

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**LOHANY FERNANDA GONÇALVES DIAS**

**SUZETE LOBATO BARBOSA**

**PRODUÇÃO DE KOMBUCHA COM DIFERENTES SUBSTRATOS PARA  
OBTENÇÃO DE CELULOSE**

**LONDRINA**

**2023**

**LOHANY FERNANDA GONÇALVES DIAS  
SUZETE LOBATO BARBOSA**

**PRODUÇÃO DE KOMBUCHA COM DIFERENTES SUBSTRATOS PARA  
OBTENÇÃO DE CELULOSE**

**Production of kombucha with different substrates to obtain cellulose**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Tecnólogo do curso de Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marianne Ayumi Shirai  
Coorientador(a): Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Caroline Maria Calliari

**Londrina**

**2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**LOHANY FERNANDA GONÇALVES DIAS  
SUZETE LOBATO BARBOSA**

**PRODUÇÃO DE KOMBUCHA COM DIFERENTS SUBSTRATOS PARA  
OBTENÇÃO DE CELULOSE**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Tecnólogo do Curso de Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 29 de novembro de 2023.

---

Ana Flávia de Oliveira. Membro avaliador 1  
Doutorado em Nutrição pela Universidade Federal de São Paulo  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Lyssa Setsuko Sakanaka. Membro avaliador 2  
Doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Marianne Ayumi Shirai. Orientadora  
Doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**LONDRINA  
2023**

Dedico este trabalho à minha família e todos que  
contribuíram para a realização dessa pesquisa.

Aos meus pais e irmã que sempre me apoiaram e se  
esforçaram para que eu pudesse chegar até aqui.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo privilégio da vida, sabedoria e saúde, pois foi a minha base e estrutura para me conduzir até aqui.

Agradeço a minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marianne Ayumi Shirai, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória e a paciência em todas as etapas deste trabalho.

À coorientadora Prof.<sup>a</sup> Caroline Maria Calliare, pelo conhecimento, dicas e orientações compartilhadas para o enriquecimento do nosso trabalho.

Também agradeço aos professores que indiretamente nos ajudaram para a realização desse trabalho.

Também quero agradecer minha amiga e companheira de trabalho Lohany, pelos bons e os maus momentos, pois juntas alcançamos nosso objetivo, obrigada por fazer parte desse momento.

Ao Dr. Marcelo Shozo Correia Okabe, pelos cuidados da minha saúde mental.

Agradecer ao Padre Pedro Henrique pelas orações.

Aos meus colegas de sala, que por vários momentos me deram aquela ajudinha dos universitários, vocês foram sensacionais.

Quero deixar o meu enorme agradecimento para a minha família, em todo a minha trajetória acadêmica me ajudaram incondicionalmente para o meu sucesso.

Enfim, a todos as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!  
Suzete Lobato Barbosa.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos que me ajudaram nessa longa caminhada especialmente:

A Deus, a quem devo minha vida pois sem Ele eu não estaria aqui.

Agradeço por ter encontrado a orientadora tão dedicada quanto a Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marianne Ayumi Shirai, pois ela nos ajudou em todos os processos desse trabalho, sempre disposta a atender nossas dúvidas, e buscando nos mostrar as melhores soluções para cada problema.

A coorientadora Prof.<sup>a</sup> Caroline Maria Calliare, pelo seu amplo conhecimento sobre o assunto e por todas as dicas que foram de grande valia para a conclusão desse trabalho.

A minha amiga e parceira Suzete, por todos esses anos que estivemos juntas, pelas trocas que tínhamos em cada atividade, e que no final valeu a pena pois juntas tivemos êxitos e concluímos mais um ciclo.

Aos meus pais Vânia Maria Pereira Gonçalves e Edson Dias, que nunca me deixaram desistir e que abdicaram de tantas coisas para que eu pudesse ter a melhor educação possível, a cada mínima coisa que me ensinaram e me fizeram ser quem eu sou hoje, todas as minhas conquistas, tudo que sou/serei devo a eles.

A minha irmã Maria Eduarda Gonçalves Galdino, por ser minha fortaleza, e por cuidar de mim enquanto nossos pais tinham que trabalhar, por me defender sempre com unhas e dentes e por todos os conselhos.

Aos meus melhores amigos com quem compartilhei não só bons momentos, mas também minhas angústias ao longo desse período.

Por todos os docentes que de alguma forma me inspiraram e me ajudaram a alcançar meu objetivo final.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por disponibilizar toda estrutura de ensino, e possibilitar essa experiência.

Muito obrigada!  
Lohany Fernanda.

## RESUMO

A kombucha é uma bebida fermentada de origem asiática que possui sabor adocicado, ligeiramente ácido e levemente gaseificada. É o resultado da fermentação do chá preto ou verde açucarado pela associação simbiótica de bactérias e leveduras denominado de SCOBY (Cultura Simbiótica de Bactérias e Leveduras). Ao final da fermentação ocorre a formação de um biofilme celulósico e da bebida. Há alguns anos substratos alternativos vêm sendo estudados na produção de kombucha visando obter bebidas com diferentes propriedades sensoriais e bioativas. Assim, nesse trabalho o objetivo foi de produzir kombucha com três diferentes substratos, sendo eles hibisco (*Hibiscus sabdariffa L*), erva mate (*Ilex paraguariensis*) e chá verde (*Camellia sinensis*) e comparar o rendimento de celulose bacteriana e concentração de compostos fenólicos totais. Os métodos para o monitoramento do processo de fermentação foi por análises de pH, sólidos solúveis totais (SST) e acidez, onde o chá de hibisco apresentou resultados com aumento significativo das demais, em relação a acidez e com pH em torno de 2,38 na fermentação final de 21 dias, enquanto apresentou SST significativamente menor ( $p < 0,05$ ) após 7 dias de fermentação, em relação as outras. Os compostos fenólicos tiveram aumento entre 14 e 21 dias, sendo maior para erva-mate. Para a obtenção do rendimento da produção do SCOBY, após a fermentação, os mesmos foram colocados em uma placa de petri e levado para a secagem na estufa em uma temperatura de 60°C por 24 horas. Conclusão: Neste trabalho foi possível produzir kombucha com substratos alternativos com chá de erva-mate e hibisco em análises, os mesmos apresentam presença de compostos fenólicos com destaque para chá de erva-mate ao final de 21 dias 11,31mg (EAG/mL), para o rendimento final do SCOBY, destaque para chá de erva-mate e para o pH o chá de hibisco apresentou 2,38. Considerações final, com este trabalho foi possível demonstrar a possibilidade de produção de kombucha com substratos alternativos.

**Palavras-chave:** biofilme; hibisco; compostos bioativos; SCOBY; erva-mate.

## ABSTRACT

Kombucha is a fermented drink of Asian origin that has a sweet, slightly acidic and carbonated flavor. It is the result of the fermentation of sweetened black or green tea by the symbiotic association of bacteria and yeast called SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast). At the end of fermentation it is possible to obtain a cellulosic biofilm and fermented drink. Recently, alternative substrates have been used in the production of kombucha, obtaining drinks with different sensorial and bioactive properties. Thus, in this work the objective was to produce kombucha with three different substrates, namely hibiscus (*Hibiscus sabdariffa* L), yerba mate (*Ilex paraguariensis*) and green tea (*Camellia sinensis*), and compare the yield of bacterial cellulose and phenolic compounds concentration. The fermentation process was monitored by measurements of pH, total soluble solids and acidity, where a drink produced with hibiscus showed results with a significant increase compared to the others, in relation to acidity and with an acidic pH of around 2.38 in the final fermentation of 21 days, while it showed significantly lower TSS ( $p < 0.05$ ) after 7 days of fermentation, compared to the others. Phenolic compounds increased between 14 and 21 days, being greater for yerba mate. To obtain the SCOBY production yield, after fermentation, they were placed in a petri dish and taken to dry in the oven at a temperature of 60°C for 24 hours. Conclusion: In this work it was possible to produce kombucha with alternative substrates with yerba mate tea and hibiscus in analyses, they present the presence of phenolic compounds with emphasis on yerba mate tea at the end of 21 days 11.31mg (EAG/mL), for the final yield of the SCOBY, the highlight was yerba mate tea and for the pH, hibiscus tea was 2.38. Final considerations, with this work it was possible to demonstrate the possibility of producing kombucha with alternative substrates.

