

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DALIM – DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

ARIANE AMBRÓSIO SANTOS

**DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE TRATAMENTO TÉRMICO DO MEL DE
ABELHAS SEM FERRÃO *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) EM FUNÇÃO
DOS NÍVEIS DE HIDROXIMETILFURFURAL**

CAMPO MOURÃO

2019

ARIANE AMBRÓSIO SANTOS

DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE TRATAMENTO TÉRMICO DO MEL DE ABELHAS SEM FERRÃO *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) EM FUNÇÃO DOS NÍVEIS DE HIDROXIMETILFURFURAL

Trabalho de pesquisa apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior de Licenciatura em Química do Departamento de Química – DAQUI – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR -, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira de Alimentos. Prof.^a Dr^a Maria Josiane Sereia.

CAMPO MOURÃO

2019



TERMO DE APROVAÇÃO

DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE TRATAMENTO TÉRMICO DO MEL DE ABELHAS
SEM FERRÃO *Tetragonisca angustula* EM FUNÇÃO DOS NÍVEIS DE
HIDROXIMETILFURFURAL

por

ARIANE AMBRÓSIO SANTOS

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado no dia ____ de _____ de 20__ como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dr. Maria Josiane Sereia

Prof^o. Dr. Augusto Tanamati

Prof^o. Dr. Paulo Henrique Março

Nota: O documento original e assinado pela banca examinadora encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos da UTFPR campus Campo Mourão.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por tudo que tem feito na minha vida, porque muitas vezes pensei em desistir, pensei que não seria capaz, mas ele me deu forças para continuar, me manteve em pé, agora estou aqui para oferecer mais uma conquista a ele, que é dono de tudo, dono da minha vida, dos meus sonhos, das minhas conquistas e até mesmo nos dias de luta, sei que ele se faz presente em todos os momentos já vividos.

À minha mãe Roseli Ambrósio Santos, que nunca mediu esforços para me ajudar, que sempre batalhou, apoiou, investiu, e tudo isso para ajudar a formar a pessoa que sou hoje, que foi meu alicerce e que sempre cuidou de mim, tanto emocionalmente como espiritualmente. Ao meu pai Rivaldo Santos, que sempre esteve presente, me instruiu e me ajudou financeiramente, nunca deixou de acreditar em mim, sempre me fez sorrir, até nos piores momentos. Obrigada por todo carinho que recebi e toda paciência, amo muito vocês que são os grandes responsáveis pela pessoa que me tornei. Agradeço também aos meus irmãos Crislaine Elisa Santos e Jhonny Rivaldo Santos, por todo apoio, todo carinho, toda palavra amiga, obrigada por estarem do meu lado, agradeço aos meus cunhados Vanessa Pontes, Fernando Mariano, e também aos meus sobrinhos Carlos Gabriel Oliveira, Ana Sarah Pontes Santos e Pyetro Otávio Santos Mariano vocês foram a minha força diária, obrigada.

Agradeço a minha avó Geralda Ferreira por toda colaboração, todo conselho, toda ajuda, todo amor que recebi toda palavra de conforto. Agradeço à tia Maria do Carmo Ambrósio e às minhas primas Joicy Maria Ribeiro e Juliana Ribeiro por sempre insistirem e acreditarem na minha capacidade, por me incentivarem a ser uma pessoa melhor e por toda a ajuda e carinho que recebi, eu amo vocês de coração. Agradeço as demais pessoas da minha família que sempre esteve presente e me apoiou amo vocês.

Minha eterna gratidão à minha amiga que eu amo muito Dayane Karoline que em momento algum me abandonou, esteve comigo nos bons e os piores momentos, sempre acreditou em mim, com palavras sempre me aconselhou, me emprestou seu ombro pra chorar, e quando pensava que estava só, ela estava lá, pra segurar as minhas lágrimas, pra dizer calma, tudo vai ficar bem. A esta amiga eu dedico essa

conquista e afirmo que ela tem grande parte nisso, desejo do fundo do coração muita felicidade e sucesso.

Agradeço também à Maísa Rafaela estar presente na minha vida tanto nas horas boas quanto nas horas ruins, cada apoio, conselho, obrigado por sempre estar ali até mesmo nas piores horas, por vibrar comigo cada conquista, cada nota boa, e também por chorar comigo, por me ajudar a ser melhor, por estudar junto comigo, por acreditar sempre, por me alegrar todas as vezes que eu fiquei sem chão, sou muito grata a Deus por colocar você na minha vida, e que essa amizade dure pra sempre.

Meus sinceros agradecimentos a Paula Favaro que conheci na faculdade e que agora mora longe, mas mesmo assim sempre fez questão de estar perto, de me ligar, de me ajudar em todas as horas, por me dar forças, ouvir minhas reclamações, por muitas vezes se calar só para me ouvir, muito obrigada por não medir esforços para me ajudar, amo você e que essa amizade dure a vida, estamos sempre perto no coração.

Agradeço a Gleyce G. Sangaletti, que foi a minha irmã e desde sempre me ajudou, apoiou, esteve ao meu lado no pior momento e me ajudou a levantar, me ensinou a ser uma pessoa melhor, que me fez presente nos melhores momentos da vida dela, me adotou, sou grata por tua vida, obrigada por estar sempre do meu lado, te amo.

À Karina Cardoso minha amiga de infância que tanto amo obrigado por fazer parte da minha vida, por todo tempo que convivemos juntas, por chorar comigo e sorrir comigo, por ficarmos tanto tempo distantes, mas juntas no coração, por toda ajuda, palavra amiga de encorajamento, por me incentivar a seguir em frente e não desistir dos meus sonhos, obrigada por acreditar em mim, amo você.

As demais amigadas, por ter convivido todos esses anos juntas, pela companhia no almoço ou num café da tarde, e também nas madrugadas de estudo, pelas festas, por chorar juntas, rir e agradecer, por tudo que vivemos e ainda vamos viver, para todos que estiveram comigo desde o início até ao fim, vocês são guerreiras, amo vocês Amanda G. Castelan, Letícia de Aguiar Zanatta, Vinícius Góes, Cíntia Soares Honorato, Valleria Castro, Jéssica Rosseti, Adriana de Mello e Ana Paula Cruz, Daniela Ambrósio.

Dedico este trabalho também a todos os integrantes da comunidade evangélica salvando vidas, obrigada por todas as orações, por toda ajuda espiritual,

emocional, familiar, vocês fazem parte da minha família, obrigada por me ensinarem a ser uma pessoa melhor, por todas as experiências vividas e relatadas, aprendi e aprendo muito com vocês que foram fundamentais neste período, em especial pastor Adão Adriano, pr. Fernando Adriano e miss. Marinalva Liberio.

E por fim, agradeço a minha Instituição do coração, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, e também a todos os professores do departamento de Engenharia de Alimentos e dos demais departamentos, por dividirem seus conhecimentos, vocês com certeza contribuíram muito para o meu desenvolvimento acadêmico. A banca examinadora Prof^o. Dr^o. Paulo Henrique Março e o Prof^o. Dr. Augusto Tanamati. Sou grata especialmente pela minha orientadora prof^a. Dra. Maria Josiane Sereia que me incentivou, que foi a minha maior inspiração, que me preparou para o mercado de trabalho, que não olhou para as minhas dificuldades, que insistiu desde a iniciação científica, orientação de estágio, e por fim neste Trabalho de Conclusão de Curso, serei eternamente grata, me faltam palavras para expressar essa admiração, e reconhecimento, amo você.

Depois de algum tempo você aprende a diferença, A sutil diferença entre dar uma mão e acorrentar uma alma, E você aprende que amar não é apoiar-se E que companhia nem sempre significa segurança (...)

E começa a aceitar suas derrotas com a cabeça erguida e os olhos adiante, Com a graça de um adulto, e não com a tristeza de uma criança E aprende a construir todas as suas estradas no hoje, Porque o terreno de amanhã é incerto demais para os planos, E o futuro tem o costume de cair em meio ao vão.

Aprende que falar pode curar dores emocionais Descobre que se levam anos para construir uma confiança E apenas segundos para destruí-la. E que você pode fazer coisas em um instante, Das quais se arrependerá pelo resto de sua vida (...)

