

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA KOMBUCHA DE CHÁ VERDE (*CAMELLIA SINENSIS*) ENRIQUECIDA COM MEL FLORAL DA CAATINGA DA *APIS MELLIFERA***

**PHYSICAL-CHEMICAL ANALYSIS OF GREEN TEA (*CAMELLIA SINENSIS*) KOMBUCHA ENRICHED WITH FLORAL HONEY FROM THE CAATINGA BY *APIS MELLIFERA***

Marina França Elias da Silva<sup>1</sup>; Maria Rafaella da Fonseca<sup>2</sup>; José Carlos de Andrade Alves<sup>3</sup>; Renata Valéria Regis de Sousa Gomes<sup>4</sup>; Emmanuela Prado de Paiva Azevedo<sup>5</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/IICIAGRO.0071>

**RESUMO**

Kombucha é uma bebida fermentada feita a partir de chá adoçado. O processo de preparação envolve o cultivo de uma colônia de bactérias e leveduras chamada de SCOBY. Para este estudo, o objetivo foi de produzir uma Kombucha com chá verde a partir da fermentação com adição de mel, e realizar a caracterização físico-química do mel utilizado. Para isso, utilizou-se 1L de água filtrada aquecida a 90°, (1%) chá verde, (10%) mel e (20%) cultura starter. Foram feitas análises (açúcares totais, cinzas, umidade, atividade de água, brix, fenólicos totais, pH e vitamina C) de duas variedades de mel produzidas nos municípios de Verdejante (MV) e Tamandaré (MT), e da Kombucha produzida, no sétimo dia de fermentação. Os valores obtidos para os teores de açúcares totais para os méis (MV=87,16 g glc/100g; MT=53,85 g glc/100g) e cinzas (MV=0,23% e MT=0,51%) mostram que a diferença do bioma e da florada podem impactar na composição do mel. Porém, para ambos, o índice de umidade mostrou-se fora do padrão de qualidade do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel (MV=21,58% e MT=23,51%) o que pode afetar na preservação dos produtos. Em relação às análises da Kombucha, o pH se mostrou muito baixo, 1,77 no sétimo dia, e 1,72 no décimo quarto. Para os fenólicos totais, foram divididos em dois grupos A e B, com diluições diferentes. O grupo A obteve uma média de resultados de 23,848 mg de EAG/ml, e o grupo B média de 7,631 mg de EAG/ml, mostrando que a bebida produzida possui potencial para ação antioxidante. A atividade de água se mostrou dentro dos parâmetros desejáveis, com média de 0,9842 aw, além do teor de vitamina C encontrado de 0,833 mg/100ml, se mostrando adequado se comparado com a literatura. Com isso, os resultados de açúcares totais, cinzas, atividade de água e brix, para os méis, se encontraram dentro dos parâmetros ditados pela legislação, diferente do teor de umidade. Além disso, nota-se que a vegetação local tem influência sobre as propriedades físico-químicas deste alimento. Em relação a Kombucha, apenas o valor de pH se mostrou fora dos valores de qualidade, sendo reajustes necessários na metodologia para tornar a bebida adequada para o consumo.

**Palavras-Chave:** Mel, Kombucha, Fermentação

**ABSTRACT**

Kombucha is a fermented drink made from sweetened tea. The preparation process involves the cultivation of a colony of bacteria and yeasts called SCOBY. For this study, the objective was to produce a Kombucha with green tea fermented with the addition of honey and to do the physical-chemical

<sup>1</sup> Bacharelado em Gastronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [marinasdef@gmail.com](mailto:marinasdef@gmail.com)

<sup>2</sup> Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [maria.fpimental@ufrpe.br](mailto:maria.fpimental@ufrpe.br)

<sup>3</sup> Graduação em Química Industrial, Universidade Federal de Pernambuco, [josecarlos.alves@ufrpe.com](mailto:josecarlos.alves@ufrpe.com)

<sup>4</sup> Dr<sup>a</sup> em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, [renata.valeria@ufrpe.br](mailto:renata.valeria@ufrpe.br)

<sup>5</sup> Orientadora, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [paiva.ufrpe@gmail.com](mailto:paiva.ufrpe@gmail.com)

characterization of the honey that was used. For this purpose, 1L of filtered water was heated up to 90°, (1%) green tea, (10%) honey and (20%) starter culture was used. Analyses were made (total sugars, ashes, moisture, water activity, brix, total phenolics, pH and vitamin C) of two varieties of honey produced in the municipalities of Verdejante (MV) and Tamandaré (MT), and of the Kombucha produced, on the seventh day of fermentation. The values obtained for the total sugar content for the honeys (MV=87.16 g glc/100g; MT=53.85 g glc/100g) and ashes (MV=0.23% and MT=0.51%) show that the difference in biome and flowering can influence the composition of honey. However, for both, the moisture index was outside the quality standard of the Technical Regulation of Identity and Quality of Honey (MV = 21.58% and MT = 23.51%) which can affect the preservation of the products. Regarding to the analysis of Kombucha, the pH level was very low, 1,77 on the seventh day, and 1,72 on the fourteenth day. For total phenolics, they were divided into two groups A and B, with different dilutions. Group A obtained an average result of 23.848 mg of EAG/ml, and group B an average of 7.631 mg of EAG/ml, showing that the beverage produced has potential for antioxidant action. The water activity was within the desirable parameters, with an average of 0.9842 aw, in addition to the vitamin C content found of 0.833 mg/100ml, proving to be adequate when compared to the literature. With this, the results of total sugars, ashes, water activity and brix, for the honeys, were within the parameters dictated by the legislation, different from the moisture content. In addition, it is noted that the local vegetation has an influence on the physical-chemical properties of this food. Regarding Kombucha, only the pH level was outside the quality values, showing that readjustments in the methodology are necessary to make the drink suitable for consumption.