Keywords: kombucha; biofilm; alternative substrates; bioactive compounds; SCOBY.



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	4
<b>2 OBJETIVO</b> .....	6
<b>2.1 Objetivo Específico</b> .....	6
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	7
<b>3.1 Elaboração da Kombucha</b> .....	8
<b>3.2 Processo Fermentativo</b> .....	9
<b>3.3 Substratos alternativos de hibisco e erva-mate</b> .....	10
<b>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	13
<b>4.1 Materiais</b> .....	13
<b>4.2 Metodologia</b> .....	13
4.2.1 Produção das kombucha.....	15
4.2.2 Caracterização físico-químico.....	16
4.2.3 Análise de compostos fenólicos totais.....	16
4.2.4 Rendimento do scoby.....	17
<b>4.3 Análise Estatística</b> .....	18
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	19
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	24
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	25
<b>REFERÊNCIA</b> .....	26

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1: Chá de hibisco inoculado.....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 2: Etapas da fermentação da kombucha.....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 3: Infusão de erva mate, hibisco e chá verde.....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 4: Preparação das amostras de kombucha chá erva-mate (A), chá verde (B) e chá de hibisco (C).....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 5: Tubos de ensaio com os reagentes para realização das análises.....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 6: Amostra de scobys úmidos.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 7: Amostra de scobys secas.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 8: Sólidos solúveis totais em kombucha a base de erva- mate, hibisco e chá verde.....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 9: pH de kombucha a base de erva-mate, hibisco e chá verde.....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 10: Acidez de kombucha a base de erva- mate, hibisco e chá-verde.....</b>	<b>21</b>

## LISTA DE TABELA

<b>Tabela 1- Teor de compostos fenólicos de kombucha a base de erva-mate, hibisco e chá verde.....</b>	<b>22</b>
--	-----------

## 1 INTRODUÇÃO

A kombucha é uma bebida milenar com origem no continente asiático (China) há mais de 2000 anos, com relatos dessa bebida sendo consumida na Rússia, Alemanha e Oriente Médio. Em muitos países, tem-se observado a produção em grande escala na área comercial e em condições domésticas (WATAWANA et al., 2015).

No Brasil, a produção começou de forma artesanal e apenas algumas indústrias de pequeno porte começaram a produzir a bebida, com venda em mercados regionais. De acordo com a Conakom (2023), existem 400 produtores no Brasil produzindo kombucha, juntos geram uma receita anual de 12 milhões de reais.

Segundo a Instrução Normativa nº 41 de 2019 do Ministério da Agricultura, a Kombucha é definida:

Uma bebida fermentada produzida pela combinação da intensidade aeróbia e fermentação anaeróbia do mosto obter a partir da infusão ou extrato de *Camellia sinensis* e açúcares, utilizando uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras microbiologicamente ativas conhecidas como SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*).

Essa bebida pode ser classificada como bebida fermentada não-alcóolica e bebida fermentada de fermentação alcóolica quando a graduação alcóolica exceder 0,5 %. Pode ser adicionada de frutas, mel, açúcares e outros ingredientes previstos na legislação.

Além da bebida, um biofilme celulósico é produzido na kombucha, sendo composto por fibrilas de celulose pura. De acordo com a literatura, a celulose bacteriana apresenta características distintas em relação à celulose de origem vegetal. A celulose bacteriana é altamente cristalina e possui maior resistência à tração, enquanto a celulose vegetal é composta por lignina, pectina e hemicelulose, necessitando de tratamentos altamente poluentes para sua purificação. Já a celulose bacteriana, por não haver presença desses compostos, possui um maior potencial visto que a sua rede de fibras é menos rígida e mais fina, sendo considerada mais ecológica (MARTINI, 2022).

Estudos sobre a aplicação da celulose bacteriana estão em crescimento, principalmente nas áreas alimentícia, têxtil e eletrônica. Outras pesquisas têm sido realizadas para viabilizar o

uso do biofilme em diferentes setores (MARTINI, 2022), mostrando-se como promissor também na área de embalagens.

## **2 OBJETIVO GERAL**

Preparar kombucha com diferentes substratos e comparar o rendimento de produção de celulose e a concentração de compostos fenólicos totais.

### **2.1 Objetivos Específicos**

- Produzir kombucha a partir de chá verde, da erva mate e do chá de hibisco;
- Monitorar o processo de fermentação por meio de medidas de pH, sólidos solúveis totais e acidez titulável.
- Comparar o rendimento de produção de celulose de SCOBY através de pesagem em balança analítica , após a fermentação final e a concentração de compostos fenólicos por meio de análise de absorvância nas diferentes kombucha obtidas;

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

A kombucha é comumente produzida com o chá preto ou verde (*Camellia sinensis*), adoçada e fermentada em temperatura ambiente com o auxílio de uma combinação simbiótica de bactérias acéticas e leveduras presentes em biofilme de celulose e é abreviadamente denominada de SCOBY. Durante a fermentação ocorre a gaseificação obtendo uma bebida de sabor agridoce, parecida com o refrigerante após a saborização (CÂMARA et al., 2022).

O SCOBY é uma sigla de *Symbiotic Culture Of Bacteria and Yeast*, que, em português, significa Cultura Simbiótica de Bactérias e Leveduras. O SCOBY refere-se à película gelatinosa de celulose que se forma na superfície do líquido durante a fermentação do chá. Além disso, o SCOBY é responsável pela formação de novas camadas de filmes. A composição exata dos microrganismos presentes na Kombucha pode variar, dependendo de sua origem, conforme mencionado por Jayabalan et al. em (2014).

O SCOBY é composto principalmente por proteínas, fibras e minerais e a sua composição microbiana pode variar entre as fermentações, sendo dependente da origem, clima, localização geográfica e o substrato utilizado para a fermentação. A cada ciclo de fermentação, um novo SCOBY é formado na superfície do recipiente, sendo uma parte reservada para a próxima fermentação (inóculo). Durante esse processo, o chá libera um aroma fermentado e ocorre a formação de bolhas de gás devido à produção de ácido carbônico (JAYABALAN et al., 2014; LEAL et al., 2018).

A Kombucha se tornou extremamente popular em todo o mundo nos dias atuais. É uma bebida refrescante, levemente carbonatada e com alta aceitação sensorial. A Kombucha tem uma história de dois milênios, originando-se no nordeste da China como um chá fermentado, conforme afirmado por Martini (2022). Com as mudanças nos hábitos alimentares, urbanização e aumento da renda, essa bebida está sendo vendida em várias regiões. Segundo o relatório da Expert Market Research de 2021, o mercado global de Kombucha alcançou um valor de US\$ 2,15 milhões em 2020. Para os próximos cinco anos, está previsto que esse valor atingirá US\$ 6,83 bilhões no período de 2021 a 2026.