Aprende que tempo é algo que não pode voltar para trás, Portanto, plante seu jardim e decore sua alma, Ao invés de esperar que alguém lhe traga flores. E você aprende que realmente pode suportar que realmente é forte, E que pode ir muito mais longe depois de pensar que não se pode mais. E que a vida realmente tem valor, E que você tem valor diante da vida. E você finalmente aprende que nossas dúvidas são traidoras E nos faz perder o bem que poderíamos conquistar se não fosse o medo de tentar.

William Shakespeare

RESUMO

SANTOS, Ariane. **DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE TRATAMENTO TÉRMICO DO MEL DE ABELHAS SEM FERRÃO *Tetragonisca angustula* EM FUNÇÃO DOS NIVEIS DE HIDROXIMETILFURFURAL**. 2019 – 33 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Alimentos – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2019.

As abelhas sem ferrão (ASF) ou meliponíneos são o grupo mais diverso de abelhas sociais e estão distribuídas em regiões tropicais e subtropicais do mundo. Dentre as ASF, encontra-se a *Tetragonisca angustula*, que é uma abelha muito fácil de ser encontrada, principalmente porque consegue construir seu ninho em várias cavidades, como dentro de tijolos em paredes construídas pelo homem, além da sua importância ecológica e econômica. Seu mel é muito apreciado pelo sabor suave, assim como pelo aroma e doçura, além de atingir preços altos no mercado. O mel se destaca por apresentar inúmeros compostos orgânicos, enzimas, flavonoides e compostos fenólicos responsáveis por suas propriedades terapêuticas e antioxidantes naturais e também pelo alto valor nutritivo e de alta aceitabilidade por parte do consumidor, principalmente por ser considerado um produto terapêutico, favorável à saúde e é um produto biológico muito complexo, cuja qualidade e composição físico-química variam notadamente dependendo da flora visitada, das condições climáticas e edafológicas da região onde for produzido, bem como do manejo do apicultor. O controle de qualidade é de suma importância para que o produto seja comercializado com as suas propriedades naturais resguardadas, que possua atributos que ajudam sua utilização e que tenha uma conveniente conservação e aparência. Para isso há um indicador de qualidade do mel, o hidroximetilfurfural (HMF), que é um composto de aldeído cíclico secundário gerado pela desidratação da frutose em meio ácido, pelo grau de envelhecimento e também durante o tratamento térmico. O nível de HMF pode variar de acordo com a espécie de abelhas, técnicas de manejo e produção, região, clima e aquecimento. Porém, é necessário o aquecimento do mel para descristalizar, reduzir a flora microbiana e facilitar o processamento. Portanto, o objetivo deste trabalho foi aplicar os parâmetros de tratamento térmico de *Apis Mellífera* previstos na portaria nº 06 de 25 de julho de 1985 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) em cinco amostras de mel de diferentes regiões do estado do Paraná de ASF e verificar a veracidade desse tratamento para o mel de ASF *Tetragonisca Angustula*. O tratamento térmico para as amostras de mel das ASF das amostras tratadas em 470, 170 e 60 minutos apresentaram maior formação de HMF. Porém, os tratamentos mais efetivos foram os de 22, 7.5, 2.8 e 1.0 minutos e 24 segundos pelas temperaturas 59.5, 65.5, 68 e 71.1 °C, respectivamente.

Palavras – chaves: *Tetragonisca Angustula*, mel, tratamento térmico, qualidade do mel, hidroximetilfurfural.

ABSTRACT

SANTOS, Ariane. **DEFINITION OF HEAT HONEY BEE HEAT TREATMENT PARAMETERS *Tetragonisca angustula* AS A FUNCTION OF HYDROXYMETHYLFURFURAL LEVELS.** 2019 - 33 pages. Conclusion Paper of Food Engineering Course - Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão, 2019.

Stingless or meliponine bees are the most diverse group of social bees and are distributed in tropical and subtropical regions of the world. Among these ASF is *Tetragonisca angustula*, it is a very easy bee to find, mainly because it can build its nest in various cavities, such as inside bricks in man-made walls, in addition to their ecological and economic importance. Its honey is much appreciated for its mild taste, as well as its aroma and sweetness, as well as reaching high prices in the market. Honey stands out for its numerous organic compounds, enzymes, flavonoids and phenolic compounds responsible for its therapeutic properties and natural antioxidants and also for its high nutritional value and high consumer acceptability, mainly because it is considered a therapeutic product, favorable to health and It is a very complex biological product whose quality and physicochemical composition vary markedly depending on the flora visited, the climatic and soil conditions of the region where it is produced, as well as the management of the beekeeper. Quality control is of paramount importance for the product to be marketed with its protected natural properties, which have attributes that help its use and have a convenient conservation and appearance, for this we have a honey quality indicator, hydroxymethylfurfural that It is a secondary cyclic aldehyde compound generated by dehydration of fructose in acid medium, the degree of aging and also during heat treatment. The level of HMF may vary according to bee species, management and production techniques, region, climate and warming, but honey warming is required to decrystallize, reduce microbial flora and facilitate processing. The objective of the present study was to apply the heat treatment parameters of *Apis Mellifera* provided for in Ordinance No. 06 of July 25, 1985 of the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA) in five samples from different regions of the Paraná state of ASF and verify the veracity of this treatment for ASF *Tetragonisca Angustula* honey. The heat treatment for honey samples from the ASF samples treated at 470, 170 and 60 minutes showed higher HMF formation. However, the most effective treatments were 22, 7.5, 2.8 and 1.0 minutes and 24 seconds at temperatures 59.5, 65.5, 68 and 71.1 °C, respectively.

Key words: *Tetragonisca Angustula*, honey, heat treatment, honey quality, hydroxymethylfurfural.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 OBJETIVOS.....	15
2. REVISÃO TEÓRICA.....	16
2.1 MELIPONICULTURA.....	16
2.2 O MEL DE TETRAGONISCA ANGUSTULA.....	17
2.3 O HIDROXIMETILFURFURAL (HMF).....	18
2.4 TRATAMENTOS TÉRMICOS.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1 LOCAL.....	20
3.2 MATERIAIS UTILIZADOS.....	20
3.2.1 AMOSTRAS.....	20
3.2.2 REAGENTES.....	20
3.2.3 EQUIPAMENTOS.....	20
3.2.4 VIDRARIAS E MATÉRIAS ADICIONAIS.....	20
3.3 MÉTODOS.....	21
3.4 PREPARO DOS REAGENTES.....	22
3.5 PREPARO DAS AMOSTRAS.....	22
3.6 CÁLCULO E EXPRESSÃO DOS RESULTADOS.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	24
4.1 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	27
4.1.1 CÁLCULO DA DIFERENÇA MÍNIMA SIGNIFICATIVA DO TESTE DE TUKEY.....	28
5. CONCLUSÃO.....	31
6. REFERÊNCIAS.....	34

1. INTRODUÇÃO

No Brasil existe a maior diversidade de meliponíneos do planeta, e é na Amazônia que está situada a maior parte. O consumo dos produtos da colmeia dessas abelhas é milenar entre os povos das Américas. Contudo, somente nos últimos dez anos é que os meliponíneos amazônicos passaram a ser tratados como uma alternativa para a geração de renda, empregando procedimentos zootécnicos que visassem sua multiplicação artificial e o aumento do seu desenvolvimento produtivo (Venturieri, 2008).

A divergência dos métodos aplicados na meliponicultura brasileira é diretamente proporcional à diversidade de abelhas, culturas e ambientes onde a atividade se manifesta como, por exemplo, os diferentes tipos de caixas de criação desenvolvidos (Nogueira-Neto, 1997; Sobenko, 1997; Venturieri, 2008a, 2008b). Conhecer essa divergência é o maior desafio daqueles que arquitetam a certificação dessas técnicas e medidas de controle de qualidade. Até pouco tempo, essa preocupação era exclusividade de produtores e cientistas. Dado o grande destaque da meliponicultura em eventos técnicos e científicos do setor apícola, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) se mobilizou para o reconhecimento da criação de abelhas sem ferrão como atividade agrícola viável no Brasil (Giorgio C. Venturieri, Denise de A. Alves, Jerônimo K. et al, 2012).

