o consumo do mel ainda é muito baixo, o aumento do consumo ocorre nas épocas mais frias do ano, quando há o aumento de casos patológicos relacionados a problemas respiratórios (EMBRAPA, 2002).

2.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas apresentam um papel importante para garantir a qualidade deste alimento, a fim de evitar produtos impróprios para o consumo de mesa e adulterados, o MAPA, por meio da Instrução Normativa nº 11, estabelece os requisitos mínimos de qualidade que deve exercer o mel (BRASIL, 2000).

A coloração do mel varia de branco água até âmbar escuro, conforme pode ser observado na Fig. 1. Sendo os méis mais claros os mais atrativos pelos consumidores, devido ao seu sabor mais suave. A coloração se altera conforme a florada do mel, sendo que outros fatores que podem influenciar são teores de cinzas, umidade, aquecimento e tempo de armazenagem (MARCHINI et al., 2007).

Figura 1: Coloração do mel.



Fonte: Da autora (2021)

O teor de umidade varia com a qualidade do produto, méis com níveis elevados de umidade apresentam maior probabilidade de fermentação (CARVALHO et al., 2009). Segundo a Instrução Normativa nº 11, a umidade do mel deve apresentar no máximo 20 g/100 g (BRASIL, 2000).

Conforme Embrapa (2002, p.31):

O processo de fermentação pode ocorrer mais facilmente naqueles méis chamados “verde”, ou seja, méis que são colhidos de favos e não tiveram seus alvéolos devidamente operculados pelas abelhas; nesta situação, o mel apresenta teor elevado de água, caso o apiário esteja localizado em região com umidade relativa do ar superior a 60%.

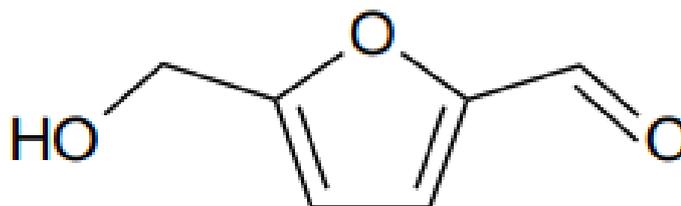
Um parâmetro importante, que influencia diretamente na textura do mel, vida de prateleira e formação de HMF é o pH, onde os valores abaixo do mínimo determinado podem apresentar fermentação (TERRAB et al., 2004). De acordo com o MAPA, por meio da Portaria nº 6 de 25 de julho de 1985, o pH deve variar entre 3,3 a 4,6 (BRASIL, 1985).

A acidez do mel varia de acordo com a sua origem floral, devido a diferença dos ácidos orgânicos presentes no néctar (DURÁN et al., 1996 apud MORAES et al., 2014). Segundo a Instrução Normativa nº 11, o valor estabelecido é de 50 mEq/kg (BRASIL, 2000).

2.2.1 Hidroximetilfurfural

O HMF é um composto orgânico formado a partir da desidratação das hexoses catalisadas por meio ácido (BELITZ; GROSCH, 1992 apud SILVA, 2008), a estrutura química do HMF é apresentada na Fig. 2. O aquecimento do mel muitas vezes é realizado a fim de destruir microrganismos para evitar a fermentação, reduzir a viscosidade e impedir a cristalização (DOWNEY et al., 2005).

Figura 2: Estrutura química do HMF.



Fonte: Castoldi (2014)

O HMF elevado pode indicar aquecimento, armazenagem inadequada prolongada e adulteração com a adição de açúcar invertido (COCO et al., 1996). O valor de pH do mel influencia diretamente os níveis do HMF (FALLICO et al., 2003).

Segundo Koch (2015):

O mel de abelhas contém pequena quantidade de HMF, mas com o armazenamento prolongado em temperatura ambiente alta ou com superaquecimento, há o aumento no teor de HMF no mel. As adulterações

realizadas com xarope de milho, de beterraba e “xarope invertido” terão também seu valor de HMF aumentado.

Em processos produtivos, o mel é filtrado para retardar a granulação, eliminar os esporos de leveduras e aumentar o tempo de prateleira, mas para que ocorra a filtração, é necessário realizar aquecimento para facilitar o processamento, elevando o teor de HMF (AJLOUNI et al., 2009).