**Keywords:** Honey, Kombucha, Fermentation

## INTRODUÇÃO

A Kombucha é uma bebida fermentada que teve sua origem no nordeste da China por volta de 220 a.C, e posteriormente se espalhou pelo Japão em 414 d.C. como uma forma de medicamento. Ao longo das rotas comerciais, essa bebida alcançou a Rússia e a Europa oriental, conforme mencionado por Jayabalan et al. em 2014. Embora alimentos fermentados tenham sido consumidos em diversas culturas ao redor do mundo por milênios, a Kombucha só ganhou popularidade recentemente, como afirmado por Kapp & Sumner em 2019. A bebida fermentada do chá verde tornou-se muito procurada por sua natureza funcional e probiótica. Segundo Troitino (2018), hoje em dia, ele é considerado o produto de crescimento mais rápido no mercado de bebidas funcionais e uma das bebidas fermentadas de baixo teor alcoólico mais populares em todo o mundo.

O chá das folhas de *Camellia sinensis* é a base para essa bebida, adicionado a uma cultura starter, contendo um consórcio simbiótico de bactérias e leveduras (SCOBY) (COELHO et al., 2020). O processo de fermentação tem duração de aproximadamente 7 a 12 dias (DUFRESNE et al., 2000). Nesta fermentação, usa-se comumente o chá verde ou preto como meio, açúcar como fonte de energia e tem-se como produto e subprodutos da fermentação: álcool, ácido acético, alguns compostos nutricionais e bioativos e gás carbônico (LIU et al., 2020). Percebe-se também, a presença de gases provenientes do gás carbônico produzido na fermentação e o surgimento de um aroma fermentado (JAYABALAN et al, 2014). Além destes compostos, a fermentação produz um biofilme, também chamado de película de

celulose ou celulose bacteriana, descrita pela primeira vez em 1886 por R. M. Brown, como “uma espécie de pele úmida, inchada, gelatinosa e escorregadia”. Este é um produto exocelular de bactérias, sendo uma das mais importantes para a formação dessa película, a *Gluconacetobacter xylinum* (LIN et al., 2020).

As principais ações biológicas reconhecidas da Kombucha incluem as atividades antioxidantes, antimicrobianas, anti carcinogênicas e antidiabéticas (CHAKRAVORTY et al., 2016). Tais benefícios estão associados à presença de microrganismos probióticos, compostos fenólicos, ácidos glucônico, glucurônico e láctico, todos provenientes do processo fermentativo (JAYABALAN et al., 2014), flavonoides com alta biodisponibilidade (CHAKRAVORTY et al., 2016) e vitaminas C, B2 e B6 (MOHAMMADSSHIRAZI et al. 2016) e, mais recentemente, a vitamina B9 (KHAN, 2020).

A inibição do crescimento *in vitro* das bactérias patogênicas incluindo *Helicobacter pylori*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Agrobacterium tumefaciens* também foram associadas ao consumo da Kombucha (STEINKRAUS et al., 1996), assim como propriedades terapêuticas contribuindo para melhoria da progressão de esclerose múltipla (MARZBAN et al., 2015), efeitos hipercolesterolêmicos em ratos (BELLASSOUED et al., 2015).

A saborização da bebida é a segunda etapa do seu processamento, após o processo fermentativo. Em geral, são utilizadas frutas cítricas, contudo, considerando o papel funcional da bebida, é possível acrescentar alimentos reconhecidos por seu valor nutricional. O mel natural que é produzido pelas abelhas a partir do néctar das flores, é um dos nutracêuticos mais valorizados e apreciados pela humanidade, usado para fins alimentícios, funcionais, medicinais e industriais (PASHTE et al., 2020). Considerando a extensa lista de benefícios do mel para a promoção da saúde, suas características físico-químicas e propriedades antimicrobianas, tem sido amplamente analisada por seu potencial probiótico (BEGUM et al., 2015).

A composição e as propriedades do mel variam de acordo com a fonte de recurso floral e pelas condições regionais e climáticas (LAZARIDOU et al., 2004). A Caatinga é um bioma que ocorre exclusivamente na Região Nordeste do Brasil, caracterizada por clima semiárido, chuvas baixas e irregulares, e solos férteis. Com vegetação predominantemente seca, apresenta elevada riqueza e diversidade de espécies vegetais arbóreas, arbustivas e herbáceas (OLIVEIRA et al., 2021).

A expansão da apicultura racional, aliada a potencialidade produtiva das abelhas *Apis mellifera* (africanizada) e a disponibilidade de pastagem apícola nativa, colocou Pernambuco e mais quatro Estados do Nordeste (PI, CE, BA, PE e RN), a partir de 2005, a serem responsáveis por 1/3 da produção apícola nacional (GONÇALVES et al., 2010; IBGE, 2011), sendo a região

com presença de espécies florais da Caatinga a de maior e expressiva produção, mas ainda com poucas pesquisas com esses méis produzidos no bioma Caatinga (SANTOS et al., 2014).