Esse reconhecimento segundo Giorgio C. Venturieri, Denise de A. Alves, Jerônimo K. et al. (2012), resultou na histórica inclusão dos produtos de abelhas sem ferrão no Regulamento da Inspeção industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal (RIISPOA), decreto presidencial estabelecido em 1952 e revisado em poucas oportunidades (1962, 1994 e 1997). A apuração da última revisão foi apresentada aos setores fabricantes de produtos de origem animal no dia 8 de julho de 2008 e ficou disponível para consulta pública até 15 de outubro do mesmo ano.

A revisão teve um avanço significativo, culminando na inclusão do mel, da própolis, do cerume e do pólen das abelhas sem ferrão como produtos comercializáveis. Esse reconhecimento pode ser considerado um grande passo, porém é importante ressaltar que o RIISPOA é um documento de identidade, ou seja, apenas define quais produtos existem e estabelece alguns parâmetros básicos para a sua produção e comercialização. A verdadeira legislação, que realmente define os caminhos da cadeia produtiva será criada em resoluções específicas, ou

seja, depois da aprovação desse documento abrangendo o mel de abelhas sem ferrão, os autores envolvidos teriam de discutir as resoluções complementares. Essa não é uma tarefa simples dada a grande diversidade de espécies de abelhas nativas produtoras de mel, de espécies vegetais que elas visitam e de métodos de produção e beneficiamento utilizados em um contexto cultural diverso como é o brasileiro (GIORGIO C. VENTURIERI, DENISE DE A. ALVES, JERÔNIMO K. et al., 2012).

O Brasil possui uma admirável riqueza de abelhas sociais nativas, conhecidas também como abelhas indígenas ou meliponíneas. Em tese a principal característica do mel das espécies de meliponíneas é a diferenciação nos teores de sua composição (CAMARA et al., 2004). No entanto, para atingir mercados que remunerem bem é importante à diferenciação do mel brasileiro por meio do desenvolvimento de pesquisas científicas sobre os benefícios na saúde que os vários tipos de méis produzidos no Brasil podem ter. As importações mundiais de mel continuam dominadas pelos Estados Unidos. No entanto, a China está começando a desbancar os tradicionais compradores de mel da União Europeia ao adquirir mel a altos preços relativos. Portanto, a China pode ser um mercado potencial para o mel brasileiro que é reconhecidamente de elevada qualidade no mercado externo (VIDAL,2019).

Segundo Villas-Boas (2012), os meliponíneos são animais silvestres, de origem brasileira e assim como outros animais, existe legislação específica para o seu manejo e exploração racional (resolução CONAMA nº 346/2004; Brasil, 2004). As ASF ou meliponíneas são o grupo mais diverso de abelhas sociais e estão distribuídas em regiões tropicais e subtropicais do mundo (Michener, 2007). Na região neotropical, a revisão de Camargo e Pedro (2007) aponta que as ASF correspondem a 391 espécies com nomes válidos.

Dentro dessas 391 espécies, encontra-se a *Tetragonisca angustula*, que segundo Venturieri (2008), é uma abelha muito fácil de ser encontrada, principalmente porque consegue construir seu ninho em varias cavidades, como dentro de tijolos em paredes construídas pelo homem. O orifício de entrada dessa espécie é composto por um pequeno tubo de cera. Essa espécie é destacada devido sua importância terapêutica (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 1984 apud STUCHI, 2006), além da sua importância ecológica e econômica. Seu mel é muito apreciado pelo sabor suave, assim como pelo aroma e doçura, além de atingir preços altos no mercado (CARVALHO et al., 2005 apud ANACLETO et al., 2009).

Segundo Oliveira e Santos (2011), as ASF produzem um produto diferenciado do mel de *Apis mellífera*, quanto à composição química e quantidade. O mel elaborado é menos denso se comparado com o mel de abelhas africanizadas mais suscetíveis a degradação, porque possui uma elevada taxa de umidade podendo variar de 21% a 45% (OLIVEIRA; SANTOS, 2011; ALVES et al., 2011; VILLAS-BOAS, 2012).

Segundo Pohl (2009), o mel que é conhecido desde a antiguidade e sempre foi um atrativo para o homem devido a sua doçura, sabor e cor, sendo então uma das primeiras fontes de açúcar e atualmente ainda é utilizado como edulcorante e como um alimento energético. O mel se destaca por apresentar inúmeros compostos orgânicos, enzimas, flavonoides e compostos fenólicos responsáveis por suas propriedades terapêuticas e antioxidantes naturais (RODRIGUEZ et al., 2012; YUCEL; SULTANOGLU, 2013) e também pelo alto valor nutritivo e de alta aceitabilidade por parte do consumidor principalmente por ser considerado um produto terapêutico, favorável à saúde e é um produto biológico muito complexo, cuja qualidade e composição físico-química variam notadamente dependendo da flora visitada, das condições climáticas e edafológicas da região onde for produzido, bem como do manejo do apicultor (RACOWSKI, 2009).

O controle de qualidade é um período importante para que o produto seja comercializado com as suas propriedades naturais resguardadas, que possua atributos que ajudam sua utilização e que tenha uma conveniente conservação e aparência (LACERDA et al., 2010).

Quando falamos sobre a qualidade do mel, não podemos deixar de citar o hidroximetilfurfural (HMF). Segundo Mattietto; Oliveira et al. (2012, p.2, apud CRANE, 1983), o hidroximetilfurfural é um composto aldeído cíclico secundário gerado pela desidratação da frutose em meio ácido, pelo grau de envelhecimento e também durante o tratamento térmico (CAMARGO et al., 2006). O nível de HMF pode variar de acordo com a espécie de abelhas, técnicas de manejo e produção, região, clima e aquecimento.

O aquecimento do mel é usualmente utilizado para descristalizar, reduzir a flora microbiana e facilitar o processamento. Contudo, o teor de HMF aumenta cerca de, 4,5 vezes para cada 10^o C de aumento de temperatura no tratamento térmico (CRANE, 1983) o que pode alterar suas propriedades, como a diminuição da enzima

diastase e aumento do hidroximetilfurfural, composto genotóxico e carcinogênico (Bakhiya et al., 2009).

Alguns países importadores de mel a exemplo da Alemanha adotam a cor, a umidade e o HMF como indicadores de qualidade, preferindo méis claros, com baixa umidade e HMF com valores normalmente inferiores a 10 mg/Kg. A instrução normativa nº 11 de 20 de outubro de 2000 (Brasil, 2000) regulamenta a padronização do mel para fins de caracterização e estabelece o limite máximo de HMF de 60 mg/kg no mel. Esta regulamentação foi baseada em legislações europeias e atende somente as características do mel de *Apis mellifera*, não contemplando o mel de abelhas indígenas, nativas do país (BARACHO, A. P. C.; FERMAN, S. K. R.; WACHA, R; 2012).

Em função da importância do valor de HMF exigido no mercado nacional e internacional torna-se importante quantificar a variação deste parâmetro de qualidade para o mel de meliponíneos a fim de gerar informações que venham garantir a manutenção de sua qualidade e, conseqüentemente prolongar sua vida de prateleira aplicando para isso os tratamentos térmicos estabelecidos pela portaria nº 06 de 25 de julho de 1985 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) uma vez que até o momento constitui a única referencia legal para avaliação deste parâmetro.

1.1 OBJETIVOS

Avaliar tratamentos térmicos e descristalização do mel de abelhas sem ferrão da espécie *Tetragonisca angustula* em função dos níveis de Hidroximetilfurfural com base nos seguintes parâmetros de aquecimentos: 470, 170, 60, 22, 7.5, 2.8, 1.0, minutos e 24 segundos nas temperaturas de 52, 54.5, 57, 59.5, 65.5, 68, 71.10 °C, respectivamente, que são definidos no capítulo II da Portaria nº6 de 25 de julho de 1985 do Ministério da Agricultura estabelecidos para o mel de *Apis Melífera africanizada* (Lepeletier, 1836).