De acordo com CRANE (1983 apud SANTOS, 2019), a cada 10 °C extra aplicado ao mel, ocorre o aumento de 4-5 vezes no teor do HMF. O mel quando submetido a temperatura, é orientado seguir o binômio tempo X temperatura estabelecido na legislação através do Capítulo II, Item 2.1 da Portaria nº 6 de 25 de julho de 1985, a fim de evitar que o teor de HMF ultrapasse o limite estabelecido, desclassificando como mel de mesa (BRASIL, 1985).

Em países tropicais, os níveis de HMF tende a aumentar rapidamente, devido ao clima quente (CAC, 2001 apud BRAGHINI, 2017). A Instrução Normativa nº 11 determina que o teor máximo permitido de HMF para méis de abelha no Brasil é de 60 mg/kg, níveis acima deste valor determina o produto como impróprio para o consumo humano (BRASIL, 2000).

Com base na literatura, não está claro o risco do HMF para a saúde humana, a principal preocupação está relacionada à sua conversão para 5-sulfoximetilfurfural (SMF). A EFSA (2005), concluiu que com base na mutagenicidade do SMF, há evidências suficientes para levantar preocupação sobre o potencial genotóxico.

Estudos realizados em camundongos detectaram SMF no sangue após a administração de HMF. O ser humano apresenta mais sensibilidade ao HMF do que os camundongos, logo os riscos associados à exposição do HMF em alimentos podem ser maiores para humanos (CAPUANO et al., 2010).

2.3 CENÁRIO ECONÔMICO

A China lidera o ranking mundial de produtores de mel, sendo o mesmo o mais barato do mercado, tornando o país o mais competitivo no mercado global. Em 2018 a China foi responsável por 24% da produção de todo mel do mundo. O segundo

lugar do ranking é a Turquia com 6,2%, seguido da Argentina com 4,3%. O Brasil ocupou em 2018 a décima primeira posição (VIDAL, 2020).

O Brasil em 2019 produziu 46.029 toneladas de mel, sendo 65,26% destinado à exportação (ABEMEL, 2020). A Tab. 1 apresenta o destino das exportações.

Tabela 1: Destino da exportação brasileira de mel por país em 2019.

País	Toneladas	%
Estados Unidos	24.176	80
Alemanha	1.864	6
Canadá	1.260	4
Reino Unido	638	2
Bélgica	463	2
França	179	1
Países Baixos (Holanda)	483	2
Austrália	336	1
Dinamarca	260	1
Espanha	41	0
Outros	338	1
Total exportado	30.039	100

Fonte: Abemel (2020)

A exportação de mel brasileiro cresceu nos últimos anos, porém em termo de faturamento, o setor teve uma redução de até 50% de 2017 a 2019, como pode ser observado na Tab. 2.

A maior parte do mel produzido é destinado à exportação; com a redução nos preços, o mercado interno também apresentou uma baixa a partir de 2017, chegando a R\$ 4,0 o valor do quilograma em 2019 como remuneração do produtor (VIDAL, 2020).

Tabela 2: Preço médio da exportação brasileira por país (US\$ por kg).

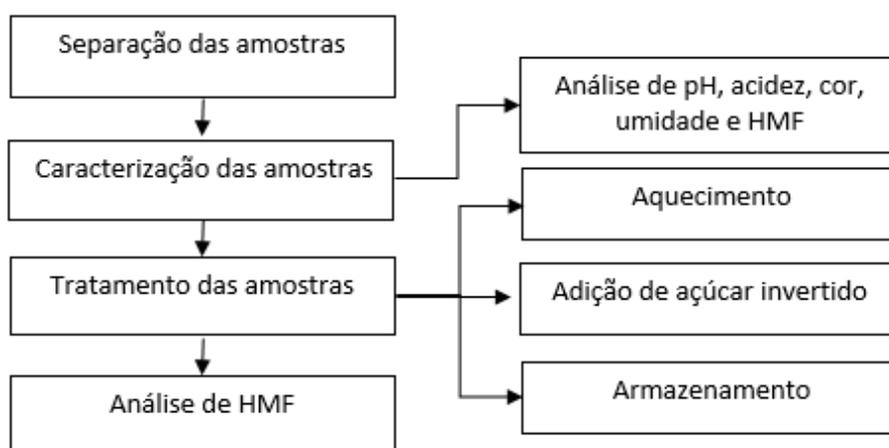
País	2017	2018	2019
Estados Unidos	4,48	3,26	2,24
Alemanha	4,44	3,80	2,56
Canadá	4,43	3,38	2,38
Reino Unido	4,43	3,31	2,38
Bélgica	4,57	3,46	2,50
França	4,79	4,17	2,46
Países Baixos (Holanda)	4,36	3,58	2,14
Austrália	4,50	4,15	2,09
Dinamarca	3,90	3,26	2,54
Espanha	-	3,58	2,10
Preço médio (US\$ por kg)	4,48	3,34	2,28