Com a popularização do consumo de Kombucha nas últimas décadas, muitos cultivos saíram da escala artesanal para produção em escala comercial. Esse cenário tem ressaltado o valor nutricional da bebida e sobretudo seu potencial econômico. A inclusão do mel nesta formulação tem o papel de fortalecer não somente a Kombucha mas também o próprio mel, uma vez que, apesar do reconhecido valor nutritivo é ainda um produto natural que necessita de investigação quanto ao teor de micronutrientes e compostos bioativos. Considerando todo este contexto, o presente artigo tem por objetivo mostrar as características das análises físico-químicas da Kombucha enriquecida com mel floral da Caatinga da *Apis mellifera*.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### 1. Bebidas Fermentadas

A fermentação define-a como o processo anaeróbico que ocorre quando o microrganismo se reproduz, a partir de uma fonte apropriada de nutrientes, visando à obtenção de um bioproduto (DAMASO; COURI, [s. d.]).

O verbo fermentar, se origina do latim “fermentare”, que significa, ferver. O termo, proposto pelo pesquisador francês Louis Pasteur, teria sido determinado devido à intensa produção de gás gerada ao longo do processo fermentativo ao ver o suco extraído de uvas fermentado para a produção de vinhos. (LINDNER et al., 2022). Ainda que, hoje em dia, “ferver” seja utilizado de forma diferente, pois na fermentação não ocorre fervura, a analogia existe em virtude da formação de bolhas observada durante a fermentação, decorrentes da produção de gás. (MARTENS, 2023).

Na indústria, os tipos de fermentação são descritos como: Fermentação alcoólica, um tipo de reação química realizada pela ação de microrganismos (leveduras) sobre os açúcares (glicose ou outro monossacarídeo), produzindo etanol (álcool etílico) e gás carbônico. Através dele é obtido todo o álcool industrial, e todas as bebidas alcoólicas fermento-destiladas como, uísque, cachaça, conhaque, tequila e fermentadas como, cerveja e vinho. (VASCONCELOS, et al., 2016). Já a fermentação láctica, ocorre sobre açúcares de origem vegetal ou animal, formando ácidos orgânicos e tem como produto principal o ácido láctico. Com ele são produzidos alimentos como, pickles, chucrute, azeitonas, iogurtes, manteiga, leites fermentados, queijos, salames. Por último, a fermentação acética, no seu fabrico adicionam-se leveduras para conversão dos açúcares em álcool. E depois, adicionam-se bactérias dos gêneros *Acetobacter*

ou *Glucono-bacter* para transformar o álcool em ácido acético (vinagre). (VASCONCELOS et al., 2016). A Kombucha é um exemplo de bebida fermentada que é produzida a partir desses três processos de fermentação.

## 2. Kombucha

Apesar de um caráter duvidoso, acredita-se que a origem da Kombucha se deu a partir do seu uso como um digestivo pelas suas propriedades desintoxicantes e energizantes no nordeste da China por volta de 220 a.C. Ao passar do tempo, devido às expansões marítimas, a bebida recebeu diversos outros nomes como: “*Tea Fungus, Kargasok Tea, Manchurian Mushroom e Haipao*” (GREENWALT et al., 2000). Seu consumo se popularizou na Europa e no norte da África durante a segunda guerra mundial, porém com o baixo estoque de insumos, a bebida foi deixando de ser consumida. (JAYABALAN et al., 2014).

Atualmente, devido ao crescimento do mercado de alimentos funcionais, a Kombucha teve um grande aumento na sua procura e conseqüentemente, na sua comercialização. Isso se deve às suas propriedades probióticas, que proporcionam benefícios à saúde intestinal e a melhoria na capacidade do organismo em absorver os nutrientes dos alimentos. Probióticos são organismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefício à saúde do hospedeiro (FAO/WHO, 2001). Além disso, segundo os estudos de Battikh et al. (2012) indicam que a bebida tem características antimicrobianas contra cerca de oito cepas diferentes de bactérias que podem ser nocivas ao ser humano. De acordo com Jayabalan et al. (2014), a Kombucha também possui atividades antioxidantes e anticancerígenas em virtude aos polifenóis produzidos durante a fermentação e ao efeito sinérgico de diferentes compostos encontrados no chá. Esses polifenóis possuem mecanismos para a inibição da mutação genética, a inibição da proliferação de células cancerígenas, a indução de apoptose de células cancerígenas e o fim da metástase (CONNEY et al., 2002).

A Kombucha é uma bebida gaseificada refrescante, de origem natural e probiótica, com características semelhantes às de um espumante. São utilizados chá verde ou preto para o preparo junto a cultura starter, na qual, ao longo do processo de fermentação, irá se transformar em um disco de celulose chamado de SCOBY. Para o processo de fermentação ocorrer, é necessário adicionar uma fonte de carbono, no caso, alguma fonte de açúcar - glicose, sacarose, frutose - tendo em vista que, cada um destes contém propriedades diferentes que podem influenciar no produto final, tanto sensorialmente, ao paladar, quanto nas características químicas da bebida (LIU et al., 2020). As leveduras convertem o açúcar em álcool e dióxido de carbono, enquanto as bactérias acéticas produzem novas camadas de celulose no SCOBY e

metabolizam também o álcool produzido pelas leveduras em ácidos orgânicos (JAYABALAN et al., 2014). Portanto, é crucial utilizar uma proporção adequada de açúcar, normalmente sendo 10%, uma vez que o uso excessivo pode levar uma bebida ácida e/ou fora dos parâmetros vigentes da Instrução Normativa MAPA nº 41, de 2019.