Os objetivos específicos, deste trabalho são:

- Selecionar cinco amostras de mel de abelha sem ferrão proveniente de diferentes apicultores da região Norte do Estado do Paraná, padronizando os aspectos de legitimidade na ausência de tratamento térmico.
- Aplicar os parâmetros de aquecimentos definidos no capítulo II da Portaria nº6 de 25 de julho de 1985 do Ministério da Agricultura.
- Analisar após os tratamentos térmicos, os níveis de HMF nas amostras de abelha sem ferrão.
- Analisar os dados estatisticamente.
- Avaliar a veracidade dos tratamentos estabelecidos no capítulo II da Portaria nº6 de 25 de julho de 1985 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento para amostras de mel de ASF.

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1 MELIPONICULTURA

Segundo Silveira et al. (2002), estima-se que exista mais de 3000 espécies de abelhas brasileiras, delas foram contabilizados 1576 nomes válidos. Dentre essas espécies podemos citar as abelhas sem ferrão que são pertencentes à subtribo Meliponina (Hymenoptera, Apidae), com 29 gêneros e 333 espécies, sendo válidas 244 e 89 morfotipos ainda não descritos (PEDRO, 2014).

A criação das abelhas sem ferrão é chamada de meliponicultura que é uma prática tradicional que visa uma fonte adicional de renda, principalmente para os agricultores familiares (MAGALHÃES & VENTURIERI, 2010). Além do elevado atributo do mel, reconhecido por suas propriedades medicinais (PALAZUELOS BALLIVIÁ, 2008), apreciado pela gastronomia *gourmet* (SILVA, L., 2013; DIAS et al., 2014), outros produtos podem ser utilizados como o geoprópolis, cerume e samburá, além do uso em paisagismo, lazer, turismo, estudo científico, educação ambiental e preservação das espécies (CARVALHO, 2003). Outra forma de exploração comercial das abelhas sem ferrão é a venda e aluguel das colônias com o objetivo de polonizar as culturas agrícolas (EMBRAPA, 2013). Segundo Imperatriz-Fonseca et al. (2004), a criação dessas abelhas, a contribuição desses organismos exerce um papel chave que desempenham na polinização de plantas silvestres e cultivadas.

Apesar de a meliponicultura ser uma prática conservacionista, a manipulação dessas abelhas nativas, exigem alguns cuidados para que esta atividade não traga riscos para a preservação e conservação das espécies, em especial as raras e as que estão em extinção. Devido a isso, precisamos lembrar que as abelhas nativas sem ferrão são animais da fauna silvestre brasileira, e que por isso, a sua criação obedece às normas da legislação vigente (AMOEDO, 2017).

No âmbito federal, os mais importantes meios legais que fala sobre a criação, comércio e transporte de abelhas nativas, e que dão direcionamento as demais regulamentações estaduais, é a Resolução CONAMA nº 364/2004, que disciplina a utilização das abelhas silvestres nativas, assim como a implantação de meliponários e a Instrução Normativa do IBAMA nº 07/2015 que institui e normatiza as categorias de uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro, dentre outras diligências, além da

Portaria MMA nº 444/2014 que traz, dentre outras, as espécies de abelhas nativas ameaçadas de extinção (AMOEDO, 2017).

Segundo Amoedo (2017), a meliponicultura é uma atividade ideal devido a maneira de adquirir e escolher as espécies de abelha sem ferrão, assim como os cuidados no manejo.. A forma de manejo e os cuidados com a alimentação, local de armazenamento, sanidade e transporte dessas abelhas, são essenciais para que a atividade tenha sucesso. Neste caso, é fundamental a participação do poder público e instituições de pesquisa na promoção de cursos de capacitação para os meliponicultores e incentivos na busca de técnicas aprimoradas de captura, manejo e transporte das abelhas. Isso é de total importância também para que os produtos oriundos das abelhas, principalmente o mel, tenham uma ótima qualidade.

É necessário que o meliponicultor escolha as espécies de ocorrência natural da sua região e que adquira por meio da utilização de ninhos-isca ou diretamente de outro meliponicultor, desde que devidamente regularizado no órgão ambiental competente (AMOEDO, 2017). A *Tetragonisca angustula* ocorre naturalmente na região do estado do Paraná, tornando seu produto de fácil acesso, e a espécie seja uma das escolhidas para o manejo.

2.2 O MEL DE *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811)

Segundo Nogueira Neto (1997), a produção do mel de abelha jataí é de 0,50 a 1,5 L ao ano. A composição físico-química do mel obtido de abelha sem ferrão é pouco conhecida devido à grande diversidade de flora que estas podem se alimentar e a baixa quantidade de mel que produzem, que esta relacionada com as características das espécies (ALMEIDA-ANACLETO, 2007). Métodos de manejo, colheita e beneficiamento do mel de ASF que não obedecem às Boas Práticas de Fabricação, associados à umidade elevada (21% a 45%) e à presença de micro-organismos, podem acarretar problemas de conservação do produto, reduzindo sua vida de prateleira, podendo até mesmo torná-lo impróprio para o consumo humano (ALVES et al., 2011).

Devido às diferenças na composição físico-química, os valores de referência indicados para o controle da qualidade e comercialização de mel, nas legislações nacionais (BRASIL, 2000) e internacionais (FAO, 2001) vigentes, não são aplicáveis para os méis de ASF. O desenvolvimento e a aprovação de uma regulamentação

para os méis de ASF, estabelecendo os requisitos de identidade e padrão são importantes para a garantia de segurança de consumo e para que os órgãos fiscalizadores tenham base referencial para sua inspeção, permitindo a comercialização oficial.

Além do nutricional, o mel das abelhas *Tetragonisca angustula*, assim como dos outros meliponíneos, também é procurado por suas propriedades medicinais sendo considerado um alimento dos mais completos e nutritivos (LOPES et al., 2005).

2.3 O HIDROXIMETILFURFURAL (HMF)

O nível de HMF no mel pode variar de acordo com as espécies de abelhas, técnicas de manejo e produção e também com a região e o clima. A taxa de formação de HMF pode ser afetada por vários fatores como a origem do mel e suas propriedades físico-químicas (KALABOVA, K; VORLOVA; L. SPANO, et al; 2003-2006). O aquecimento, temperatura e duração são considerados os fatores mais proeminentes.

Na Bahia, a portaria ADAB nº 207 de 21 de novembro de 2014 estabeleceu o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do mel de abelha sem ferrão do gênero melípona para o estado da Bahia, considerando o nível de HMF de no máximo 10 mg/kg. Em São Paulo, a resolução SAA- 52, de 03 de outubro de 2017 estabeleceu um valor de HMF máximo de 20 mg/kg. Para o estado do Paraná, a portaria nº 63 de 10 de março de 2017 estabeleceu um nível máximo de HMF de 40 mg/kg. O Codex Alimentarius 2000, estabeleceu que o conteúdo HMF do mel após o processamento não deve ser superior a 80 mg/kg. O conselho da União Europeia (COUNCILOFTHEEUROPEAN UNION), recomenda um limite inferior a 40mg/kg, com a exceção de 80 mg/kg para o mel proveniente de regiões tropicais e 15 mg/kg para mel com baixo nível enzimático.

2.4 TRATAMENTOS TÉRMICOS

Os açúcares são elementos presentes em maior concentração no mel, sendo responsáveis por sua qualidade e propriedades, como viscosidade, higroscopicidade, granulação, valor energético e a atividade antibacteriana

(WHITE,1989). No mel podemos encontrar alguns dissacarídeos, porém, o mais relevante é a sacarose, a qual, quando encontrada em valores elevados, geralmente indica um mel “verde” ou adulterado. É um açúcar não redutor, passível de hidrólise por meio de ácidos diluídos ou enzimas (invertase), resultando nos monossacarídeos, frutose e glicose (VIDAL, 2004). O mel também é caracterizado pelo alto teor dos monossacarídeos glicose e frutose. Em função da baixa solubilidade, a glicose impõe a tendência da cristalização do mel, enquanto que a frutose, por ter alta higroscopicidade, possibilita a sua doçura (SEEMANN, 2008).