Fonte: Abemel (2020)

3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Esta seção consiste na apresentação dos materiais, reagentes e métodos que foram utilizados para o desenvolvimento deste estudo, conforme a Fig. 3.

Figura 3: Fluxograma para a determinação de HMF.



Fonte: Da autora (2021)

3.1 SEPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Para a realização desta análise foram separadas 3 amostras de méis de *Apis mellifera*, sendo elas de origem floral diferentes. Foi selecionado amostra de origem floral de laranjeira, multiflores e melato de bracatinga.

As amostras selecionadas foram escolhidas devido as diferenças físico-químicas que apresentam, para que seja possível avaliar se há a influência de outros parâmetros para a formação do HMF.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS

Foram realizadas as análises de cor, umidade, pH, acidez e HMF nas amostras *in natura* a fim de caracterizá-las e verificar se há influência na formação do HMF.

3.2.1 Determinação de cor

Para determinar a cor do mel, foi utilizado o calorímetro da marca Hanna, modelo HI83221. Foram processados 5 g de cada amostra em uma centrífuga a 2000 rpm por 1 min, para que se tivesse um mel livre de sólidos suspensos. Com a amostra processada, colocou-se em uma cubeta e realizou-se a leitura.

3.2.2 Umidade

A análise foi realizada utilizando refratômetro da marca Misco, modelo Palm Abble- Digital refractometer PA201. Preparou-se a amostra de mel em um tubo de ensaio de 15 mL, onde foi submetido a aquecimento e centrifugou-se para que as bolhas de ar sobrenadassem a camada composta por possíveis sujidades presentes no mel, que poderiam acarretar problemas de leitura.

Calibrou-se com água destilada o equipamento e realizou-se a leitura da amostra, colocou-se uma quantidade mínima de mel, o suficiente para cobrir o prisma. Realizou-se a análise em triplicata. O resultado obtido é representado em percentual.

3.2.3 Determinação de pH

Para a realização da análise de pH foi utilizado um pHmetro da marca Hanna, modelo pH21. A preparação da amostra foi realizada conforme descrito no LANARA XXV-4, onde pesou-se 10 g de mel em um béquer de 150 mL, diluiu-se em 75 mL de água destilada e homogeneizou-se até total diluição do mel. Aferiu-se o pHmetro utilizando as soluções tampão de 4,01 e 7,01. Foram realizadas as leituras das amostras anteriormente preparadas.

3.2.4 Determinação de acidez

A acidez foi determinada a partir da titulação com a solução de hidróxido de sódio 0,1 N, em um pHmetro da marca Hanna, modelo pH21, conforme descrito no LANARA XXV-5. Utilizou-se a solução de mel preparada para determinação de pH. Em uma bureta adicionou-se a solução de hidróxido de sódio 0,1 N onde aos poucos foram gotejados em uma solução de mel até que o pH da solução atingisse 8,3. Anotou-se o volume gasto.

A acidez total é calculada conforme a Eq. (1):

$$Acidez \left(\frac{meq}{kg} \right) = Volume \text{ gasto} \times 10 \quad (1)$$

3.2.5 Determinação de HMF

Para a realização da análise de HMF, foi utilizado um espectrofotômetro da marca Azzota, modelo SM1200 UV-Vis. Utilizou-se o método de Winkler, conforme descrito no LANARA XXV-13, onde em meio ácido, o ácido barbitúrico condensa-se com o HMF formando um composto de coloração vermelha.