Devido às suas propriedades benéficas para a promoção da saúde, suas características físico-químicas e propriedades antimicrobianas, o mel tem sido amplamente analisado como uma boa fonte de carbono para a produção de Kombucha. (BEGUM et al., 2015).

### 3. Mel

Historicamente, o mel é utilizado pela população desde o Egito antigo, tanto como fonte de alimento, como também pela medicina popular, já tendo sido utilizado como antioxidante, cicatrizante de feridas e queimaduras, podendo apresentar atividade antibacteriana com ação bactericida e bacteriostática, além de apresentar efeito anti-inflamatório, expectorante, imunológico, sedativo e analgésico (SILVA et al., 2018).

A estrutura do mel se dá predominantemente por monossacarídeos, glicose e frutose, além de outros tipos de açúcares. Teores de proteínas, aminoácidos, enzimas, ácidos orgânicos, substâncias minerais, pólen, sacarose, maltose, malesitose e outros oligossacarídeos (incluindo dextrinas) também estão presentes em sua composição. (DE GOUVEIA MENDES et al., 2009) O mel pode ser classificado por sua origem, podendo ser como mel floral ou mel de melato. Em que o mel floral é obtido dos néctares das flores, e o mel de melato é obtido principalmente a partir de secreções de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos que se encontram sobre as plantas.

A partir com sua origem floral, pode haver variação da coloração, sabor e aroma do mel, podendo ser quase incolor, âmbar, escuro ou pardo escuro, além da variação das suas propriedades físico-químicas. Segundo Cortopassi-Laurino & Gelli (1991) a cor mais escura é uma característica dos méis que contêm maiores quantidades de açúcares redutores. Por conta disso, para fins comerciais, o mel pode ser classificado de acordo com sua origem botânica e procedimento de obtenção (SILVA, et al. 2018).

Por o mel possuir muitas variações em suas propriedades sensoriais e físico-químicas, além de ser alvo de diversas falsificações e fraudes na sua produção, reduzindo sua qualidade, foi instituída a Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000, que estabelece o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Esta legislação designa as especificações e análises necessárias para avaliar os parâmetros físico-químicos da qualidade do mel, onde são avaliados o teor de umidade, pH e acidez, açúcares redutores, sólidos

insolúveis em água, minerais e cinzas, atividade diastásica e hidroximetilfurfural (HMF). (ALMEIDA-MURADIAN, 2007; BRASIL, 2000).

O desenvolvimento do mel do Brasil é bastante favorecido, em especial no Nordeste, por conta da vasta extensão territorial e possibilidade de produção o ano todo. O Semiárido nordestino proporciona excelentes condições para a exploração apícola, com clima que desfavorece a incidência de pragas e doenças, e também por sua riqueza nectarífera de sua vegetação. (KHAN et al., 2014.)

Grande parte do mel nordestino é proveniente da flora nativa, a caatinga, o que permite a produção de mel livre de resíduos de pesticidas agrícolas, gerando assim um mel orgânico. Sendo assim, o mel nordestino, proveniente da caatinga possui boas perspectivas no mercado externo, que possui grande preocupação com a presença de contaminantes nos alimentos (KHAN et al., 2014.)

## **METODOLOGIA**

### **1. Amostragem da matéria prima**

As culturas iniciadoras de Kombucha foram obtidas a partir de produtores locais, e utilizadas no cultivo da Kombucha experimental, onde esta etapa foi realizada no Laboratório de Alimentos do Nubiotec (Núcleo de Biotecnologia da UFRPE). Os méis foram obtidos em parceria entre a Universidades Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e Associação de Apicultores de Parnamirim e Região, uma cooperativa formada apenas por mulheres, e coletado nos municípios de Verdejante e Tamandaré em abril de 2023. De vegetação multifloral, nativa da Caatinga. O mel do município de verdejante foi nomeado como MV e o do município de Tamandaré, como MT.

### **2. Análises físico-químicas dos méis MT e MV**

#### **2.1. Determinação do teor de cinzas**

A análise foi realizada em triplicata, baseando-se na metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Primeiramente o cadinho de porcelana foi seco em estufa a 90°C por 1h e pesado. Em seguida, 2g do mel foram adicionados a ele e levado à mufla a 550°C por 3h. Após esse tempo, o sistema foi resfriado em dessecador e pesado. O cálculo para determinação do teor de cinzas foi feito utilizando a equação 1 abaixo:

$$\frac{P1 - P2}{P} \times 100$$

Equação 1

P1 = Peso da cápsula (tara)

P2 = Peso da cápsula mais cinzas

P = Número de g da amostra

## 2.2. Determinação do teor de umidade

A análise foi realizada em triplicata, baseando-se na metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Para isso, 1g da amostra foi posta em um cadinho de alumínio previamente pesado e o sistema foi deixado na estufa a 90°C por 24h. Após esse período, o sistema foi resfriado em dessecador e pesado. O cálculo para determinação do teor de umidade foi feito através da equação 2 abaixo:

$$\frac{(Ma - Mc) - Mf}{Ma} \times 100$$

Equação 2

Ma = Peso em g da amostra

Mf = Peso em g do cadinho

Mc = Soma do peso da amostra e do cadinho

## 2.3. Determinação de açúcares totais

O método de Antrona foi aplicado para esta análise, e foram feitas várias diluições. Inicialmente, 2g da amostra de mel foi diluída em 30 mL, e essa mistura foi levada a um balão volumétrico de 100 mL, que foi completado com água destilada. Após isso, foi feita nova diluição, com 1 mL da solução anterior, para 100 mL de água destilada. Após isso, 250 dessa solução foi diluída com 750 de água destilada, e após, 100 dessa solução foi diluída com 900 de água destilada. Essa quantidade, de 1 ml, foi posta em um tubo de ensaio, onde foram adicionadas 2 ml de Antrona. A solução foi posta em banho-maria por 8 minutos, e resfriada, para então ser levada para leitura em Uv-Vis em 620 nm.

