

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE CAMPINAS  
CURSO DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS QUÍMICOS

ANA JULIA BIGELI CARRILHO

LARYSSA CRISTINE RIBEIRO DOS SANTOS

MILENA FERREIRA TÁCCOLA

**DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE  
KOMBUCHA TRADICIONAL E SABORIZADO**

CAMPINAS – SP  
2022

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE CAMPINAS  
CURSO DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS QUÍMICOS

ANA JULIA BIGELI CARRILHO

LARYSSA CRISTINE RIBEIRO DOS SANTOS

MILENA FERREIRA TÁCCOLA

**DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE  
KOMBUCHA TRADICIONAL E SABORIZADO**

Trabalho de Graduação apresentado Ana Julia Bigeli Carrilho, Laryssa Cristine Ribeiro dos Santos e Milena Ferreira Táccola, como pré-requisito para a conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos, da Faculdade de Tecnologia de Campinas, elaborado sob a orientação da Profa. Dra. Eliane Melo Brolazo

CAMPINAS – SP  
2022

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
**CEETEPS - FATEC Campinas - Biblioteca**

.C317d

CARRILHO, Ana Julia Bigeli

Desenvolvimento e análise físico-química do Kombucha tradicional e saborizado. Ana Julia Bigeli Carrilho, Laryssa Cristine Ribeiro dos Santos e Milena Ferreira Táccola. Campinas, 2022.

29 p.; 30 cm.

Trabalho de Graduação do Curso de Processos Químicos – Faculdade de Tecnologia de Campinas.

*Orientador: Prof. Dra. Eliane Melo Brolazo.*

1. Chá verde. 2. Fermentação. 3. Kombucha. 4. Leveduras. 5 Scoby. I. Autor. II. Faculdade de Tecnologia de Campinas. III. Título

CDD 541.1

Catálogo-na-fonte: Bibliotecária: Aparecida Stradiotto Mendes – CRB8/6553

TG PQ 22.2

**Ana Julia Bigeli Carrilho, Laryssa Cristine Ribeiro dos Santos e  
Milena Ferreira Táccola**

**Desenvolvimento e análise físico-química de bebida  
fermentada (Kombucha)**

Trabalho de Graduação apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Processos Químicos, pelo CEETEPS / Faculdade de Tecnologia – Fatec Campinas.

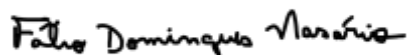
Campinas, 06 de dezembro de 2022.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Eliane Melo Brolazo  
Fatec Campinas



---

Fábio Domingues Nasário



---

Edson Massola Junior  
FATEC Campinas

## **RESUMO**

Com a popularização de uma vida mais saudável e a procura por produtos que agreguem no bem-estar, a escolha por alimentos que sejam altamente nutritivos e práticos, se tornou em um ponto chave entre uma rotina acelerada e os cuidados para com a saúde. Em meio a este contexto, o kombucha se enquadra perfeitamente no quesito facilidade e alto rendimento nutricional, sendo, portanto, uma bebida fermentada, de origem natural e que promove em diversos benefícios ao consumidor. Deste modo, o presente trabalho teve como foco, abordar alguns aspectos presentes em uma bebida artesanal saborizada do Kombucha, onde realizou-se análises físico-químicas referente ao pH, acidez titulável e densidade; promovendo assim, uma melhor compreensão quanto as etapas de fermentação. Os resultados encontrados foram comparados com os parâmetros previsto pela legislação e constou-se que ambas as bebidas estão de acordo como o esperado e que futuramente podem ser consumidas ou comercializadas.

**Palavras-chave:** Chá Verde, Fermentação, Kombucha, Leveduras, *Scoby*.

## **ABSTRACT**

With the popularization of a healthier lifestyle and the search for products that add to well-being, the choice for foods that are highly nutritious and practical has become a key point between a fast-paced routine and health care. In this context, kombucha fits perfectly into the category of ease and high nutritional performance, being, therefore, a fermented beverage of natural origin that promotes several benefits to the consumer. In this way, the present work had as focus, to approach some aspects present in a flavored handmade beverage of Kombucha, where physicochemical analyses were performed referring to pH, titratable acidity and density; thus, promoting a better understanding as to the fermentation stages. The results found were compared with the parameters provided by the legislation and it was found that both beverages are in accordance as expected and can be consumed or marketed in the future.