Preparou-se a solução de ácido barbitúrico, onde pesou-se 0,5 g de ácido barbitúrico em um béquer de 50 mL e dissolveu-se com água destilada sob aquecimento. Resfriou-se à 20 °C e transferiu-se a solução para um balão de 100 mL, completou-se o volume. A solução deve ser conservada na geladeira.

Para a preparação da solução de p-toluidina, pesou-se 10 g de p-toluidina e dissolveu-se com leve aquecimento com 50 mL de isopropanol. Em um balão

volumétrico de 100 mL, colocou-se 10 mL de ácido acético e transferiu-se a solução anteriormente dissolvida. Completou-se o volume para 100 mL com isopropanol. A solução foi mantida sob refrigeração.

Para a preparação da solução de mel, pesou-se 5 g de mel, diluiu-se em 20 mL de água, transferiu-se a solução para um balão volumétrico de 25 mL e completou-se com água.

Com as soluções preparadas, separou-se dois tubos para cada amostra e realizou-se a preparação conforme a Tab. 3.

Tabela 3: Preparação dos tubos de ensaio para leitura.

Solução	Branco (mL)	Amostra (mL)
Água destilada	0,5	-
Solução de mel	1	1
Solução de p-toluidina	2,5	2,5
Solução de ácido barbitúrico	-	0,5

Fonte: Da autora (2021)

A leitura foi realizada após 4 minutos, pois neste momento é o ponto de maior absorção, pois a coloração é instável, após \pm 5 minutos a absorção começa a decrescer. A leitura no espectrofotômetro foi realizada com o comprimento de onda de 550 nm. O valor da quantidade de HMF foi calculado conforme consta na Eq. (2).

$$mg \text{ de } \frac{HMF}{Kg} = 190 \times \text{absorção} \quad (2)$$

3.3 TRATAMENTO DAS AMOSTRAS

Nesta etapa foram preparadas as amostras para a realização dos testes para verificar a formação do HMF, onde as amostras passaram por processo de aquecimento, adulteração com a adição de açúcar invertido e armazenamento.

3.3.1 Aquecimento

Foi realizado o tratamento térmico em duplicata para cada amostra, seguindo o binômio tempo x temperatura conforme orientado na Portaria nº 6, de 2 de julho de 1985. Os dados desta Portaria são apresentados na Tab. 4 (BRASIL, 1985).

Tabela 4: Binômio tempo x temperatura.

Experimento	Temperatura (°C)	Tempo (min)
1	52,0	470
2	54,5	170
3	57,0	60
4	59,5	22
5	65,5	7,5
6	65,5	2,8
7	68,0	1,0
8	71,1	0,4

Fonte: BRASIL (1985).

3.3.2 Adulteração com açúcar invertido

As amostras *in natura* foram adulteradas com açúcar invertido, com os percentuais de 10, 20, 40 e 50% para verificar a eficiência da análise de HMF em méis adulterados. Os percentuais foram escolhidos com base em outros trabalhos já realizados (TOSUN et al., 2021).

3.3.3 Armazenamento

As amostras *in natura* foram armazenadas por 3 meses em contato direto com os raios solares, a fim de verificar a influência do tempo de estocagem no mel na formação do HMF.

3.4 ANÁLISE DE HMF

As amostras após passarem pelos procedimentos descritos no item 3.3 foram submetidas a análise de HMF conforme descrito no item 3.2.5 para verificar a formação do HMF após cada procedimento e comparar com o resultado da amostra *in natura*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos a partir das análises e procedimentos realizados.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS

Os resultados obtidos a partir das análises físico-químicas de cor, umidade, pH, acidez e HMF das amostras *in natura* são apresentados na Tab. 5.

Tabela 5: Caracterização das amostras

Amostra	Cor (mm)	Umidade (%)	pH (mEq)	Acidez	HMF (mg HMF/Kg)
Laranjeira	23	17,4	3,98	16	14,15
Melato de bracatinga	127	15,0	5,14	47,5	5,6
Multiflores	69	16,8	4,54	16	11,3

Fonte: Da autora (2021)

Pode-se observar que as amostras possuem características físico-químicas diferentes entre si, mas todos os parâmetros realizados nas amostras *in natura* estão de acordo com a Instrução Normativa nº 11.