O mel passa por um processo de aquecimento e filtração para retardar a granulação, eliminar os esporos de leveduras e aumentar seu tempo de prateleira (WHITE; SICILIANO, 1980; ISLAM et al. 2014). Este processo de aquecimento ajuda a facilitar o processamento do mel e manter sua qualidade. Porém, as temperaturas altas no tratamento do mel podem levar a produção do HMF e diminuição da qualidade do mel (AJLOUNI; SUJIRAPINYOUKUL, 2010).

Segundo a portaria nº6 de 25 de julho de 1985, a qualidade do mel comercializado quando submetido a tratamentos térmicos de descristalização ou pasteurização deve atender um dos binômios tempo e temperatura, estabelecidas no capítulo 2 de modo a apresentar no máximo 40 mg/kg de hidroximetilfurfural (HMF). Segundo esta portaria, níveis superiores de HMF, torna este produto impróprio para o consumo humano devido as alterações químicas, suas origens e cor do mel.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL

O estudo foi realizado nos laboratórios C004 e C006 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campos Campo Mourão.

3.2 MATERIAIS UTILIZADOS

3.2.1 AMOSTRAS

Foram utilizadas cinco amostras de mel de *T. angustula* provenientes de cinco meliponicultores do estado do Paraná.

3.2.2 REAGENTES

- Hexacianoferrato de potássio (II);
- Acetato de zinco;
- Hidrogenossulfito de sódio sólido;
- Metabissulfito.

3.2.3 EQUIPAMENTOS

- Agitador de Vórtex;
- Espectrofotômetro;
- Termômetros;
- Banho Maria com agitação;
- Balança analítica.

3.2.4 VIDRARIAS E MATÉRIAS ADICIONAIS

- Bastão de vidro;
- Pipeta graduada;
- Ponteiras;
- Proveta graduada;
- Beckers;
- Tubos de ensaio;

- Balões Volumétricos;
- Funil de vidro liso;
- Pipeta Volumétrica;
- Papel Filtro
- Rack estante para tubos de ensaio em arame revestida de PVC.

Todos os materiais estão localizados nos laboratórios da UTFPR.

3.3 MÉTODOS

Uma alíquota de 10 mL da amostra em triplicata foi tratada termicamente conforme os binômios tempo e temperatura estabelecidos no capítulo II da portaria nº 6 de 25 de julho de 1985.

Como orientação, seguiu-se a tabela abaixo:

Tabela 1 – binômios tempo e temperatura

Temperatura	Tempo
52,00	470 min
54,50	170 min
57,00	60 min
59,50	22 min
65,50	7,5 min
65,50	2,8 min
68,0	1,0 min
71,10	24,00 s

Fonte: Capítulo II da portaria nº 6 de julho de 1985.

Cumprida a relação adotada, a temperatura mantida nos níveis de aquecimento pelo tempo à execução desta etapa, foi rebaixada ao limite máximo de 50° C (cinquenta graus Celsius) e o HMF foi medido.

3.4 PREPARO DOS REAGENTES

As soluções descritas abaixo foram utilizadas para o preparo das amostras:

- Solução Carrez I: dissolver 15 g de hexacianoferrato de potássio (II), $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ em água e perfazer 100 mL.
- Solução Carrez II: diluir 30 g de acetato de zinco, $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ e perfazer a 100 mL.
- Solução de bissulfito de sódio 0,20 g / 100 g: dissolver 0,20 g de hidrogenossulfito de sódio sólido $NaHSO_3$, (metabissulfito, $Na_2S_2O_5$), em água e diluir a 100 mL. Prepare fresco diariamente.

3.5 PREPARO DAS AMOSTRAS

Usando o método de White (980.23 Hidroximetilfurfural em Mel) da AOAC (2005). O HMF foi determinado a partir da diluição 5g de mel e diluído em 25 mL de água usando béquer de 50 mL. Este volume foi transferido quantitativamente para um balão volumétrico de 50 mL, onde se adicionou 0,5 mL da solução Carrez I e 0,5 mL de solução Carrez II. O Volume do balão foi completado com água destilada e homogeneizado. Após, filtrou-se através de papel filtro rejeitando os primeiros 10 mL do filtrado.

A diluição das amostras e soluções de referência foi realizada da seguinte forma:

Tabela 2 – Diluição das amostras e soluções de referências

Adições ao tubo de ensaio	Solução de amostra	Solução de referência
Solução inicial de mel	5.0 mL	5.0 mL
Água	5,0 mL	-
0,2% solução de bissulfito de sódio	-	5,0 mL

Fonte: autoria própria.

Logo em seguida medir a absorvância da amostra no espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 284 nm (sem NaHSO₃) e 336 nm (com NaHSO₃).

3.6 CÁLCULO E EXPRESSÃO DOS RESULTADOS

Para o cálculo da quantidade de HMF, utilizou-se a fórmula:

$$\text{HMF} = \frac{(A_{284} - A_{336}) \times 149,7 \times 5}{P} \quad \text{Equação (1).}$$

Sendo: Fator = 149,7 = (126/16830) (1000/10) (1000/5) onde: 126 = Peso molecular do HMF; 16830 = Absortividade molecular do HMF a 284 nm; 1000 = conversão de g para mg; 10 = diluição de 5 g de mel para 50 ml; 100 = conversão de g para Kg; P = massa da amostra em g, A₂₈₄ = leitura da absorvância a 284 nm, A₃₃₆ = leitura da absorvância a 336 nm, 5 = massa nominal da amostra (SILVA, OLIVEIRA et al., 2018).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O quadro 1 e a Figura 1 apresentam os valores médios (n=3) de HMF (mg/Kg) de cinco amostras de mel de ASF provenientes de diferentes regiões do Estado do Paraná tratadas termicamente e do tratamento controle (sem tratamento).

Quadro 1: Valores médios (n=3) de HMF (mg/Kg) de cinco amostras de mel de ASF (sem tratamento térmico), e para as que foram submetidas ao tratamento térmico de 470, 170, 60, 22, 7.5, 2.8,1.0 minutos e para 24 segundos nas temperaturas de 52, 54.5, 57,59.

AMOSTRAS	HMF (mg/Kg) / Tempo x T ⁰ C (*)								
	T0 sem tratamento	T1 470' / 52°C	T2 170' / 54,5°C	T3 60' / 57°C	T4 22' / 59,5°C	T5 7,5' / 65,5°C	T6 2,8' / 65,5°C	T7 1,0' / 68°C	T8 24'' / 71,1°C
1	0,7485	20,9081	21,9227	16,7331	0,7998	0,7491	0,7485	2,9108	1,1497
2	0,5988	4,42446	12,9906	13,4896	0,7984	0,6493	0,6492	0,6154	1,0146
3	2,7544	21,9061	18,7291	20,1429	3,35993	2,9566	2,8984	2,7318	3,1556
4	0,2544	14,7870	16,666	15,8515	2,21223	0,2628	0,3825	0,499	1,2308
5	1,1526	28,7756	24,6838	26,6133	4,37456	1,6154	1,5322	1,1630	1,5538

(*) Portaria nº 6 de 25 de julho de 1985 do MAPA.