**Keywords:** Fermentation, Green Tea, Kombucha, *Scoby*, Yeasts.

## LISTA DE EQUAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| Equação 1 - Cálculo da massa da amostra .....              | 19 |
| Equação 2 - Cálculo de densidade da amostra .....          | 19 |
| Equação 3 - Fator de correção NaOH .....                   | 19 |
| Equação 4 - Cálculo de acidez titulável .....              | 20 |
| Equação 5 - Massa da amostra tradicional .....             | 21 |
| Equação 6 - Densidade da amostra tradicional .....         | 21 |
| Equação 7 - Massa da amostra saborizada .....              | 22 |
| Equação 8 - Densidade da amostra saborizada .....          | 22 |
| Equação 9 - Fator de correção NaOH .....                   | 22 |
| Equação 10 - Acidez titulável da amostra tradicional ..... | 23 |
| Equação 11 - Acidez titulável da amostra saborizada .....  | 23 |

## **LISTA DE FIGURAS**

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Curva de pH da 1 <sup>o</sup> fermentação..... | 24 |
| Figura 2 - Curva de pH na 2 <sup>o</sup> fermentação..... | 24 |



# SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO.....   | 10 |
| 1. JUSTIFICATIVA.....  | 11 |
| 2. OBJETIVOS.....  | 11 |
| 2.1. OBJETIVOS GERAIS.....   | 11 |
| 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                   | 11 |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....                                      | 12 |
| 3.1. PROMOÇÃO DE VIDA SAUDÁVEL .....                               | 12 |
| 3.2. KOMBUCHA .....  | 12 |
| 3.3. CHÁ VERDE.....  | 13 |
| 3.4. AÇÚCAR .....  | 13 |
| 3.5. <i>SCOBY</i> – SYMBIOTIC CULTURE OF BACTERIA AND YEASTS ..... | 14 |
| CAJU .....   | 16 |
| 3.6. PROCESSO FERMENTATIVO .....                                   | 16 |
| 3.7. LEGISLAÇÃO BRASILEIRA .....                                   | 16 |
| 4. MATERIAIS E MÉTODOS.....  | 17 |
| 4.1. PRODUÇÃO DE CHÁ .....   | 17 |
| 4.2. PRIMEIRA FERMENTAÇÃO .....                                    | 17 |
| 4.3. PREPARO DE SUCO DE CAJU.....                                  | 18 |
| 4.4. SEGUNDA FERMENTAÇÃO.....                                      | 18 |
| 4.5. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....                                 | 18 |
| 4.5.1. SÓLIDOS SOLÚVEIS.....                                       | 18 |
| 4.5.2. DENSIDADE .....   | 19 |
| 4.5.3. ACIDEZ TITULÁVEL.....                                       | 19 |
| 4.5.4. DETERMINAÇÃO DE PH.....                                     | 20 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                    | 20 |
| 5.1. PRIMEIRA FERMENTAÇÃO .....                                    | 20 |
| 5.2. SEGUNDA FERMENTAÇÃO.....                                      | 20 |
| 5.3. SÓLIDOS SOLÚVEIS.....   | 21 |
| 5.4. DENSIDADE .....   | 21 |
| 5.5. ACIDEZ TITULÁVEL.....   | 22 |
| 5.6. DETERMINAÇÃO DO PH.....                                       | 23 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                                      | 25 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                | 26 |

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a população mundial tem mostrado maior preocupação quanto à saúde alimentar, buscando meios de consumo alimentares de alto valor nutricional e benéficos a saúde, assim evitando a ingestão de produtos industrializados e com aditivos. Com isso, a ciência cada vez mais vem analisando artifícios dos quais possam contribuir e auxiliar neste tipo de alimentação mais saudável, da qual a tecnologia se encarrega de criar ou aprimorar diversos métodos e processos. Bebidas fermentadas como o Kombucha, rico em nutrientes e demais tipos de alimentos funcionais, dos quais são ricos em microrganismos vivos, minerais e antioxidantes que fazem parte desse novo estilo de vida (PALUDO, 2017).