## 3. Preparo da Kombucha para fermentação

O preparo do chá fermentado (Kombucha) foi baseado no estudo de Jayabalan et al. (2014), no qual foi utilizado o mel MV. Para isso, primeiramente foi aquecido 1L de água filtrada até atingir a temperatura de 90°C. Após, foram adicionadas 10g (1%) do chá verde

(*Camellia sinensis*) em folhas desidratadas para realização da infusão durante 15 minutos. Em seguida, foi utilizado um filtro tipo china para filtragem do o chá e adicionadas ao filtrado, 100g (10%) de mel como fonte de energia e mantido em temperatura ambiente, aproximadamente  $25 \pm 1$  °C. Foi adicionado ao chá 200mL (20%) de cultura starter de Kombucha artesanal (líquido com película de celulose cortada em pedaços), e, após homogeneização, o volume total foi armazenado em um recipiente coberto com tecido voal previamente higienizado, mantidos em laboratório fechado à temperatura ambiente de 22 a 25 °C e protegidos de incidência direta de luz e de vento por no mínimo sete dias. Todas as análises foram feitas no caldo e no disco de celulose.

#### 4. Análises físico-químicas da Kombucha

##### 4.1. Determinação do pH

As análises do pH foram baseadas conforme a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IMESP, 1985), utilizando 10 ml da amostra pura em um béquer e as leituras foram diretamente do potenciômetro inicialmente calibrado (pHmetro TEC- 3MP). O valor do pH foi avaliado no sétimo e décimo quarto dia de fermentação em triplicata.

##### 4.2. Determinação de fenólicos totais

Para as análises para fenólicos totais, foi utilizado o método de Folin-Ciocalteu. As amostras foram divididas em 2 grupos, A e B, onde cada grupo continha 3 soluções iguais entre si. Sendo as amostras do grupo A, 1 mL da Kombucha pura e 1 mL de água destilada, e B, 0,25 mL da Kombucha e 1,75 mL de água destilada, proporcionando 6 tubos de ensaio. Após isso, foi retirado 0,5 ml de uma amostra de cada grupo, e posto em novos tubos de ensaio. Em cada tubo contendo os 0,5 mL de cada amostra, foram adicionados 8 mL de água destilada e 0,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu e deixou descansar por 3 minutos. Após esse tempo, foi adicionado 1 mL de uma solução saturada de carbonato de sódio. As soluções foram deixadas em repouso sem presença de luz por 1h. Após esse tempo, a absorbância foi medida no equipamento Espectrofotômetro de Uv-Vis 1900i, em 725 nm.

#### 5. Análises de Brix e Atividade de água dos méis e da Kombucha

As análises descritas abaixo seguiram a mesma metodologia para as amostras dos méis, e para a Kombucha.

### 5.1. Determinação do Brix

Foram analisados em triplicata o teor de açúcar em solução e temperatura pelo Brix, utilizando 2 ml das amostras puras. Em leitura, as medidas foram feitas no equipamento Brix-r2i300- Reichert.

### 5.2. Determinação de Atividade de água

Para a análise de atividade de água (aw) das amostras, foi utilizado o equipamento AquaLab 4te em três cópias.

## 6. Análise estatística

Os estudos foram realizados em planejamento fatorial e testes de homocedasticidade para avaliação da distribuição normal dos dados de méis obtidos. Na presença de normalidade foi utilizado o teste de análise de variância multifatorial (MANOVA) para observar as diferenças entre os tratamentos. Para todas as análises foi utilizado o software Statistica 7.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 1. Análises dos méis MV e MT

**Tabela 1:** Teores médios\* de Açúcares totais, Cinzas, Umidade, Atividade de água e Brix

Amostras	Açúcares totais (g glc/100g)	Cinzas (%)	Umidade (%)	Atividade de água (aw)	Brix (°)
MV	87,16 ± 4,05 <sup>a</sup>	0,23 ± 0,05 <sup>a</sup>	21,58 ± 1,19 <sup>a</sup>	0,62 ± 0,008 <sup>a</sup>	79,8 ± 0,30 <sup>a</sup>
MT	53,85 ± 1,75 <sup>b</sup>	0,51 ± 0,07 <sup>b</sup>	23,51 ± 0,43 <sup>b</sup>	0,62 ± 0,007 <sup>a</sup>	77,9 ± 0,08 <sup>a</sup>

\*Médias de três repetições ± desvio padrão seguidas de letras que diferem ou não os resultados entre si (Teste de Tuckey  $p \leq 0,05$ ) glc = glicose.

Fonte: Própria (2023).