4.2 HIDROXIMETILFURFURAL (HMF)

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos a partir das análises de HMF após cada tratamento nas amostras *in natura* realizados.

4.2.1 Aquecimento

Após o tratamento térmico das amostras, seguindo o binômio tempo x temperatura orientado na Portaria nº 6, de 2 de julho de 1985, foi realizada a análise de HMF. Os resultados obtidos são apresentados na Tab. 5. É possível perceber que não houve um aumento significativo nos resultados para a análise de HMF nas amostras. A amostra que apresentou maior variação na formação deste composto foi

a amostra de melato, isto deve-se ao pH elevado deste mel, conforme FALLICO et al. (2003) o valor de pH do mel influencia diretamente os níveis do HMF.

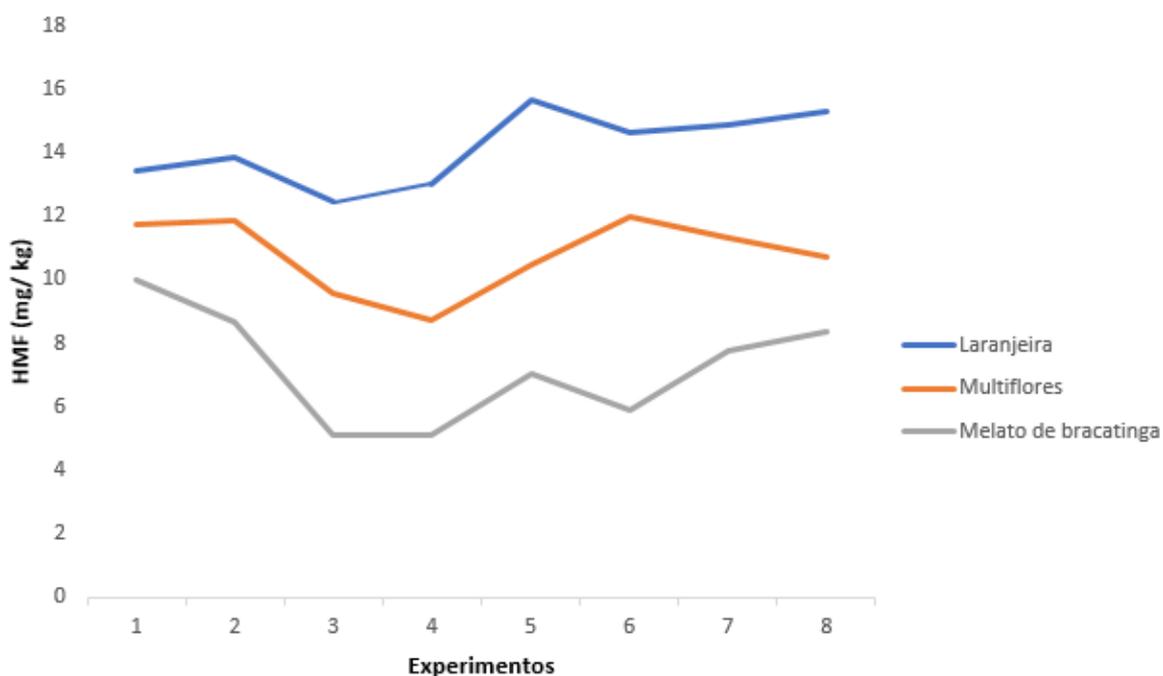
Tabela 6: HMF após o tratamento térmico seguindo o binômio tempo x temperatura

Experimento	HMF (mg/kg) das amostras tratadas		
	Laranjeira	Multiflores	Melato de bracatinga
1	13,43	11,72	9,98
2	13,87	11,88	8,64
3	12,45	9,6	5,13
4	13,01	8,74	5,14
5	15,67	10,45	7,03
6	14,63	11,97	5,89
7	14,9	11,3	7,79
8	15,29	10,7	8,36
<i>In natura</i>	14,5	11,3	5,6

Fonte: Da autora (2021)

A Fig. 4 apresenta os resultados obtidos conforme os dados informados na Tab. 6.

Figura 4: Resultados do HMF com a aplicação do tratamento térmico



Fonte: Da autora (2021)

Após os tratamentos térmicos, todas as amostras encontram-se de acordo com a Instrução Normativa nº 11, sendo possível afirmar que o binômio tempo x temperatura é aplicável para o tratamento térmico do mel de abelhas.