O Kombucha é uma bebida natural de origem milenar, da qual estima-se ter surgido por volta dos anos 206-221 a.C. na região oriental do mundo – China e Japão (MOREIRA; GABRIELA, 2020). Tal processo se dá a partir da fermentação provinda de microrganismos vivos (cultura de bactérias, fungos e leveduras), dos quais formam uma película denominada de *SCOBY* (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeasts*) que ao ser exposta em meio ao chá preto ou chá verde adoçados, iniciam o processo fermentativo, assim utilizando como substrato, o açúcar presente nesta mistura líquida (JAYBLAN, 2016).

Devido ao seu processo fermentativo extremamente complexo, diversas reações bioquímicas acabam por resultar na liberação de ácido acético e demais compostos ácidos, como o ácido glucônico, tartárico e o málico, além de englobarem pequenos níveis de álcool e gases como o dióxido de Carbono, que contribuem para o seu aspecto de bebida gaseificada que se assemelha aos refrigerantes habitualmente consumidos mundialmente. (CHEN; LIU, 2000). Relacionando tais fatores ao novo estilo de vida saudável das pessoas, nota-se uma crescente procura pela bebida que vem se popularizando cada vez mais entre os pesquisadores e consumidores devido as suas propriedades probióticas (BEBA KOMBUCHA, 2021; GUISELINI, 2022).

Por esta razão, o Kombucha, que resulta do processo microbiológico que engloba três tipos distintos de fermentação – alcoólica, láctica e acética – vem sendo investigado com bastante afinco, a fim de averiguar quais suas qualidades nutricionais e potenciais benéficos a saúde humana. Pesquisas e testemunhos realizados na Rússia indicam que o Kombucha pode vir a melhorar a resistência contra o câncer, prevenir doenças

cardiovasculares, promover funções digestivas, estimular o sistema imunológico, reduzir problemas inflamatórios, entre outros. (COX; HEARD; TEOH, 2018).

Apesar da bebida apresentar uma série de vantagens, sua técnica de produção e sua influência quanto a microbiota do consumidor e características físico-químicas, são fatores primordiais a serem considerados durante sua fabricação, uma vez que suas propriedades e concentrações irão variar de acordo com o inóculo do qual a mesma irá se desenvolver, assim podendo variar seus teores nutricionais e propriedades benéficas. (SOTO-VILARREAL; *et al.*, 2018. p. 580).

## **1. JUSTIFICATIVA**

O aumento na procura por alimentos e bebidas que proporcionem benefícios a saúde e bem-estar tem sido observado. Entre estes produtos que já estão disponíveis no mercado, o Kombuchá tem se destacado, podendo substituir algumas bebidas como o café, refrigerante e sucos industrializados. (LOPES; ANTÔNIO, 2020). Portanto, acompanhar e avaliar o processo fermentativo da produção dessa bebida, que envolve três tipos distintos de fermentação é de interesse científico e tecnológico.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVOS GERAIS**

Desenvolver uma formulação de kombucha tradicional e uma versão saborizada da bebida.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Definir uma formulação tradicional e sabor caju.
- Realizar análises físico-químicas como pH, acidez titulável, sólidos solúveis durante e após a produção, em ambas as versões (tradicional e saborizada).
- Comparar ambos os tipos.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. PROMOÇÃO DE VIDA SAUDÁVEL**

A promoção da vida saudável é um sinônimo de bem-estar, não apenas para o desenvolvimento do corpo, mas para ter uma boa saúde mental. Não é de hoje que a população se preocupa com a saúde e conseqüentemente busca por uma vida saudável. A promoção da vida saudável também se encaixa no ambiente que vivemos, na questão de limpeza, segurança, economia e de mais condições (GUISELINI, 2006).

O kombucha cada vez mais tem ganhado fama, pois é uma bebida com fonte de vitaminas, enzimas, probióticos e ácidos orgânicos, trazendo inúmeros benefícios para o consumidor e auxiliando no equilíbrio gastrointestinal, no sistema imunológico, entre outros (BROOME, 2015). Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), as bactérias probióticas são identificadas como “microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, proporcionam benefícios à saúde do hospedeiro” (FAO/OMS, 2001).