Os diferentes tipos de méis podem apresentar variações significativas nos teores de açúcares totais devido à sua origem botânica, condições geográficas e climáticas em que são produzidos. Cada tipo de mel é produzido a partir do néctar de flores específicas, e a composição química do néctar pode variar consideravelmente entre diferentes plantas (VENTURINI; SARCINELLI; SILVA, 2007). Isso se mostra evidente pela diferença no resultado de açúcares totais entre os méis (MV= 87,16 g glc/100g ; MT= 53,85 g glc/100g), sendo maior o teor de açúcares totais no mel de Verdejante, o que pode ter sido determinado

pela diferença das floradas, uma vez que o bioma predominante do município de Verdejante é a Caatinga e do município de Tamandaré é a Mata Atlântica.

Os valores de atividade de água e brix para as duas amostras de méis, se mostraram muito próximas e se encontram dentro do parâmetro desejável em comparação a literatura. Em geral, o mel tem uma atividade de água baixa, geralmente variando entre 0,57 e 0,62 (IORLINA & FRITZ, 2005). Esse valor baixo é um dos fatores que contribui para sua viscosidade, e também para a longa vida útil do mel, pois a baixa atividade de água inibe o crescimento de microorganismos e a deterioração do produto (OLAITAN et al., 2007). O mel é composto principalmente por açúcares naturais, como glicose e frutose, entretanto, os valores do Brix podem variar ligeiramente dependendo da origem botânica do néctar coletado pelas abelhas.

O índice de umidade adquirido mostrou estar fora do padrão de qualidade do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel para as duas amostras (MV=21,58% e MT=23,51%), sendo o máximo de 20% o teor de umidade recomendado. Isso implica na conservação do produto, pois o alto índice indica que as amostras têm maiores chances de fermentarem, o que favorece no crescimento de microorganismos patogênicos (FERRAZ, 2015). Em comparação, as duas amostras apresentaram uma diferença de variação de apenas 1,93%.

Na análise para determinação do teor de cinzas nos méis, ambas se encontraram nos parâmetros da Legislação, sendo MV= 0,23% e MT= 0,51% tendo uma variação de 0,28% entre elas. Segundo Venturini, Sarcinelli e Silva (2007) a relação entre diferentes teores de cinzas em méis está relacionada aos resíduos minerais presentes no mel, que são deixados após a queima completa da matéria orgânica em altas temperaturas, no qual, pode ser dado pela diferença da florada e do bioma da região em que a abelha fez a coleta. Diante disso, é observado que, o mel do município de Tamandaré possui um maior teor de cinzas comparado com o mel de Verdejante, uma vez que, nele é encontrado o bioma de manguezal, no qual é rico em resíduos minerais (DE LACERDA, et al.2011).

## 2. Análises da Kombucha

### 2.1. pH

O percentual de pH foi analisado em triplicata, no sétimo e no décimo quarto dia após a fermentação. No sétimo dia, as amostras apresentaram características ácidas, com pH=1,77 e 1,72 no décimo quarto dia. De maneira geral, os componentes presentes no chá verde contribuem para o perfil ácido da Kombucha (JAYABALAN et al., 2014), e o mesmo se adequa para o mel utilizado, sendo o pH em torno de 4,32. Porém, os pH's observados estão muito

abaixo dos valores comuns de pH's analisados em Kombuchas vistos na literatura, além de estarem fora do limite permitido pela instrução normativa nº 41, de 17 de setembro de 2019, no qual o pH mínimo é de 2,5 (NASCIMENTO e DE LIMA, 2019). Uma lavagem prévia do SCOBY utilizando vinagre de maçã pode ter sido outro fator relevante para esse resultado, visto que, houve uma possível contaminação do disco durante o seu trajeto até o laboratório de pesquisa. Contudo, a diminuição do pH entre o sétimo e décimo quarto dia já era esperada por conta da fermentação que, em seu processo, consome os açúcares presentes no meio, gerando o aumento da concentração de ácidos orgânicos (RODRIGUES et al., 2018).

## 2.2. Brix

As amostras para o Brix foram analisadas no sétimo dia de fermentação e observado o valor de 13°Bx em todas elas, isso implica que 100g de Kombucha possuem 13g de sólidos solúveis (açúcar ou sacarose). Comparando o resultado obtido com outros estudos na literatura de Kombuchas, com a utilização de outras fontes de carbono diferentes do mel, o valor observado se mostrou levemente superior, o que pode influenciar no fator sensorial da bebida. Faz-se importante frisar que, apesar do valor obtido ser mais alto do que o usualmente encontrado nesse tipo de bebida, ainda assim, é um valor considerado relativamente baixo em relação a outros tipos de bebidas, o que pode vir a ser um ponto positivo, uma vez que a Kombucha é uma bebida predominantemente ácida.

## 2.3. Atividade de água

A atividade de água foi analisada no sétimo dia de fermentação da Kombucha, em triplicata, sendo 0,9814 aw, 0,9826 aw e 0,9886 aw os valores obtidos. A atividade de água é uma medida da disponibilidade de água livre para os microrganismos presentes na Kombucha. Ela afeta diretamente o crescimento e a atividade metabólica dos microrganismos, incluindo as bactérias e leveduras envolvidas no processo de fermentação. Durante a fermentação da Kombucha, os microrganismos consomem os nutrientes presentes no chá adoçado, produzindo ácidos orgânicos, enzimas e outros compostos (JAYABALAN et al., 2014). A atividade de água influencia a sobrevivência e o crescimento desses microrganismos, bem como a produção de metabólitos desejáveis, como ácido acético, ácido glucurônico e outros compostos bioativos. (DITCHFIELD, 2000). No entanto, é importante manter um equilíbrio adequado de atividade de água na Kombucha, pois uma atividade de água muito baixa pode inibir o crescimento microbiano, enquanto uma atividade de água muito alta pode favorecer o crescimento de microrganismos indesejáveis, como fungos e bactérias patogênicas. Geralmente, na literatura,

a atividade de água da Kombucha se mostra em torno de 0,95 a 0,99, então, pode-se dizer que os resultados estão dentro do parâmetro desejado.