### 3.1 ELABORAÇÃO DA KOMBUCHA

A primeira fermentação da kombucha consiste na infusão do chá verde ou do chá preto e adição do SCOBY e na segunda fermentação retira-se o SCOBY e segue para saborização, onde é mantido por 3 dias. Segundo Villarreal-Soto et al. (2020), no início do processo de fermentação, as leveduras produzem invertases que hidrolisam a sacarose em glicose e frutose, além de produzir etanol e gás carbônico. Simultaneamente, as bactérias acéticas oxidam o etanol a ácido acético e produzem um filme de celulose que os protegem de agentes externos competidores pela acidificação do meio e da barreira física (GULLO et al., 2018; MAY et al., 2019). À medida que o processo de fermentação avança, aumenta-se a acidez do líquido devido à produção de ácidos orgânicos e ocorre o aumento das bolhas devido à produção de gás carbônico (WATAWANA et al., 2015). Uma infusão com as folhas (0,5%, m/v) e sacarose (de 50 a 200 g/L) a 100 °C por 10 minutos é preparada. Após a mistura é filtrada e o filtrado é resfriado até temperatura ambiente para adicionar o inóculo que é o SCOBY (4%, m/v) e a kombucha (10%, v/v). O tempo e a temperatura de fermentação variam de 7 a 28 dias e de 25 a 30 °C e o recipiente de fermentação é coberto com um pano ou outro meio poroso para permitir a troca gasosa, pois alguns microrganismos (*Gluconacetobacter xylinus* - anteriormente denominada *Acetobacter xylinum*, *Acetobacter xylinoides*, *Bacterium gluconicum*, *Acetobacter aceti* e *Acetobacter pasteurianus*), sendo que a composição microbiológica depende da origem da cultura (MUKADAM et al., 2016), realizam respiração anaeróbica e assim produzem gases (COELHO et al., 2020; GREENWALT et al., 2000; MAY et al., 2019). Terminada a primeira fermentação, o biofilme de celulose é retirado, o fermentado é filtrado e ainda pode-se realizar uma segunda fermentação com duração de 3 dias, sendo armazenada em refrigeração com sacarose e suco de fruta para saborização. A kombucha é composta por uma variedade de compostos que são influenciados pelo seu SCOBY. Em geral, a kombucha contém açúcares, ácidos orgânicos (acético, tartárico, oxálico, fórmico, málico, malônico, láctico e cítrico), etanol, dióxido de carbono, fibras alimentares, aminoácidos, elementos essenciais como, cobre, ferro e zinco, além de vitaminas C e do complexo B1. Também são encontrados polifenóis que são provenientes das folhas dos chás utilizados. Essa diversidade de compostos na kombucha foi mencionada por (VIEIRA et al. 2021).



### 3.2 PROCESSO FERMENTATIVO

A fermentação da kombucha é um processo que envolve três vias metabólicas diferentes sendo elas láctica, alcoólica e acética. É nessa fase da fermentação que ocorre a liberação de vários componentes como ácido glucônico, etanol e o ácido acético provenientes da fase líquida fermentada, além disso, durante o processo de fermentação da kombucha, também ocorre a formação de uma camada gelatinosa chamada biofilme celulósico, na qual os microrganismos aderem e se desenvolvem. (MARTINI, 2022).

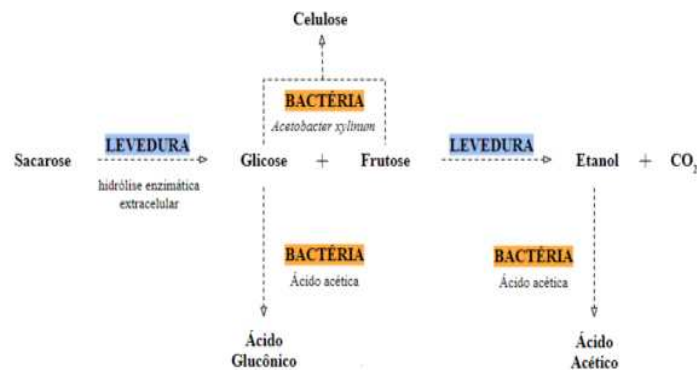
A Figura 1 representa as diversas espécies de leveduras e bactérias que desempenham o papel de fermentação e formação do biofilme celulósico e na Figura 3 encontra-se um fluxograma descrevendo as etapas da fermentação da kombucha.

**Figura 1- Chá de hibisco inoculado**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

**Figura 2- Etapas da fermentação da kombucha**



**Fonte: Adaptada de Villarreal-Soto et al. (2018)**

Durante o processo de fermentação da kombucha, que dura de 7 a 14 dias, a infusão de *Camellia Sinenses* é adicionada de sacarose e recebe uma pequena quantidade da bebida já fermentada, juntamente com uma fina película de celulose de SCOBY (inóculo) (VILLARREAL-SOTO et al., 2018). Ao longo dos dias, os microrganismos presentes na SCOBY consomem o açúcar e processam uma nova camada de SCOBY. Além disso, ocorre o metabolismo da fermentação, resultado na produção de compostos, etanol e dióxido de carbono, que são características desse processo fermentativo (VILLARREAL-SOTO et al., 2018).

A bactéria *Gluconacetobacter xylinus* é a principal responsável pela síntese da matriz de celulose que acomoda a microbiota da kombucha, promovendo assim a associação entre as bactérias e leveduras. A cafeína e outras substâncias estimulantes similares às presentes no chá estimulam a síntese de celulose bacteriana. As leveduras dos gêneros *Zygosaccharomyces* e *Saccharomyces* são responsáveis por produzir compostos aromáticos frutados, que desempenham um papel crucial no desenvolvimento do aroma característico da kombucha (SANTANA, 2019).

### 3.3 SUBSTRATOS ALTERNATIVOS DE HIBISCO E ERVA-MATE

Diversas pesquisas, têm sido realizadas para explorar o uso de substratos alternativos na produção da kombucha, buscando opções mais saborosas e com maior concentração de bioativos (PALUDO, 2017; RODRIGUES et al., 2018; CRACO et al., 2021). A escolha do substrato utilizado e a forma como é adicionada podem

influenciar nas características da bebida. O bagaço de fruta resultante do processamento de frutos, suco de frutas, café, erva mate e as plantas alimentícias não convencionais (PANC) são exemplos de substratos alternativos que vem sendo estudados (DA SILVA, 2023).

Entre outros tipos de plantas que se pode utilizar, tem-se por exemplo o hibisco, que é utilizado na produção de chás por apresentar sabor ácido e floral tornando a bebida agradável ao paladar. O *Hibiscus sabdariffa L.*, pertence à família *Malvaceae*, é uma planta nativa da Ásia e da África, muito conhecida no Brasil como hibisco. No hibisco pode-se encontrar muitas partes que contém compostos antimicrobianos, fazendo com que essa planta seja estudada para elaborar alimentos com benefícios à saúde. A planta é rica em vitaminas A e B<sub>1</sub>, além de trazer outros benefícios (VIZZOTTO; PEREIRA, 2008). Tanto as folhas quando os cálices têm um agradável sabor ácido, tornando-se popularmente conhecido como vinagreira (SHRUTHI et al., 2016). O hibisco no Brasil é popularmente conhecido como uma PANC (ALMEIDA, 2016), sendo também utilizada *in natura* para realizar alguns preparos como saladas e chás (PIOVESANA, 2016).

Segundo Maciel (2011), o interesse maior é pelo cálice do hibisco, utilizado no preparo da infusão de chás por conta da sua forte coloração avermelhada. Os cálices são desidratados para concentrar o máximo os seus princípios ativos, além de garantir a sua conservação. Pesquisas apontam que o chá de hibisco vem se tornando cada vez mais importante para ajudar na diminuição de risco de doenças, já que contém compostos bioativos que são benéficos para a saúde (MACIEL et al., 2012). Entre esses bioativos pode-se destacar as antocianinas, os polifenóis, que têm propriedades anti-inflamatórias, assim como atuam na atenuação de sintomas de infecções do trato urinário, diabetes, doenças cardiovasculares e hipertensão (SANTOS; SOMERA, 2022).