#### **3.2. KOMBUCHA**

O Kombucha é uma bebida de aspecto agri-doce, fermentada à base de chá e demais componentes que integram o seu sabor. Tradicionalmente é utilizado o chá preto ou o chá verde, onde posteriormente ao serem adocicados, são adicionados em um recipiente com a finalidade de auxiliar no processo fermentativo que será realizado pelo *Scoby* – colônia simbiótica de leveduras e bactérias que se aloja em uma matriz rica em celulose sintetizada por microrganismos acéticos – do qual apresentará um sabor ligeiramente ácido (LIMA; DOMINGUES; VICARI; VERGARA; 2020).

Sua acidez varia de acordo com o tempo em que a bebida é fermentada, tendo uma variação de 7 a 10 dias, entretanto, diante um maior tempo de fermentação, a mistura acarretará a uma diminuição do pH, tornando assim, em uma bebida de aspecto mais ácido e de coloração mais clarificada em relação a coloração inicial do chá (SANTOS, 2016).

Apesar dos relatos de sua origem variarem de acordo com os seus registros, o Kombuchá é uma bebida milenar, da qual teve sua primeira aparição por volta dos anos de 221 a.C., entre as proximidades do Norte da China. O nome Kombucha deriva-se do médico coreano Kombu, que teria levado tal mistura adocicada até a Japão entre os anos

de 414 e 415 d.C., tendo como objetivo curar alguns problemas digestivos dos quais o imperador japonês *Inkyo* vinha sofrendo (BEBA KOMBUCHA, 2016; TONIAL, 2017).

De acordo com (SANTOS, 2016), a fermentação do Kombucha está relacionada ao processo metabólico realizado pelo *Scoby*, da qual promove a conversão de compostos orgânicos em energia sob a ausência do oxigênio. Portanto, as bactérias e leveduras presente na película gelatinosa, são capazes de utilizar o açúcar presente no chá como substrato, gerando assim na hidrólise da sacarose, a tornando em glicose e frutose, das quais posteriormente irão produzir através do processo fermentativo, o etanol e dióxido de carbono.

### **3.3. CHÁ VERDE**

O chá verde é uma das variações dos chás da erva *Camellia sinensis*, da família *Theaceae*. Desta erva, existem 3 tipos de chá, sendo eles o chá-preto (fermentado), o oolong (semi-fermentado) e o verde (não-fermentado) (TANAKA, KUONO, 2003).

Segundo Matsubara e Rodriguez (2006), o chá verde é uma das bebidas mais consumidas, depois da água. Devido a sua riqueza em flavonóides, que atuam na proteção do organismo e contribuem no combate aos radicais, que são incumbidos pelo envelhecimento celular precoce (MATSUBARA; RODRIGUEZ, 2006), nota-se uma busca incessante por uma qualidade de vida melhor, levando em consideração a diminuição de fármacos para o tratamento de algumas doenças, fazendo com que o chá verde seja consumido em abundância, na atualidade. (SOUSA, 2016).

No processo fermentativo do kombucha, o chá verde foi usado como substrato. Sua formação química dispõe de inúmeras substâncias da classe dos compostos fenólicos, possuindo um sabor menos intenso em relação ao chá preto, vitaminas B, E e C e minerais como cálcio, magnésio, zinco, potássio e ferro. (YANAGIMOTO, et al., 2003).

### **3.4. AÇÚCAR**

Pertencente à família dos glicídios – moléculas formadas a partir de átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio – a sacarose, mais conhecida como açúcar comum, é um dissacarídeo não redutor, do qual é composto por dois monossacarídeos, uma molécula de D-glicose e uma de D-frutose. Sua obtenção se dá a partir de duas fontes naturais, a

cana de açúcar e a beterraba, sobretudo, fenômeno este, que ocorre graças a fotossíntese realizada pelas plantas (FERREIRA, 2009; MACHADO, 1998; MENEGATTI, 2006 & SOUZA, 2020).

No que diz respeito ao Kombucha, o açúcar utilizado durante seu processo fermentativo, tem por finalidade adocicar a bebida e fornecer carboidratos fermentescíveis ao *Scoby*. Assim que o açúcar é exposto a película microbiana, o mesmo libera frutose e glicose existentes em seu meio, promovendo na conversão de seus compostos em energia para o consumo dos microrganismos; que por sua vez, geram na formação de CO<sub>2</sub>, ácido acéticos e o ácido láctico (BRUINI, 2019; TONIAL, 2019 & UNDESC, 2017).