#### 2.4. Fenólicos Totais

A análise foi realizada no sétimo dia de fermentação. As amostras do grupo A variaram entre 23,651 mg de EAG/ml; 23,249 mg de EAG/ml e 24,644 mg de EAG/ml, já as amostras do grupo B: 7,660 mg de EAG/ml; 7,850 mg de EAG/ml e 7,385 mg de EAG/ml. Os compostos fenólicos são encontrados em alimentos e plantas, sendo conhecidos pela sua ação antioxidante, ele age neutralizando os radicais livres que, no ser humano, podem causar danos às células e levar ao envelhecimento celular precoce e ao risco de doenças (REFOSCO et al., 2019). Em geral, a Kombucha apresenta uma elevada concentração de compostos fenólicos que são produzidos durante o processo de fermentação, porém alguns fatores como o tipo de chá e de fonte de carbono, podem potencializar a concentração desses compostos, nos quais estão diretamente ligados a ação antioxidante da bebida (VOHRA et al., 2019). Isso pode ser observado no estudo de VOHRA et al. (2019), no qual foi analisada a ação antioxidante de Kombuchas fermentadas com açúcar cristal, jagra e mel Kelulut, em que as amostras que continham mel apresentaram maior atividade antioxidante se comparadas às amostras com jagra, e também próximas das amostras com açúcar cristal, sendo esta, a com maior atividade antioxidante dentre todas as amostras. Diante disso, os valores de fenólicos totais obtidos para as amostras do grupo A e do grupo B podem ser considerados satisfatórios, e a bebida com potencial atividade antioxidante.

#### 2.5. Teor de Vitamina C

O resultado obtido para o teor de vitamina C no sétimo dia de fermentação, de 0,833 mg/100ml, se mostrou dentro do esperado em comparação a um estudo sobre as influências da cultura starter na atividade antioxidante da Kombucha, no qual Malbaša et al. (2011) encontrou um valor de 0,8 mg/100ml. Portanto, é visto que o teor de vitamina C pode chegar até 1 mg/100ml em 10 dias de fermentação.

### CONCLUSÕES

Pode-se dizer que os resultados obtidos para os méis que se encontraram dentro dos parâmetros ditados pela legislação foram, açúcares totais, atividade de água, Brix e cinzas. Já o resultado do teor de umidade, se mostrou fora dos valores de qualidade (V=21,58% e T=23,51%) o que implica na conservação do produto, pois o alto índice indica que as amostras têm maiores chances de fermentarem, afetando o tempo de vida útil do alimento. Faz-se

importante ressaltar a diferença de açúcares totais entre o mel MV= 87,16 g glc/100g e o mel MT=53,85 g glc/100g, indicando que a diferença de florada, vegetação e bioma influencia nas propriedades físico-químicas do alimento. Vale salientar a importância dos resultados e análises feitas neste estudo, pois o mesmo irá disponibilizar essas informações para a Associação de Apicultores de Parnamirim e Região, que irão ajudar na rotulagem dos méis coletados, afim de eliminar os atravessadores, e portanto, aumentar os ganhos da cooperativa ao vender seus produtos.

Para a Kombucha, os resultados de fenólicos totais podem ser considerados satisfatórios, mostrando potencial atividade antioxidante na bebida. Entretanto, em análises futuras, pode ser pertinente a comparação de atividade antioxidante entre Kombuchas produzidas com os méis (MV e MT) e diferentes fontes de açúcar. Os resultados de Brix (13°Bx) indicam que a Kombucha pode ter um caráter mais adocicado, provavelmente proveniente do mel que foi utilizado como fonte de carbono para a fermentação. O teor de vitamina C encontrado de 0,833 mg/100ml, se mostrou adequado se comparado com a literatura. A atividade de água se encontrou dentro dos parâmetros ditados pela literatura, porém é relevante destacar o valor ácido de pH, 1,77 no sétimo dia de fermentação e 1,72 no décimo quarto, o que indica que nos próximos passos da pesquisa, deve haver uma diminuição na quantidade de cultura starter na fermentação seguinte para obtenção de melhores parâmetros para o consumo.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA-MURADIAN, L. B. de; BARION, F. Physicochemical evaluation of Brazilian honey from Jataí bee (*Tetragonisca angustula*). In: **Apimondia international apicultural congress**, 40., 2007, Melbourne. Proceedings, Melbourne: IBRA, 2007. p. 90-91.
- BEGUM, S.B.; ROOBIA, R.R.; KARTHIKEYAN, M.; MURUGAPPAN, R.M. Validation of nutraceutical properties of honey and probiotic potential of its innate microflora, 2015. DOI: 10.1016/j.lwt.2014.10.024 . ISSN: 00236438
- BELLASSOUED, K.; GHRAB, F.; MAKNI-AYADI, F.; VAN PELT, J.; ELFEKI, A.; AMMAR, E. Protective effect of kombucha on rats fed a hypercholesterolemic diet is mediated by its antioxidant activity. **Pharmaceutical Biology**, 53(11), p.1699-1709, 2015.
- CHAKRAVORTY, S.; BHATTACHARYA, S.; CHATZINOTAS, A.; CHAKRABORTY, W.; BHATTACHARYA, D.; GACHHUI, R. Kombucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics. **International Journal of Food Microbiology**, 220, p. 63–72, 2016.
- COELHO, R.M.D.; ALMEIDA, A.L.; AMARAL, R.Q.G.; MOTA, R.N.; SOUSA, P.H.M. Kombucha: Review, **International Journal of Gastronomy and Food Science**, 22, p. 1–12, 2020.
- COELHO, Raquel Macedo Dantas et al. Kombucha. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 22, p. 100272, 2020.