Considerando as propriedades bioativas do hibisco, Januário et al. (2020) elaboraram uma kombucha a base de hibisco onde o período de fermentação foi de 2 a 6 dias, em temperatura de 18 a 30°C e concentração de SCOBY de 1,0 a 2,4 % e observaram que a maior concentração e compostos fenólicos na bebida foi obtida quando o tempo, temperatura e a quantidade de SCOBY foram mínimas.

Segundo os autores, ao produzir uma bebida com uma quantidade elevada de SCOBY pode originar ácidos em excesso decorrentes da fermentação, fazendo

com que o chá não tenha uma ação antioxidante positiva. Outro substrato, que pode ser utilizado para obtenção da bebida fermentada, é a erva mate .

Sendo nativa da América do Sul, encontra-se a erva-mate (*Ilex paraguariensis* StHill) no Paraguai, Argentina e Brasil, porém alguns estudos apontam que 80% da área de ocorrência é pertencente ao Brasil, sendo a região sul a maior produtora (ESMELINDRO et al., 2002; JÚNIOR PENTEADO, 2019). A maior utilização da erva mate é em algumas infusões quentes e frias como o chimarrão, tereré e chá mate (VALDUGA, 1994; PAGLIOSA et al., 2010; DARTORA et al., 2013).

Por se tratar de uma erva de fácil acesso e produzida majoritariamente no Brasil, o mate seria uma boa opção como substrato para a kombucha, por também conter compostos bioativos com propriedade antidiabética, diurética e antioxidante (TONET; ZARA; TIUMAN, 2019). Adicionalmente, a erva-mate apresenta diversas propriedades terapêuticas, sendo incorporada em medicamentos tradicionais e utilizada em formulações comerciais de ervas. Reconhecida por seu papel como estimulante para o sistema nervoso central, agente diurético e com propriedades antirreumáticas, a planta destaca-se por suas contribuições à medicina popular e à indústria de preparados à base de ervas (GRACO et al., 2021).

## **4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Esse trabalho trata-se de uma pesquisa experimental, descritiva, e quantitativa, onde toda elaboração e desenvolvimento do projeto foram realizados nos laboratórios do curso de Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), *Campus Londrina/PR*.

### **4.1 MATERIAIS**

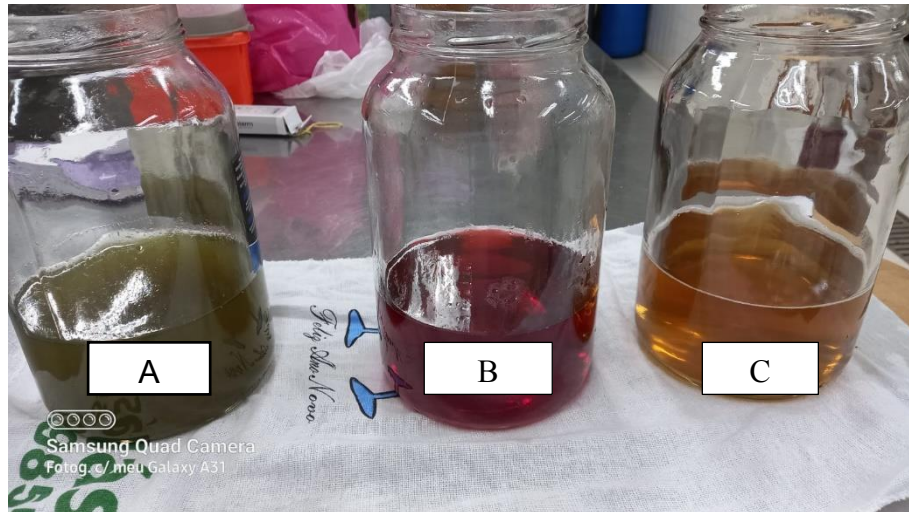
Todas as matérias primas que foram utilizadas nesse experimento, como chá verde green tea, erva-mate 81, e hibisco botânica produtos naturais foram adquiridas no comércio local da cidade de Londrina - PR e todos os reagentes usados foram de grau analítico. O inóculo (kombucha fermentada e SCOBY) foi obtido por doação de um produtor local.

### **4.2 METODOLOGIA**

Para a elaboração da bebida kombucha, foi utilizado um recipiente de vidro de 3 litros, transparente para observar o crescimento do SCOBY e todas as fases da bebida fermentada. Os recipientes foram armazenados em um local fechado com temperaturas variando de 25°C a 30°C para que não houvesse contato com a claridade, pois esse fator pode prejudicar a fermentação. Para que ocorra uma respiração realizou-se uma vedação do vidro com pano tipo Perfex® (pano de viscose), já que esses são caracterizados por suas camadas finas, o que permite troca gasosa além de proteção contra insetos.

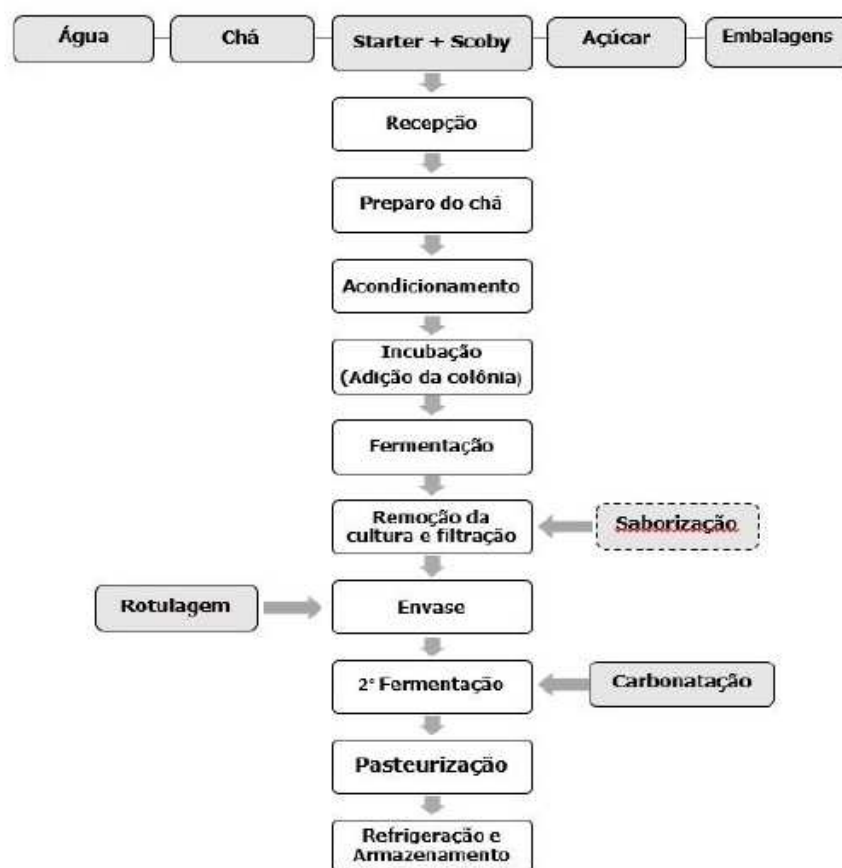
A produção da kombucha foi realizada com três diferentes tipos de substratos (Figura 4) sendo que o controle foi o chá verde e os outros substratos pesquisados foram hibisco e erva-mate. De modo a padronizar e comparar as características físico-químicas e rendimento de celulose de SCOBY, utilizou-se a mesma quantidade de erva desidratada na produção. O processo fermentativo foi monitorado por medidas de pH, sólidos solúveis totais (°Brix), acidez titulável e teor de compostos fenólicos. Ao final da fermentação, o rendimento de SCOBY foi obtido por pesagem em balança analítica.