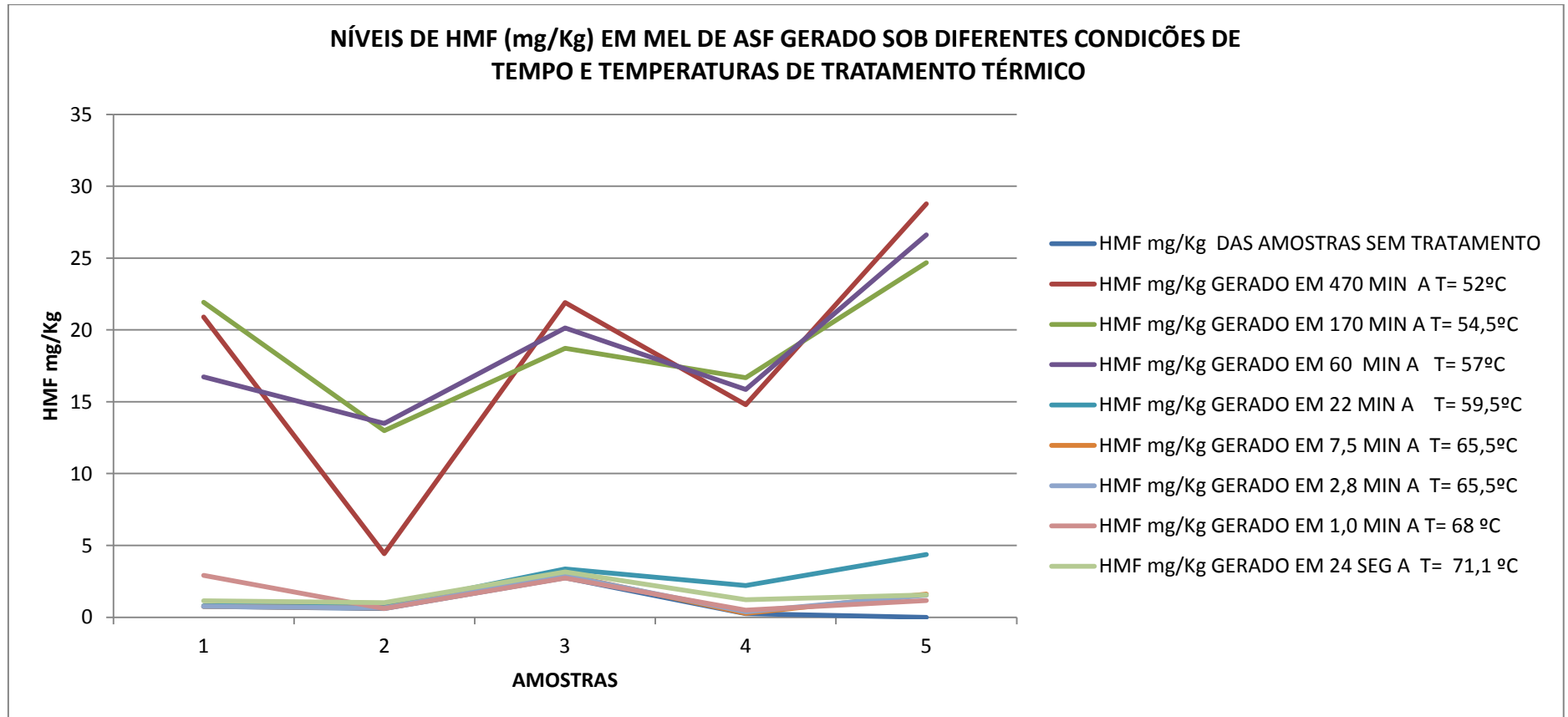


Gráfico 1 : Valores médios (n=3) de HMF (mg/Kg) de cinco amostras de mel de ASF) submetidas aos tratamentos térmicos de 470, 170, 60, 22, 7.5, 2.8, 1.0 minutos e 24 segundos nas temperaturas de 52, 54.5, 57, 59.5, 65.5, 68 e a 71.1 °C respectivamente e do tratamento controle (sem tratamento).

O quadro 1 e no gráfico 1 apresentam os valores de HMF (mg/kg) do tratamento controle (To), o qual representa os níveis de HMF originalmente presente nas amostras não tratadas termicamente.

Nas amostras tratadas utilizando a metodologia das *Apis melífera africanizada* (Lepeletier, 1836), foi constatado que: para os tempos de 470, 170 e 60 minutos e às temperaturas de 52, 54,5 e 57°C respectivamente, foi observado que houveram maiores níveis de HMF (mg/Kg) em relação as amostras controle, dessa maneira estes valores atendem aos padrões estabelecidos pela instrução normativa nº 11 de 20 de outubro de 2000 (Brasil, 2000) que estabelece o limite máximo de HMF de 60 mg/kg no mel para *abelhas Apis melífera africanizada* (Lepeletier, 1836) (Brasil, 2000).

Além disso, Araujo et al. (2006) observou em seu estudo realizado com méis de ASF que ocorreu um aumento no teor de HMF conforme o tempo de tratamento térmico, segundo ele o teor de HMF inicial era de 39,42 mg/kg e após 24 horas houve um aumento de 43,4%. Analisando a tabela 1, verificamos que ocorreu também um aumento de HMF em relação aos binômios (tempo/temperatura). Então, nota-se que o presente estudo atendeu a todas as legislações, pois aplicando os parâmetros de tratamento térmicos, observou-se que os valores foram menores que o valor máximo sugerido para controle de qualidade de mel de ASF o qual é inferior a 40mg/kg (BRASIL, 2000).

Resultados semelhantes foram verificados por Fallico et al. (2004) durante o aquecimento do mel *Apis Melífera L*, observado aumentos proporcionais de HMF, conforme aumento na temperatura de tratamento térmico.

O teor de hidroximetilfurfural é uma característica resultante da transformação dos açúcares do mel, que aumenta á medida que o mel é aquecido. Dessa forma, o aumento da taxa de HMF no mel pode ser afetada também por fatores como: a origem do mel, propriedades físico-químicas, processamento térmico (temperatura e duração de aquecimento), assim como a duração e condições de armazenamento (Kalabova, K; Vorlova; L. Spano, et al. 2006).

Os produtos das reações de Maillard correspondem ao um grupo heterogêneo de substâncias de baixo peso molecular. O HMF é considerado um desses produtos, e é produzido rapidamente durante o processamento térmico, isso pode justificar quando o HMF não está dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, devido á

severidade do tratamento térmico empregado. Dessa maneira, verificamos que o tratamento empregado foi eficiente (Fennema 2010, Shibão e Bastos, 2011).

4.1 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para verificar que as amostras tratadas durante 22, 7,5, 2,8 e 1,0 minutos e 24 segundos em temperaturas de 59,5, 65,5, 68 e 71,1°C, respectivamente, apresentaram uma diminuição na taxa de HMF em relação aos tratamentos térmicos realizados por maior tempo, e não sendo observado em relação aos tratamentos controles variação significativo na taxa de formação do HMF ($p > 0,05$) o que nos permite inferir quais tratamentos foram mais efetivos para este tipo de mel, ou seja, para comprovar este fato estatisticamente utilizou - se o Excel para o calculo da anova e como o F demonstrou ser maior que o F crítico, ou seja, $F > F_{\text{crítico}}$ comprovando que de fato houve diferença significativa entre os tratamentos, porém a anova não demonstrou qual dos tratamentos diferem entre si, então utilizamos o teste de comparação múltipla, no caso o teste de Tukey. Esses resultados tanto da ANOVA quanto o teste de Tukey serão apresentados logo abaixo nas tabelas 2, 3 e 4.

Tabela 3: Anova de fator único com $F > F_{\text{crítico}}$.

ANOVA						
Fonte da variação	SQ	GI	MQ	F	Valor – P	F crítico
Entre grupos	2916,165	8	364,5206	23,79123	3,46E-12	2,208518
Dentro dos grupos	551,579	36	15,32164			
Total	3467,744	44				

Fonte: Autora, 2019.

4.1.1 CÁLCULO DA DIFERENÇA MÍNIMA SIGNIFICATIVA DO TESTE DE TUKEY

A diferença mínima significativa (DMS), pode ser calculada a partir da seguinte equação:

$$DMS = q \times \sqrt{\frac{QM_{res}}{n}} \quad \text{equação (2).}$$

Onde: QMR = 15,32164 (MQ dentro); nº tratamento = 9; Grau de liberdade = 15,32164; nº repetições= 5; q= 4,064 (encontra-se esse valor na tabela do teste de Tukey : (I,GLR)

DMS=7,114 (Diferença mínima significativa).

Com essa diferença mínima significativa entre os tratamentos aplicados, foi elaborado um quadro para demonstrar quais tratamentos diferem da amostra controle, comprovando então quais tratamentos tiveram mais eficiência.

Quadro 2: Teste de Tukey e desvio padrão das amostras para cada tratamento térmico analisado.