- DE GOUVEIA MENDES, Carolina et al. As análises de mel: revisão. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, 2009.
- DITCHFIELD, Cynthia. Estudo dos métodos para a medida da atividade de água. 2000. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo.
- DUFRESNE, C.; FARNWORTH, E. Tea, kombucha, and health: a review. **Food Research International**, 33, p. 409–421, 2000.
- GOMES, Renata et al. Produção e qualidade de mel na zona da mata de Pernambuco. **Enciclopédia Biosfera**, v. 14, n. 26, 2017.
- GONÇALVES, L. S.; DE JONG, D.; GRAMACHO, K. P. A expansão da apicultura e da tecnologia apícola no Nordeste brasileiro com especial destaque para o Rio Grande do Norte. **Mensagem Doce**, v. 3, p. 7-15, 2010.
- IBGE. **Pesquisa da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, 2011.
- JAYABALAN, R.; MALBASA, R.V.; LONCAR, E.S.; VITAS, J.S.; SATHISHKUMAR, M. A Review on Kombucha tea – Microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, Toxicity and tea fungus. **Comprehensive Reviews in Food Science and Technology**, 13, p. 538–550, 2014.
- KHAN, S.S. Valor nutritivo, potencial antioxidante e disponibilidade de 5-metil-tetrahidrofolato em kombucha de chá verde (*Camellia sinensis*) avaliadas por CLAE-DAD. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal Rural Pernambuco. Recife, 61 p. 2020.
- LAZARIDOU A.; BILIADERIS CG.; BACANDRITSOS N.; SABATINI AG. 2004. Composition, thermal and rheological behavior of selected Greek honeys. **J Food Eng** 64: 9-21.
- LIN, D.; LIU, Z.; SHEN, R.; CHEN, S.; YANG, X. Bacterial cellulose in food industry: Current research and future prospects. **International Journal of Biological Macromolecules**, 158, p.
- LIU, Y.; ZHAO, G.; SHEN, Q.; WU, Q.; ZHUANG, J.; ZHANG, X.; XIA, E.; ZHANG, Z.; QIAN, Y.; GAO, L.; XIA, T. Comparative analysis of phenolic compound metabolism among tea plants in the section *Thea* of the genus *Camellia*. **Food Research International**, 135, p. 1-11, 2020.
- NASCIMENTO, L. C.; DE LIMA, M.; DE ALIMENTOS, Curso de Engenharia. Influência de diferentes fontes de açúcar sobre as propriedades físicas do kombucha. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica**. Uberlândia, MG. 2019.
- OLIVEIRA, P.A.; SÁ, M.S.; MELO, A.L.; CAVALCANTE, M.C. Recursos florais para abelhas africanizadas na caatinga. 1. Ed. – Recife: **EDUFRPE**, 2021, 259 p.
- PASHTE, V.V.; PASHTE, S.V.; SAID, P.P. Nutraceutical properties of natural honey to fight health issues: A comprehensive review. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, 2020. DOI: 10.22271/phyto.2020.v9.i5d.12220 . ISSN: 0031-949X
- REFOSCO, Eduarda Kaczuk et al. Compostos fenólicos na alimentação e seus benefícios para a saúde: uma revisão de literatura. **Ciência Atual–Revista Científica Multidisciplinar do Centro Universitário São José**, v. 13, n. 1, 2019.
- Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Instrução Normativa Nº 11, de 20 de Outubro de 2000.

SANTOS, F.K.G.; DANTAS FILHO, A.N.; LEITE, R.H.L.; AROUCHA, E.M.M.; SANTOS, A.G.; OLIVEIRA, T.A. Rheological and some physicochemical characteristics of selected floral honeys from plants of caatinga. **An. Acad. Bras. Ciênc.**, v. 86, n.2, 2014. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201420130064>

SILVA, Maria Gabriela Costa da et al. Análise das propriedades físico-químicas de amostras de mel comercializado em feiras livres do município de Assis Chateaubriand, PR. **Higiene Alimentar**, v. 32, n. 278/279, p. 68-73, 2018.

STEINKRAUS, K.H.; SHAPIRO, K.B.; HOTCHKISS, J.H.; MORTLOCK, R.P. Examinations on antibiotic activity of tea fungus/Kombucha beverage. **Acta Biotechnology**, v16, p. 199-205, 1996.

VOHRA, Batul et al. Effects of medium variation and fermentation time towards the pH level and ethanol content of Kombucha. In: AIP Conference Proceedings. **AIP Publishing LLC**, 2019. p. 040008.

VOHRA, Batul Moiz et al. Effects of medium variation and fermentation time on the antioxidant and antimicrobial properties of Kombucha. **Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences**, v. 15, n. 2-1, p. 298-302, 2019.