Figura 3- Infusão de erva-mate (A), hibisco (B) e chá verde (C)



Fonte: Autoria própria (2023)

Etapas para o processamento para a kombucha:



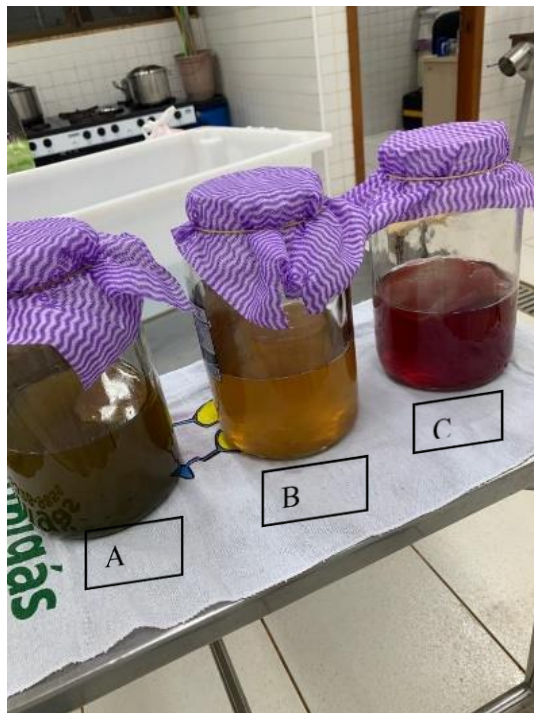
Fonte: Adaptado de Jayabalan et al., 2014; Nummer, 2013.

#### 4.2.1 PRODUÇÃO DAS KOMBUCHAS

Para o preparo dos chás (infusão) pesou-se 5 g de chá verde, de erva-mate e de hibisco, 75 g de açúcar e adicionou-se 1 L de água filtrada previamente aquecida até fervura e manteve-se por infusão por 10 minutos. Após, as infusões dos chás foram resfriadas em temperatura ambiente, filtrados em peneira de nylon, transferidos para recipientes de vidro previamente higienizados e acrescentou-se o starter. Os recipientes de vidro foram vedados com pano tipo Perfex® (pano de viscose), para que houvesse difusão de oxigênio e armazenados em ambiente escuro para fermentação durante um período de 21 dias. A cada 7 dias alíquotas de cada kombucha foram retiradas para análises físico-químicas.

A Figura 5 ilustra o preparo finalizado das kombuchas, sendo (A) chá erva-mate , (B) chá verde e (C) chá hibisco.

**Figura 4- Preparação das amostras de kombuchas, chá erva-mate (A), chá verde (B) e chá hibisco (C)**



Fonte: Autoria própria (2023)

#### 4.2.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

O pH das bebidas foi medido com pHmetro previamente calibrado (Hanna Instruments, modelo HI 2221, Brasil).

A análise de acidez foi realizada em triplicata pelo método de Adolfo Lutz (2008). Pipetou-se 10 mL de cada amostra e diluiu-se com 100 mL de água destilada em erlenmeyer, adicionou-se 3 gotas de solução indicadora de fenolftaleína e titulou-se com o hidróxido de sódio 0,1 mol/L.

O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi medido em refratômetro digital (Hanna Instruments, Brasil) e expresso em ° Brix. A medida foi em triplicata.

#### 4.2.3 ANÁLISE DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS

O teor de compostos fenólicos totais (FT) foi determinado pelo método Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI, 1965). Em um tubo de ensaio como mostrado na figura 6 misturou-se 200  $\mu\text{L}$  de kombucha, 1000  $\mu\text{L}$  da solução de Folin-Ciocalteu (10% v/v) e 800  $\mu\text{L}$  de solução de carbonato de cálcio (7,5% v/v). Um branco foi preparado com 200  $\mu\text{L}$  de água destilada, 1000  $\mu\text{L}$  da solução de Folin-Ciocalteu e 800  $\mu\text{L}$  de solução de carbonato de cálcio. Os tubos foram mantidos em ambiente escuro em temperatura ambiente por 30 minutos. A leitura da absorbância foi realizada a 750 nm usando um espectrômetro UV-VIS (Biochrom, modelo Libra, Cambridge, Inglaterra). Uma curva padrão de ácido gálico foi utilizada para quantificar a concentração de compostos fenólicos totais e os resultados foram expressos em mg equivalente em ácido gálico/ mL kombucha.

**Figura 5- Tubos de ensaio com os reagentes para realização das análises**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

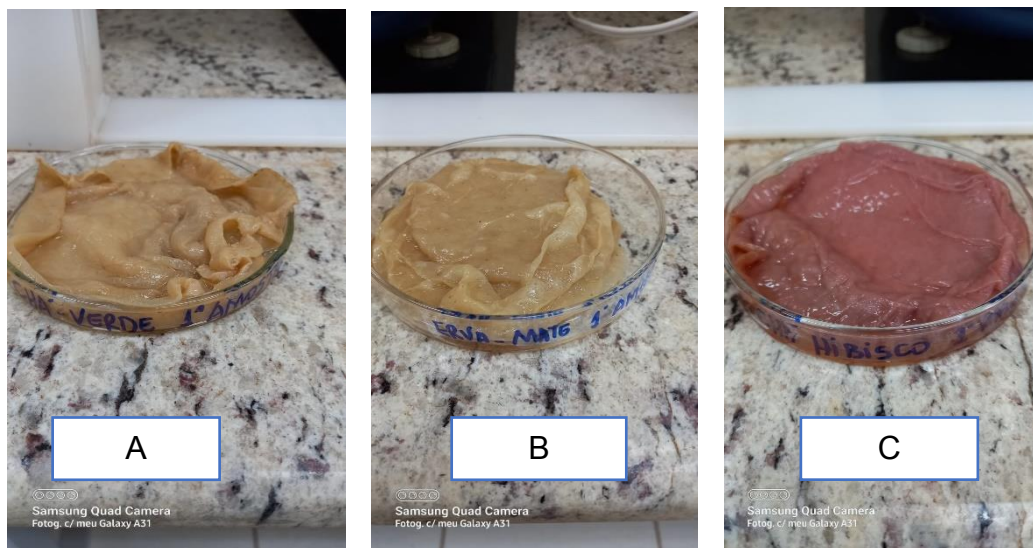


#### 4.2.4 RENDIMENTO DO SCOBY

Após o término da fermentação de 21 dias, realizou-se a coleta dos SCOBY de cada amostra e pesou-se após secagem em estufa a 60°C por 24 horas para verificar em qual dos kombuchas teve um maior rendimento.

Pode-se observar na Figura 6 as amostras úmidas, e na Figura 7 as amostras de SCOBY secas de chá verde, erva-mate e hibisco respectivamente.