Podemos observar que alguns resultados se encontram abaixo dos resultados obtidos nas amostras *in natura*, esta diferença pode estar relacionada ao preparo das soluções ou variações do equipamento utilizado, pois foram realizadas em dias diferentes, importante ressaltar também que todas as análises foram realizadas em duplicatas.

4.2.2 Adulteração com açúcar invertido

Após a adulteração das amostras *in natura* realizadas com o percentual de 10, 20, 40 e 50 % obtiveram-se os resultados apresentados na Tab. 6 e Fig. 5.

Tabela 7: HMF após adulteração com açúcar invertido.

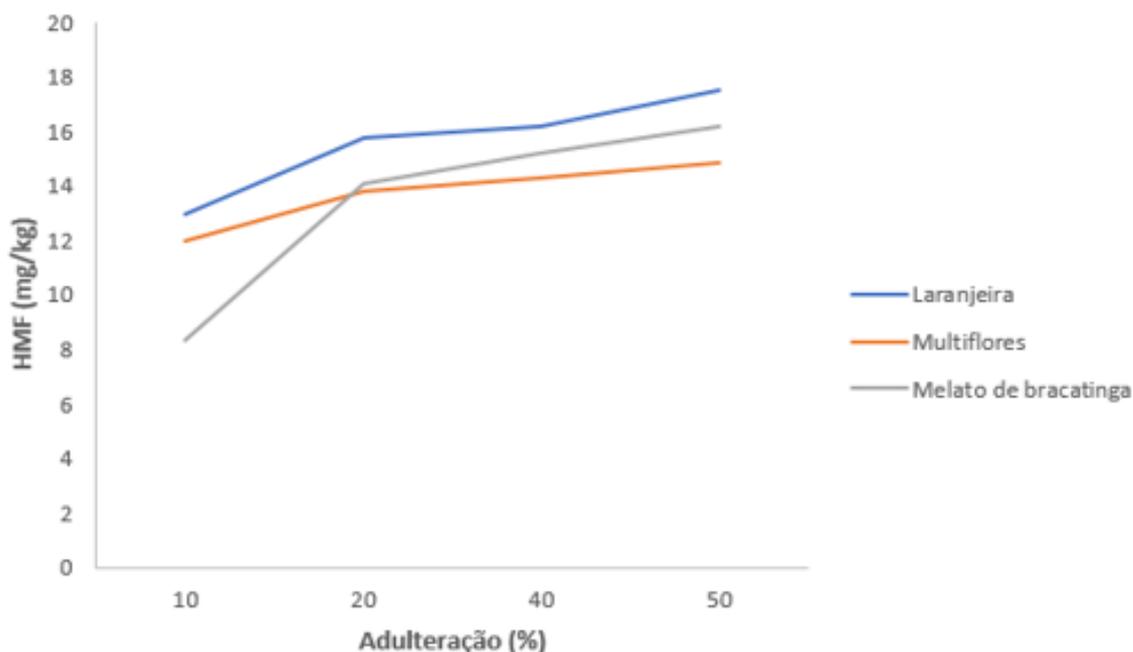
Percentual (%)	HMF (mg/kg) das amostras tratadas		
	Laranjeira	Multiflores	Melato de bracatinga
10	12,92	13,68	8,36
20	15,77	11,78	14,1
40	16,15	14,25	15,2
50	17,48	14,82	16,2
<i>In natura</i>	14,5	11,3	5,6

Fonte: Da autora (2021)

Conforme os resultados apresentados na Tab. 7, pode-se observar que houve um aumento significativo nas amostras adulteradas se comparadas com o resultado das amostras *in natura*, principalmente na amostra de melato de bracatinga, porém apenas a análise de HMF não é o suficiente para determinar a adulteração do mel com açúcar invertido, destacando que todos os resultados ainda se encontram dentro do máximo permitido (60 mg/kg).

Com isto, seria necessário realizar outras análises físico-químicas descritas na Instrução Normativa nº 11 de 20 de outubro de 2000, sobre o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel para verificar a adulteração destas amostras, a Fig. 5 representa os resultados obtidos a partir da Tab.7.