AMOSTRAS	HMF (mg/Kg) / Tempo x T ^o C (*)								
	T0 sem tratamento	T1 470' / 52°C	T2 170' / 54,5°C	T3 60' / 57°C	T4 22' / 59,5°C	T5 7,5' / 65,5°C	T6 2,8' / 65,5°C	T7 1,0' / 68°C	T8 24'' / 71,1°C
1	0,748±7,1 ^A	20,908±0,03 ^B	21,922±0,04 ^B	16,733±0,025 ^B	0,799±0,002 ^A	0,749±0,001 ^A	0,748±0,001 ^A	2,910±0,004 ^A	1,149±0,001 ^A
2	0,598±7,1 ^A	4,424±0,03 ^B	12,990±0,02 ^B	13,489±0,02 ^B	0,798±0,002 ^A	0,649±0,001 ^A	0,649±0,002 ^A	0,615±0,002 ^A	1,014±0,003 ^A
3	2,754±7,1 ^A	21,906±0,04 ^B	18,729±0,035 ^B	20,142±0,03 ^B	3,359±0,002 ^A	2,956±0,002 ^A	2,898±0,003 ^A	2,731±0,001 ^A	3,155±0,002 ^A
4	0,254±7,1 ^A	14,787±0,02 ^B	16,666±0,03 ^B	15,851±0,02 ^B	2,212±0,0025 ^A	0,262±0,001 ^A	0,382±0,002 ^A	0,499±0,003 ^A	1,230±0,004 ^A
5	1,152±7,1 ^A	28,775±0,05 ^B	24,68±0,045 ^B	26,61±0,06 ^B	4,374±0,03 ^A	1,615±0,001 ^A	1,532±0,001 ^A	1,163±0,001 ^A	1,553±0,001 ^A

* Médias de HMF (mg/Kg) que não compartilham uma letra são significativamente diferentes.

Fonte: AUTOR, 2019.

Para as linhas, ou seja, para avaliar se existe diferença significativa entre as amostras, novamente aplicou-se uma ANOVA, e os valores estão expostos na tabela a seguir.

Tabela 4: Anova de fator único com $F < F_{\text{crítico}}$.

ANOVA						
Fonte da variação	SQ	GI	MQ	F	Valor – P	F crítico
Entre grupos	215,5956	4	53,8989	0,662933	0,621412	2,605975
Dentro dos grupos	3252,148	40	81,30371			
Total	3467,744	44				

Fonte: Autora, 2019.

Como notou-se um valor de F menor que o F crítico, ou seja, $F < F_{\text{crítico}}$ pode-se afirmar que não houve diferença significativa entre as amostras, ou seja, elas não diferem entre si em nível de 5% de significância ($p > 0,05$).

5. CONCLUSÃO

Foi possível quantificar as taxas de formação de HMF em amostras de mel de ASF - *Tetragonisca angustula* empregando-se os mesmos binômios tempo e temperatura estabelecidos pela portaria nº 6 de 25 de julho de 1985 para o mel de *Apis mellífera*. Os tratamentos térmicos mais recomendados para este tipo de mel foram aqueles que combinam menores tempos e maiores temperaturas.

Para todos os tratamentos térmicos aplicados, as amostras apresentaram-se dentro dos padrões estabelecidos pela portaria aplicada, porém verificou-se a necessidade de uma modificação na portaria nº 6 de 25 de julho de 1985 para o mel de *Apis Mellífera*, porque ao aplicar os binômios tempo/temperatura por ela estabelecidos, notou-se um aumento significativo do HMF principalmente nos tratamentos de 470, 170, 60 minutos por 52, 54,5 e 57 °C respectivamente.

Como o HMF aumenta de acordo com a severidade do tratamento empregado, torna-se necessários outros estudos e com eles a atualização desta portaria que é antiga e apresentou parâmetros de aquecimentos severos, que no presente estudo demonstrou um aumento expressivo e preocupante de HMF.

6. REFERÊNCIAS

Araujo D. R., Silva R. H. D. & Sousa J. S. 2006. **Avaliação da qualidade físico-química do mel comercializado na cidade de Crato, CE.** Revista de Biologia e Ciências da Terra. 6(1): 51-56.

Amoedo, Sérgio. 2017. **Meliponicultura: definições, contexto atual, conflitos e proposta de regulamentação**-- Salvador. 86 f.

ANACLETO, Daniela A. et al. 2009. **Composição de Amostras de Mel de Jatá (Tetragonisca angustula Létrille, 1811).** Campinas. n. 29, p. 535-541, 2009. Ciência e Tecnologia de Alimento.

ALVES, T. T. L.; MENESES, A. R. V.; SILVA, J. N.; PARENTE, G. D. L.; HOLANDA NETO, J. P. 2011. **Caracterização físico-química e avaliação microbiológica de méis de abelhas nativas do nordeste brasileiro.** Mossoró, v. 6, n. 3, p. 91-97, 2011, revista verde.

AJLOUNI, S.; SUJIRAPINYOKUL, P. **Hydroxymethylfurfuraldehyde and amylase contents in Australian honey.** Food Chemistry, v. 119, p. 1000-1005, 2010.

ALMEIDA-ANACLETO, Daniele, 2002. **Espécies de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e tipificação dos méis por elas produzidos em área de cerrado do município de Pirassununga, estado de São Paulo.** 2002. 103f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ADAB. Portaria nº 207 de 21 de novembro de 2014. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelha social sem ferrão, gênero Melipona com aplicação em todos os estabelecimentos de produtos das abelhas e derivados registros sob a égide do serviço de inspeção Estadual.** Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia – ADAB.

BARACHO, A. P. C.; FERMAN, S. K. R.; WACHA, R, 2012. **Exportação de mel Proposta metodológica para que o mel seja produzido em Alagoas tenha acesso a mercados.** Revista Política Agrícola. Ano XXI – Nº 4 – Out./Nov./Dez.2012.

BRASIL. Portaria MMA nº 444, de 17 de dezembro de 2014. **Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção.** Publicada no DOU no 245, de 18 de dezembro de 2014, Seção 1, página 121.

BRASIL, Resolução Conama nº 364, de 17 de agosto de 2004 – **Disciplina a utilização das abelhas silvestres nativas, bem como a implantação de meliponários.** Publicação DOU nº 158.

BRASIL. INSTRUCAO NORMATIVA IBAMA no 07, de 30 de abril de 2015. **Institui e normatiza as categorias de uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro, e define, no âmbito do Ibama, procedimentos autorizativos para as categorias estabelecidas.** Publicada no DOU em 06 de maio de 2015.

BRASIL. Portaria nº6, de 25 de julho de 1985. **Normas Tecnológicas para Mel, Cera de Abelhas e Derivados.** Ministério da Agricultura e Abastecimento Secretaria de Inspeção de Produto. Brasília: MAPA, 1985.

BRASIL, Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel.** Ministério da Agricultura e Abastecimento. Brasília : MAPA, 2000.

BAKHIYA, N., MONIEN, B., FRANK, H., SEIDEL, A., & GLATT, H. (2009). **Renal Organic Anion Transporters OAT1 and OAT3 Mediate the Cellular Accumulation of 5-sulfoxymethylfurfural, a Reactive, Nephrotoxic Metabolite of the Maillard Product 5-hydroxymethylfurfural.** Biochemical Pharmacology. Germany, 78(4), 414-419.

CARVALHO, C. A. L. DE, ALVES, R. M. DE O., SOUZA, B. de A. 2003 Criação de abelhas sem ferrão: aspectos práticos. 1. Ed. Salvador-BA: SEAGRI-BA 42P.

CONAMA RESOLUÇÃO nº 346, de 16 de agosto de 2004. Publicada no DOU no 158, de 17 de agosto de 2004, Seção 1, página 70.

CAC (2001) – Codex Stan 12-1981 – **Codex standard for honey**. Codex Alimentarius Commission, Roma, p. 1-8.

CRANE, E. **Constituintes e característica do mel**. In: CRANE, E. O livro do mel. Trad. Astrid Kleinert Giovane. São Paulo: Nobel, 1983.

CAMARGO, R. C. R. de; PEREIRA, F. de M.; LOPES, M. T. do R.; WOLFF, L. F. Mel: **características e propriedades**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006.

Camargo, J. M. F. & Pedro, S. R. M. “**Meliponini Lepeletier, 1836**”. In: **Moure, J. S.; Urban, D. & Melo, G. A. R. (Eds.)**. Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region. Curitiba, Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007, pp. 272-578.