**Figura 6- Amostra do SCOBY úmido**

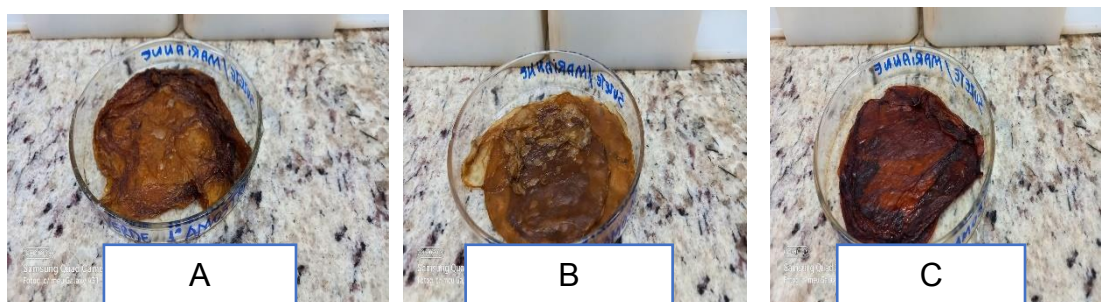


**Fonte: Autoria própria (2023)**

Para o rendimento dos scobys úmidos, obtivemos os seguintes valores:

- A- Chá verde: 42,310g
- B- Erva- mate: 19,548g
- C- Hibisco: 10,492g

**Figura 7- Amostra SCOBY seco**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

Para o rendimento dos scobys secos , obtivemos os seguintes valores:

- A- Chá verde: : 3,567g
- B- Erva- mate: 5,813g
- C- Hibisco: 3,973g

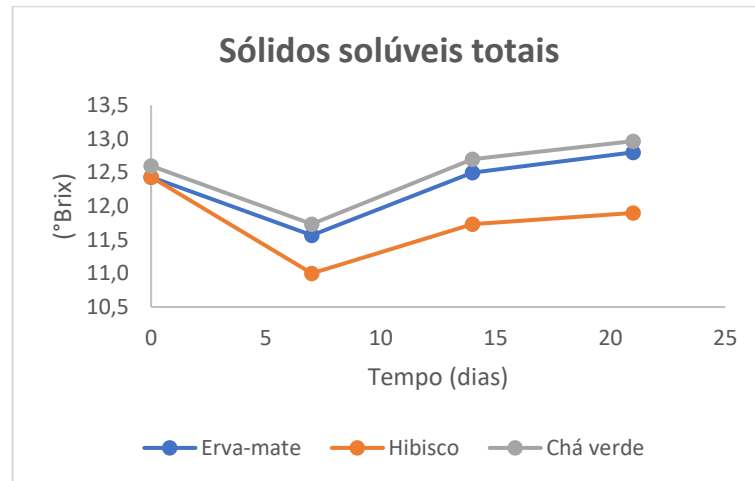
### **4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a diferença entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) utilizando-se o software Statistica 14.0 (TIBCO Software Inc.).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos da caracterização físico-química das kombuchas durante os 21 dias de fermentação, em termos de sólidos solúveis totais (SST), pH e acidez, estão apresentados nas Figuras 8, 9 e 10, respectivamente.

**Figura 8 - Sólidos solúveis totais em kombucha a base de erva-mate, hibisco e chá verde**



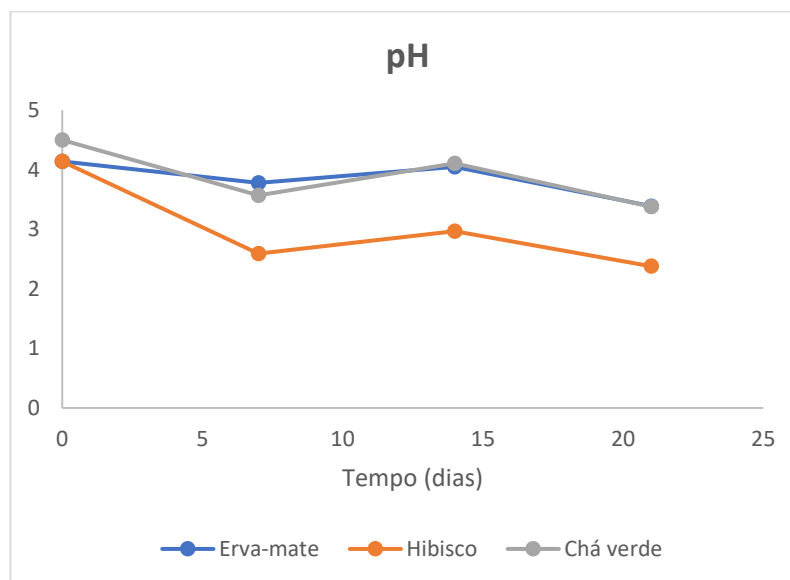
Fonte: Autoria própria, 2023.

Com relação ao SST foi possível observar diminuição entre o primeiro e sétimo dia para todas as amostras, significando que a sacarose presente na bebida estava sendo utilizada como substrato durante o processo fermentativo. Após 7 dias de fermentação, a kombucha de hibisco apresentou SST significativamente menor ( $p < 0,05$ ) em relação às outras amostras, indicando um maior consumo de açúcares no processo fermentativo. Os valores de SST ao final da fermentação foram próximos aos reportados por Tsuru et al. (2021) em kombucha de oolong e erva mate e maiores que os obtidos por Oliveira et al. (2020) em kombucha de chá verde e preto e Dada et al. (2021) em kombucha de chá verde.

O pH foi medido para todas as amostras, e conforme ilustrado na Figura 10, pode-se observar que os valores não variaram muito entre a kombucha de erva-mate e chá verde, porém a amostra de hibisco apresentou um pH mais ácido, sendo o valor final aos 21 dias de 2,38. Durante a fermentação é importante monitorar o pH para prevenir a produção excessiva de ácido acético e contaminação microbológica e, portanto, é recomendado que a fermentação termine quando o pH atingir 2,5 a 4,2 (KOVACEVIC et al., 2014). Assim, considerando o valor de pH, a fermentação da

kombucha de hibisco poderia ser finalizada aos 14 dias, mas para fins de comparação, manteve-se por 21 dias.

**Figura 9- pH de kombucha a base de erva-mate, hibisco e chá-verde**



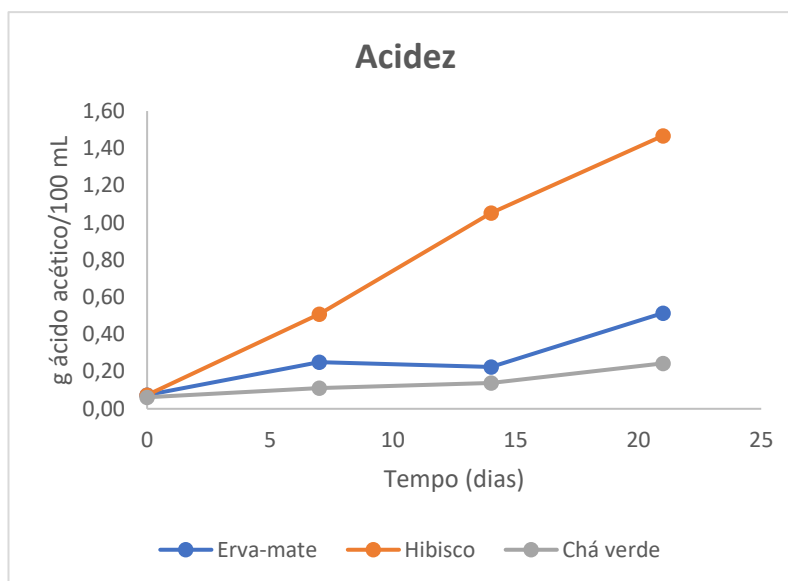
**Fonte: Autoria própria (2023)**

De acordo com o trabalho de Rossoni (2019), após a elaboração da kombucha de chá verde os valores encontrados para o pH foram de 2,82 a 3,32, o que significa que os resultados do presente trabalho estão condizentes com a literatura para as amostras de erva-mate (3,39) e chá verde (3,38) aos 21 dias e hibisco (2,97) em 14 dias., onde outros autores que trabalharam com uma faixa de tempo de 7 a 21 dias de fermentação, encontraram valores de pH entre 2,39 a 3,51 (MALBASA et al., 2011; SUN, LI, CHEN, 2015; VITAS et al., 2018; VILLAREAL-SOTO et al., 2019).