Figura 5: Resultados de HMF com adulteração de açúcar invertido.



Fonte: Da autora (2021)

4.2.3 Armazenamento

As amostras ficaram armazenadas durante 3 meses (julho a outubro de 2021) em condições de exposição ao sol diariamente, os resultados obtidos são apresentados na Tab. 8.

Tabela 8: HMF após armazenamento.

HMF (mg/kg) das amostras tratadas		
Laranjeira	Multiflores	Melato de bracatinga
15,39	13,3	7,79

Fonte: Da autora (2021)

Pode-se observar nos resultados apresentados na Tab. 8 que não houve uma variação considerável na formação do HMF nas amostras analisadas. Porém é importante destacar que neste período a temperatura não elevou muito, devido ao inverno e pouco tempo de armazenagem, desta forma é importante ressaltar que tais resultados devem ser avaliados por um período maior e durante outras estações.

5 CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos a partir do tratamento térmico seguindo o binômio tempo x temperatura prescrito na Portaria nº 6, de 25 de julho de 1985, pode-se confirmar a veracidade do mesmo. Houve uma variação pequena entre os resultados das amostras *in natura* e das amostras após cada tratamento, porém outros binômios deveriam ser testados a fim de avaliar se a mesma é mais aplicável.

As amostras com adulteração de açúcar invertido não apresentaram resultados satisfatórios, já que a partir dos mesmo não é possível detectar tal adulteração, sendo necessária a realização de outras análises. As análises que poderiam ser realizadas para detectar tal adulteração, seria a análise de sacarose e açúcares redutores.

O armazenamento das amostras ainda devem ser avaliados, já que não houve uma variação considerável após os 3 meses de armazenamento, mas deve-se destacar que as condições climáticas durante a realização deste teste não apresentou temperaturas elevadas.

REFERÊNCIAS

ABEMEL (Brasil). Dados setoriais: Dados estatísticos do Mercado do Mel- Série histórica. *In*: ABEMEL (Brasil) *et al.* **Dados estatísticos do mercado de mel- Série histórica**. [S. l.], 11 out. 2020. Disponível em: <https://www.braziltsbee.com.br/Dados%20Estat%20C3%ADsticos%20do%20Merca%20de%20Mel_S%20C3%A9rie_Hist%20C3%B3rica_11out2020.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2021.

AJLOUNI, Said *et al.* Hydroxymethylfurfuraldehyde and amylase contents in australian honey. **Food Chemistry**. Australia, p. 1000-1005. 31 jul. 2009. Disponível em: <https://sci-hub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814609009716>. Acesso em: 28 abr. 2021.

ALMASAUDI, Saad. The antibacterial activities of honey. **Saudi Journal of Biological Sciences**. [S.l.], p. 2188-2196. out. 2020. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1319562X20304952?token=C6AE071BFF7BBAD2A9002C45CE5D7051922547376441E04F02C27ED918C9CBF918122970BCFA24642073B60BBD1C02D1&originRegion=us-east-1&originCreation=20210520233042>. Acesso em: 26 abr. 2021.

ANKLAM, Elke. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 63, n. 4, p. 549-562, fev. 1998. Disponível em: [sci-hub.se/10.1016/s0308-8146\(98\)00057-0](http://sci-hub.se/10.1016/s0308-8146(98)00057-0). Acesso em: 16 abr. 2021.

BRAGHINI, Franciele *et al.* Qualidade dos méis de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) e jataí (*Tetragonisca angustula*) comercializado na microrregião de Francisco Beltrão: PR. **Rev. de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 40, n. 1, p. 279-289, mar. 2017. Disponível em http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2017000100030&lng=pt&nrm=iso. Acesso em 15 abr. 2021.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº11**: Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Diário Oficial, Out. 2000. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/IN-11-de-2000.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2021.

BRASIL. **Portaria nº6**: o Regimento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Diário Oficial, Jun.1985. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/portaria-6-de-1985-mel.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2021.

CAPUANO, Edoardo *et al.* Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural (HMF): a review on metabolism, toxicity, occurrence in food and mitigation strategies. **Food Science and Technology**, Napoli, v. 44, p. 793-810, 01 Nov. 2010. Disponível em: <https://sci-hub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643810003798>. Acesso em: 26 abr. 2021.