DIAS, M. S.; CAMARGO, R.C.R; OLIVEIRA, K. L.; BERTELI, M.N.; BERTO, M. I.; **Levantamento de Tecnologias de Conservação de Mel de Abelhas Nativas em Função de suas Propriedades Físico-Químicas**. 8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo.

EMBRAPA MEIO NORTE (Terezina, PI), junho de 2003. **Apicultura: Sistema de Produção**, 3. INSS 1678-8818. Versão eletrônica.

Fallico B., Zappalà M., Arena E. & Verzera, A. 2004. **Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys**. Food Chemistry, 85(2): 305-313.

FENNEMA, O. R.; SRINIVASAN D.; KIRK, L. P. **Química de Alimentos de Fennema. Tradução Adriano Brandelli (et al.)**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. Codex Alimentarius Commission. Codex Stan 12-1981: Codex Standard for honey. Roma: FAO, 2001. 8 p.

Giorgio C. Venturieri, Denise de A. Alves, Jerônimo K. et al.,. **Meliponicultura no Brasil: Situação Atual e Perspectivas Futuras para o Uso na Polinização Agrícola**, 2012.

ICEPA. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina de 2001-2002.** Florianópolis: Ed. ICEPA/SEDRA, 2002.

ISLAM, N. et al. **Toxic compounds in honey.** Journal of Applied Toxicology, v. 34, n. 7, p. 733-742, 2014.

Kalabova, K, Vorlova, L, Borkovcova, I, Smutna, M, Vecerek, V, 2003. **Hydroxymethylfurfural in Czech Honeys.** Czech J Anim. Sci. Bibliografia: 48,551-555.

LACERDA, J. J. J.; SANTOS, J. S.; SANTOS, S. A.; RODRIGUES, G. B.; SANTOS, M. L. P. **Influência das características físico-químicas e composição elementar nas cores de méis produzidos pro Apis mellifera no sudoeste da Bahia utilizando análise multivariada.** Química Nova, v. 33, 2010.

Lopes, M.; Ferreira, J. B.; Santos, G. **Abelhas sem-ferrão: a biodiversidade invisível.** Agriculturas, V. 2, n. 4, 2005.

MAGALHAES, T. L.; VENTURIERI G. C,2010. **Aspectos economicos da criacao de abelhas indigenas sem ferrao (Apidae: Meliponini) no Nordeste Paraense.** Tatiana Lobato de Magalhaes . Belem, PA : Embrapa Amazonia Oriental.

R. A. MATTIETTO, T. C. S. OLIVEIRA, R.H. OLIVEIRA et al., 2012. **AVALIAÇÃO DA FORMAÇÃO DE HIDROXIMETILFURFURAL EM MEL DE URUÇU CINZENTA PASTEURIZADO E ARMAZENADO A TEMPERATURA AMBIENTE.** Embrapa Amazônia Oriental, CPATU.

RACOWSKI, i. et al., 2009. **Ação Antimicrobiana do Mel em Leite Fermentado.** Revista Analytica. Nº 30.

NOGUEIRA-NETO, Paulo, 1997. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão.** São Paulo: Nogueirapis.

Nogueira-Neto, P. A, 1953. **Criação de Abelhas Indígenas sem Ferrão.** São Paulo, Chácaras e Quintais.

Oliveira, E.N.A. e Santos, D.C. (2011) – **Análise físico-química de méis de abelhas africanizada e nativa.** Revista do Instituto Adolfo Lutz, vol. 70, n. 2, p. 132-138.

Official Methods of Analysis AOAC, No. 980.23, edition 15 (1990). Disponível em: <file:///C:/Users/luiz_/OneDrive/Documentos/Engenharia%20de%20Alimentos%201.2018/pré%20projeto/metodos%20analiticos%20da%20determinação%20de%20hmf%202009.pdf >. Acesso em: 17 de abril de 2018.

PALAZUELOS BALLIVIAN, J.M.P. (2008). **Abelhas nativas sem ferrao - Mýg.** Sao Leopoldo, Oikos.

PEDRO, S.R.M, 2014. **The Stingless Bee Fauna In Brazil (Hymenoptera: Apidae).** Universidade de São Paulo, FFCLRP, Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil. Sociobiology 61(4): 348-354.

Pohl, P. (2009) – **Determination of metal content in honey by atomic absorption and emission spectrometries.** *Trends in Analytical Chemistry*, vol. 28, n. 1, p. 117-128. Acesso em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trac.2018.08.23>.

Portaria nº 63 de 10 de março de 2017, **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do mel de abelhas sem ferrão para o estado do Paraná**. Disponível em:

http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/GABINETE/PORTARIAS/2017/63_17.pdf
 acesso em : 05 de novembro de 2018.

Rodrigues, B.A; Mendonza, S.; Iturriga, M.H. e Castano – Tostado, E. (2012) – **Quality parameters and antioxidante and antibacterial properties of some Mexican honeys**. Journal of Food Science, Vol. 77, n. 1, p. C121 – C127.

<http://dx.doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02487.x> acesso em: 23.08.2018

SILVA. N. Rovena, 2004. **Aspectos do perfil e do conhecimento de apicultores sobre manejo e sanidade da abelha africanizada em regiões de apicultura de santa Catarina**. Dissertação: Florianópolis, SC.

SHIBAO, J. R., BASTOS, D. H. M,2011. **Produtos da reação de Maillard em alimentos: implicações para a saúde**. Revista de Nutrição, v. 24, n. 6, p. 895-904.

SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.R.; ALMEIDA, E.A.B, 2002. **Abelhas brasileiras: Sistemática e identificação** – Belo Horizonte: 253 p.: IL. ISBN. 85-903034-1-1.

Sobenko, J. “Caixa Prática para Jataí”. Mensagem Doce, 42: 5-7, 1997.

SEEMANN, P.; NEIRA, M. 2008.**Tecnología de la producción apícola**. Valdivia: Universidad Austral de Chile Facultad de Ciencias Agrarias Empaste 202p.

Silva, Oliveira, O. et al, 2018.**ANÁLISE DO TEOR DE HIDROXIMETILFURFURAL DO MEL DE *Melipona flavolineata* NO DECURSO DO PROCESSO DE DESUMIDIFICAÇÃO POR AQUECIMENTO**. 22º seminário PIBIC Embrapa Amazônia Oriental.

Spano, N.; Casula, L.; Panzanelli, A.; Pilo, M.I. et al; 2006,**determination of 5-hydroxymethylfurfural in hony : the case of strawberry tree honey** Talanta, 68, 1390-1395.

SAA – Resolução nº 52 de 03 de outubro de 2017. **Regulamento Técnico de Identidade, qualidade e requisitos do processo de beneficiamento do mel, destinado ao consumo humano.** Agricultura e Abastecimento de São Paulo – SAA.

VARGAS, T. **Avaliação da qualidade do mel produzido na região dos Campos Gerais do Paraná. 2006.** 123f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Ponta Grossa do Paraná, Ponta Grossa, 2006.

Venturieri, Giorgio **Cristino Criação de abelhas indígenas sem ferrão /** Giorgio Cristino Venturieri. - 2. ed. rev. atual. - Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 60 p. : il. color. ; 15 cm x 21 cm. ISBN 978-85-87690-76-0.

Villas-Boas, J.(2012) – **Manual Tecnológico: Mel de Abelhas sem Ferrão. Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN).** Brasil, 96 p. – (Série Manual Tecnológico).

VIDAL, R.; FREGOSI, E.V. de. **Mel: características, análises físico-químicas, adulteração e transformação. Barretos:** Instituto Tecnológico Científico “Roberto Rios”. 2004.

VIDAL F. MARIA, **EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE MEL NA ÁREA DE ATUAÇÃO DO BNB -** Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE, 2019.

WHITE JÚNIOR, J.W. 1989. **Methods for determining carbohydrates, hydroxymethylfurfural and proline in honey;** Collaborative study. Journal of the association of the Official Analytical Chemistry, v.62.

WHITE, J. W. JR, SICILIANO, J, 1980. **Hydroxymethylfurfural and honey adulteration.** Journal Association of official Analytical Chemists, v. 63, n. 1, p. 7-10.