Com relação à acidez, houve incremento nos valores durante a fermentação e pode estar associado com o aumento na concentração de ácidos orgânicos, principalmente ácido acético e ácido succínico (TSURU et al., 2021). Os valores de acidez foram significativamente maiores ( $p < 0,05$ ) na kombucha de hibisco comparada às demais amostras, sendo que a erva-mate apresentou um valor de 0,51 g ácido acético /100 mL e chá verde de 0,24 g ácido acético /100 mL. Ainda os valores encontrados estão condizentes com a literatura, que é de 0,4 a 0,45 g ácido acético /100 mL segundo Velićanski et al. (2013).

A acidez da kombucha de hibisco teve aumento significativo até o final da fermentação, embora todos os parâmetros iniciais de todas as amostras fossem iguais, é possível que algum composto presente na infusão de hibisco tenha contribuído no processo fermentativo, ademais o chá de hibisco já possui um meio mais ácido que os outros chás.

**Figura 10 - Acidez de kombucha a base de erva-mate, hibisco e chá-verde**



**Fonte: Autoria própria, 2023.**

O hibisco apresenta em sua composição carotenoides e compostos fenólicos onde entre esses compostos há a antocianina, que conferem entre tantos aspectos a coloração avermelhada, esses compostos que conferem essa pigmentação não são estáveis a oxigênio, temperatura e luz (PIOVESANA, 2016). Mas em comparação com o valor de pH está conforme, pois quanto mais ácido o meio menor será pH.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de compostos fenólicos totais das kombuchas ao longo de 21 dias de fermentação.

**Tabela 1- Teor de compostos fenólicos de kombucha a base de erva-mate, hibisco e chá-verde**

Tempo (dias)	Compostos fenólicos totais (mg EAG/mL)		
	Chá verde	Hibisco	Erva mate
0	8,13 ± 0,21 <sup>c</sup>	2,21 ± 0,12 <sup>a</sup>	5,19 ± 1,49 <sup>b</sup>
7	8,38 ± 0,30 <sup>c</sup>	2,16 ± 0,02 <sup>a</sup>	7,95 ± 0,06 <sup>b</sup>
14	8,96 ± 0,27 <sup>b</sup>	3,02 ± 0,22 <sup>a</sup>	9,04 ± 0,48 <sup>b</sup>
21	5,26 ± 0,45 <sup>a</sup>	5,16 ± 0,07 <sup>a</sup>	11,31 ± 0,20 <sup>b</sup>

Letras diferentes na linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (p<0,05)

Os compostos fenólicos da bebida são provenientes principalmente da composição fitoquímica das folhas do chá verde, hibisco e erva mate. Ao longo da fermentação observou-se elevação na concentração de compostos fenólicos, sendo que em 14 e 21 dias a kombucha de erva mate apresentou valores significativamente maiores (p<0,05). Este aumento pode estar relacionado com a degradação de compostos fenólicos complexos, como flavonoides, presentes nas amostras de chá, devido ao ambiente ácido e ação de enzimas produzidas pelos microrganismos presentes (JAYABALAN et al. 2007; JAYABALAN et al. 2008). Os compostos fenólicos do chá verde podem ter diminuído no 21 dia devido ao seu tempo de fermentação, onde o término ideal de fermentação seria aos 14 dias.

Observa-se, que o SCOBY produzido não teve uma boa espessura, apresentando assim característica de película fina, esse biofilme é produzido através da hidrólise do açúcar, portanto o tempo de fermentação desse produto é muito importante para o rendimento do SCOBY. A quantidade de açúcar pode ser um dos fatores do baixo rendimento do SCOBY, já que quanto maior a quantidade de açúcar, menor a produção desse biofilme (PALUDO, 2021; AL-KALIFAWI; HASSAN, 2014).

Existem muitos fatores que tornam possível obter um SCOBY magro como temperaturas frias, baixa contagem de leveduras, bactérias atuando sobre a levedura estimulada e impurezas (BUSTAMANTE et al., 2005).

A doação do SCOBY mãe também é motivo para a obtenção da celulose fina, já que acredita-se que as leveduras não estavam mais presentes no meio, pela quantidade de tempo que estavam armazenadas, entretanto o chá verde apresentou um bom rendimento, acontece que o mesmo é o chá base para a produção de

kombucha, e os compostos presentes nesse chá podem ter influência direta na produção do SCOBY.

O SCOBY de chá verde apresenta uma quantidade maior que os outros, além dele ser o substrato base para a bebida, pode estar relacionado aos compostos que já estão presentes no chá, como a cafeína, teofilina e teobromina, que estimulam esse crescimento da celulose (FONTANA et al.,1991)

## 6 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi possível produzir kombucha utilizando substratos alternativos como o hibisco e erva mate. Em relação aos compostos fenólicos a kombucha de erva-mate foi o que apresentou valores maiores entre 14 e 21 dias, relacionado aos flavonoides presentes no chá.

O rendimento do SCOBY úmido do chá de hibisco e erva-mate não obtiveram valores esperados em comparação com o chá verde, apresentou característica de película fina. As bebidas produzidas apresentaram características físico-químicas conforme a legislação brasileira e literaturas.

A kombucha a base de hibisco foi o que mais se diferenciou das outras com um pH mais baixo e valor da acidez significativamente maior ao final da fermentação sendo associado ao aumento de ácido acético.



## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com o crescimento do consumo de kombucha, este trabalho se torna importante com o intuito de otimizar e padronizar as condições de produção da kombucha, visando obter bebidas com alta concentração de bioativos e maior rendimento de celulose de SCOBY. Além disso, sugere-se a continuidade deste estudo com a aplicação da celulose de SCOBY na produção de embalagens biodegradáveis.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Lucia Helena Maria et al. Jornada de plantas alimentícias não convencionais, produção orgânica, saberes e sabores. **Anais da Semana Científica Johanna Döbereiner**, 2016.
- AL-KALIFAWI, Esam J.; HASSAN, Inaam A. Factors Influence on the yield of bacterial cellulose of Kombucha (Khubdat Humza). **Baghdad Science Journal**, v. 11, n. 3, p. 1420-1428, 2014.
- BUSTAMANTE SÁNCHEZ, Guillermo et al. **Proyecto de inversión para la introducción de la bebida de kombucha en la ciudad de Guayaquil**. 2005. Trabalho de Conclusão de Curso.
- BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Estabelece o Padrão de Identidade e Qualidade da Kombucha em todo território nacional (Instrução Normativa nº 41/2019, de 17 de setembro de 2019). Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2019.
- CÂMARA, G. B. et al;. Potential applicability of fruit co-product in the development of kombucha fermented beverages: a review study. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 5, p. e33811525846, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i5.25846. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25846>. Acesso em: 16 may. 2023.
- 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**, v. 22, p. 100272, 2020.
- CONAKOM. 2ª Conferência Nacional de Produtores de Kombucha. Disponível em: <https://conakom.com.br/>. Acessado em 22/12/ 2023.
- CRACO, Adria et al. **Elaboração de kombucha a partir do chá de erva-mate adicionado de diferentes sucos de frutas e análise de viabilidade técnica**. 2021. TCC (Técnico em Alimentos. Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Xanxerê).
- DADA, Ana Paula et al. Caracterização de kombucha elaborado a partir de chá verde. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e576101522992-e576101522992, 2021.
- DA SILVA, Paula Juliana. **CELULOSE BACTERIANA DE CULTURA SIMBIÓTICA DE BACTÉRIAS E LEVEDURAS (SCOBY)**. Tese de Doutorado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2023.

DARTORA, Nessana et al. Rhamnogalacturonan from *Ilex paraguariensis*: A potential adjuvant in sepsis treatment. **Carbohydrate polymers**, v. 92, n. 2, p. 1776-1782, 2013.