CARVALHO, Carlos A.L. *et al.* Physicochemical characteristics and sensory profile of honey samples from stingless bees (Apidae: meliponinae) submitted to a dehumidification process. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [S.L.], v. 81, n. 1, p. 143-149, mar. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0001-37652009000100015>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652009000100015. Acesso em: 16 abr. 2021.

COCO, F. *et al.* High-performance liquid chromatographic determination of 2-furaldehyde and 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde in honey. **Journal of Chromatography A**, v. 749, p. 95-102, 1996.

DOWNEY, G. *et al.* Preliminary contribution to the characterization of artisanal honey produced on the island of Ireland by palynological and physicochemical data. **Food Chemistry**, v. 91, n. 2, p. 347-354, 2005.

EFSA (Europa) (org.). **Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in contact with Food (AFC) on a request from the Commission related to: the EFSA journal (2005) 215, 1-73** <http://www.efsa.eu> **The EFSA Journal**. [S.l.], p. 1-73. 27 abr. 2005. Disponível em: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/215>. Acesso em: 28 abr. 2021.

EMBRAPA (Teresina, PI) *et al.* **Sistema de Produção**: Produção de Mel. 1. ed. [S. l.: s. n.], 2002. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/67483/producao-de-mel>>. Acesso em: 5 abr. 2021.

FALLICO, B. *et al.* Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. **Food Chemistry**, Catania, p. 306-313, 07 Jul. 2003.

FEAS, Xesus *et al.* Palynological and physicochemical data characterization of honeys produced in the entre-douro e minho region of Portugal. **Food Science And Technology**. Portugal, p. 1255-1262. mar. 2010. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/4526/1/entre%20douro.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2021.

KOCH, Juliana Czermak. **Qualidade do mel e seu beneficiamento**. 2015. 43 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/151059/001007630.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 09 abr. 2021.

MARCHINI, Luís Carlos *et al.* Physicochemical composition of Apis mellifera honey samples from São Paulo State, Brazil. **Química Nova**, [S.L.], v. 30, n. 7, p. 1653-1657, ago. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422007000700029>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000700029. Acesso em: 28 abr. 2021.

MORAES, F.J. *et al.* Caracterização físico-química de amostras de mel de abelha africanizada dos municípios de Santa Helena e Terra Roxa (PR). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.L.], v. 66, n. 4, p. 1269-1275, ago. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-6865>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352014000401269#B21. Acesso em: 09 abr. 2021.

SANTOS, Ariane Ambrósio. **Definição dos parâmetros de tratamento térmico do mel de abelhas sem ferrão *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) em função dos níveis de hidroximetilfurfural**. 2019. 38 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/6747>>. Acesso em: 26 mar. 2021.

SEBRAE (Brasília). **Histórias de sucesso**: Agronegócios, Apicultura. [S. l.]: Buscato Informação Corporativa, 2006. 138 p.
SILVA, Sandra Jussara Nunes da *et al.* Determinação do 5-hidroximetilfurfural em méis utilizando cromatografia eletrocínica capilar micelar. **Ciênc. Tecnol. Aliment**. Campinas, v. 28, supl. p. 46-50, Dec. 2008. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612008000500008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 16 abr. 2021.

TERRAB, Anass *et al.* Characterization of spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. **Food Chemistry**, S.I, p. 538-542, 21 Jan. 2004.

TOSUN, Murat *et al.* Investigation methods for detecting honey samples adulterated with sucrose syrup. **Journal Of Food Composition and Analysis**, [S.L.], p. 103941, abr. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103941>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157521001411>. Acesso em: 23 maio 2021.

VIDAL, Maria de Fatima. Evolução do mel na área de atuação do BNB. Caderno Setorial ETENE, Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 5, n.112, abr. 2020. Mensal. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/documents/80223/6943261/112_Apicultura.pdf/78cc0645-0dea-3556-0b3e-7817306851d7>. Acesso em: 16 abr. 2021.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a minha família e amigos que estiveram presentes nesta etapa da minha vida, apoiando-me e dando suporte. Agradecer a todos os educadores que transmitiram seus conhecimentos para mim, assim como a Empresa Prodapys que me proporcionou conhecimentos em forma prática, trabalho em equipe e crescimento pessoal.