DOMENEGHETTI, P. A.; SOARES, M.; SCHMIDT, V. C. Caracterização de scoby do kombucha para a produção de biofilmes. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica**. 2019. DE OLIVEIRA, Anolivia Arruda et al. Development, microbiological and physicochemical analysis of kombucha-based fermented beverage. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e64091110021-e64091110021, 2020.

DOS SANTOS, Janiele; SOMERA, Tânia. **Efeito das condições de infusão sobre o teor de compostos bioativos do chá de hibisco** (*Hibiscus sabdariffa* L.). 2022. TCC (Tecnologia em Alimentos. Instituto Federal de Santa Catarina- Campus São Miguel do Oeste, 2022.

ESMELINDRO, M. C. et al. Caracterização físico-química da erva-mate: influência das etapas do processamento industrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n. 2, p. 193-204, maio/ago. 2002.

FONTANA, Jose D. et al. Nature of plant stimulators in the production of *Acetobacter xylinum* (“tea fungus”) biofilm used in skin therapy. **Applied biochemistry and biotechnology**, v. 28, p. 341-351, 1991.

GREENWALT, C. J.; STEINKRAUS, K. H.; LEDFORD, R. A. Kombucha, the fermented tea: microbiology, composition, and claimed health effects. *Journal of Food Protection*, v. 63, n. 7, p. 976-981, 2000.

GULLO, M.; LA CHINA, S.; FALCONE, P. M.; GIUDICI, P. Biotechnological production of cellulose by acetic acid bacteria: Current state and perspectives. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 102, n. 16, p. 6885–6898, 2018.

JAYABALAN, R., Malbaša, R.V., Lončar, E. S., Vitas, J. S., & Sathishkumar, M. (2014). A review on kombucha tea—Microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 1, p. 538–550.

JANUÁRIO, J. B. et al. Kombucha à base de *Hibiscus sabdariffa* L: Avaliação tecnológica para produção de uma nova bebida. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p.3720-3732, 2020.

JUNIOR-PENTEADO, J. F.; GOULART, I. C. G. R. Sistema de produção de erva-mate. **EMBRAPA. Brasil: Brasília**, 2019.

LEAL, J. M.; SUAREZ, L.V.; JAYABALAN, R.; OROS, J. H.; ESCALANTE-ABURTO, A. A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. **CyTA – Journal of Food**, v. 16, n. 1, p. 390-399, 2018. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19476337.2017.1410499>. Acessado em: 21 may. 2023.

MARTINI; Giulia Valar. **Perspectivas de reaproveitamento de celulose bacteriana de kombucha por hidrólise enzimática para obtenção de açúcares**. 2022. 64f. TCC (Bacharel em Engenharia de Alimentos) – Centro Tecnológico Departamento de Engenharia Química E Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

MACIEL, M. J. **Avaliação do extrato alcoólico de hibisco (*hibiscus sadbariffa L.*) como fato de proteção antibacteriana e antioxidante em alimentos**. 2011. 61f. Tese (dissertação em tecnologia de alimentos) – Instituto de ciência e tecnologia de alimentos, Universidade federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

MAY. A.; NARAYANAN, S.; ALCOCK, J.; VARSANI, A.; MALEY, C.; AKTIPIS A. Kombucha: a novel model system for cooperation and conflict in a complex multi-species microbial ecosystem. **PeerJ**, v. 9, p. e7565, 2019.

MOURA, A.B. **Monitoramento do processo fermentativo da kombucha de chá mate**. 2019. 61f. TCC (Bacharel em Nutrição) – Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2019.

MUKADAM, T. A. et al. Isolation and Characterization of Bacteria and Yeast from Kombucha Tea. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, v. 5, p. 32-41, 2016.

PAGLIOSA, Cristiane Manfé et al. Methylxanthines, phenolic composition, and antioxidant activity of bark from residues from mate tree harvesting (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.). **Food Chemistry**, v. 122, n. 1, p. 173-178, 2010.

PALUDO, Natália. **Desenvolvimento e caracterização de kombucha obtida a partir de chá verde e extrato de erva-mate: processo artesanal e escala laboratorial**. 2017. 9f. TCC (Bacharel em Engenharia de Alimentos) – Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

PALUDO, Natália. **Obtenção e aplicação de nanofibras de resíduo industrial de kombucha em filmes biodegradáveis**. 2021. 20f. Dissertação de mestrado (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Campus Porto Alegre, 2021.

PORTAL AGRGONEGÓCIO. **Produção de kombucha se multiplica no Brasil**.

Disponível em:

<https://www.portaldoagronegocio.com.br/agroindustria/processamento/noticias/producao-de-kombucha-se-multiplica-no-brasil-177446>. Acessado em: 02/07/2023.

RODRIGUES, R. da S. et al. Características físicas e químicas de Kombucha à base de chá de Hibisco (*Hibiscus sabdariffa*, L.). **6º Simpósio de Segurança Alimentar, Rio Grande do Sul**, 2018.

ROSSONI, Milena Araújo. **Desenvolvimento e caracterização da bebida kombucha de erva mate (*Ilex paraguariensis*) utilizando diferentes fontes de carboidratos**. 2019. Dissertação de mestrado (Mestre em Ciência e Tecnologia de

Alimentos) Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Laranjeiras do Sul, 2019.

SANTANA, Stefani de Souza. **Revisão acerca da produção de kombucha e o seu crescente mercado**. 2019. 50f. TCC (Tecnólogo em Biotecnologia da UEZO) – Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro, 2019.

SANTOS, M. J. Kombucha. **Caracterização da microbiota e desenvolvimento de novos produtos alimentares para uso em restauração**. 2016. 119 f. Tese para obtenção de grau de mestre (Faculdade de ciências e tecnologia) - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal. Mar. 2016.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics whif phophomolybdcphospotungstic acid reagentes. *American Journal of Enology and Viticulture*, v. 16, p. 144-158, 1965.

SILVA, Kelly Alencar et al. Kombucha beverage from non-conventional edible plant infusion and green tea: Characterization, toxicity, antioxidant activities and antimicrobial properties. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 34, p. 102032, 2021.

TSURU, Vitor Hugo et al. Propriedades físico-químicas, antioxidantes e sensoriais de Kombuchas obtidas da fermentação de oolong e erva mate. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. e62101118790-e62101118790, 2021.

TONET, Andressa; ZARA, Ricardo Fiori; TIUMAN, Tatiana Shioji. Atividade biológica e quantificação de compostos bioativos em extrato de erva-mate e sua aplicação em hambúrguer de peixe. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, 2019.

VALDUGA, E. **Caracterização química e anatômica da folha de erva-mate (Ilex paraguariensis St. Hill) e de espécies utilizadas na adulteração do mate**. 1994. 119 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Química) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

VELIĆANSKI, ALEKSANDRA et al. Characteristics of Kombucha fermentation on medicinal herbs from Lamiaceae family. **Romanian Biotechnological Letters**, v. 18, n. 1, p. 8034-8042, 2013.

VIEIRA, E. .; PINTO, O. .; MORAIS, K. .; SANTANA, E. . Análise da ação da kombucha e suas propriedades. **Enciclopedia Biosfera**, [S. l.], v. 18, n. 38, 2021. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/5361>. Acesso em: 2 jul. 2023.

VILLARREAL-SOTO et al. Understanding Kombucha Tea Fermentation: **A Review**. **Journal of Food Science**, v. 83, n. 3, 2018.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M.C. **Hibisco: do uso ornamental ao medicinal**. 2008. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_4/hibisco/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/hibisco/index.htm)>. Acesso em: 16/05/2023.

WATAWANA; Mindani I. et al.; "Aspectos de saúde, bem-estar e segurança do consumo de Kombucha", **Journal of Chemistry** , vol. 2015, Artigo ID 591869, 11 páginas, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2015/591869>. Acessado em 16/05/2023.