### **3.5. SCOPY – SYMBIOTIC CULTURE OF BACTERIA AND YEASTS**

O *Scoby* (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeasts*) é uma Cultura simbiótica composta por leveduras e bactérias acéticas e lácteas. Tais microrganismos são responsáveis pela produção da película gelatinosa, um material extremamente rico em celulose e que promovem a fermentação do chá. Normalmente a película é composta por fibras e proteínas abundantes em aminoácidos (DOMINGUES, MARIA PAULA PEDRÃO; *et. al*; 2020). No entanto, as espécies presentes em sua composição irão variar de acordo com sua origem, modo de armazenagem, tempo de fermentação e substrato utilizado como base.

Os microrganismos existentes no Kombuchá têm a capacidade de converter a glicose presente no chá em ácido glucônico, assim como a frutose é transformada em ácido acético. Com a presença destes ácidos no meio, as bactérias presentes são estimuladas quanto ao processo fermentativo, onde promovem a geração do etanol e no crescimento gradativo da cultura mãe (*scoby*) para a obtenção de maiores quantidades de ácido acético, que juntamente com o etanol, contribuem para o efeito antimicrobiano, inibindo possíveis patógenos, como *Helicobacter pylori*, *Escherichia coli*, *Entamoeba cloacae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis*, *Agrobacterium tumefaciens*, *Bacillus cereus*, *Aeromonas hydrophila*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enteritidis*, *Shigella sonnei*, *Leuconostoc monocytogenes*,

*Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni* e *Candida albicans* (BERDUSCO, 2019; FARISCO, 2020; WATAWANA et al., 2015).

Seu crescimento e desenvolvimento ocorre por meio das propriedades nutricionais da sacarose, sendo a principal fonte de carbono para as leveduras e bactérias. Deste modo, os microrganismos presentes na mistura, acabam se aderindo sobre a fina camada, proporcionando ao decorrer do processo fermentativo, na formação de uma cobertura mais espessa e de aspecto gelatinoso (MACHADO, 2019).

Segundo (BERDUSCO et al., 2019), as leveduras presentes no Kombucha, em especial na película simbiótica, são de diferentes espécies, sendo que dentre elas, se dá a presença do gênero: *Saccharomyces*, *Saccharomyces*, *Schizosaccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Brettanomyces*, *Dekkera*, *Candida*, *Torulospora*, *Kloeckera*, *Hanseniaspora*, *Pichia*, *Torula*, *Torulopsis*, *Mycotorula* e *Mycoderma*.

Diante diversos estudos realizados, o microrganismo aeróbico que se destaca em meio ao Kombucha, é o *Acetobacter xylinum*, sendo um dos microrganismos responsáveis pela formação da película simbiótica. (GREENWALT et al., 2000, p. 977). Demais espécies como o *Leuconostoc*, *Allobaculu*, *Ruminococcaceae*, *Propionibacterium*, *Thermus* e *Enterococcus*, acabam sendo encontradas em meio a mistura, no entanto, o consórcio de microrganismos irá variar de acordo as condições em que fora adquirido e armazenado, podendo apresentar bactérias de diferentes gêneros e espécies que contribuíram para a produção de ácido acético e ácido glucônico.

Fatores como a temperatura e o pH em que os microrganismos se encontram durante o período de fermentação, acabam sendo fatores primordiais para o seu crescimento e desenvolvimento. Em questões da temperatura de armazenamento, o ideal segundo estudos realizados por (FU et al. 2014), constam que a temperaturas baixas, como a 4°C os microrganismos podem vir a retardar o seu crescimento significativamente, assim impactando em seu processo fermentativo e saborização da bebida. Portanto o ideal seria o seu cultivo a temperatura ambiente tendo como faixa ideal de 25°C a 30°C e durabilidade de 4 a 15 dias de processo fermentativo. Referente ao pH, quanto maior for a exposição do líquido ao processo fermentativo, mais ácida a bebida se tornará, apresentando pH entre 3,0 e 4,0.

### **3.6. CAJU**

O caju é um alimento composto por 10% de castanha (contendo casca e amêndoa) e 90% de pedúnculo, parte industrialmente desvalorizada que pode gerar produtos como sucos, néctar, polpas, doces e desidratados (PAIVA, GARRUTTI E SILVA NETO, 2000). Segundo Paiva, Garrutti e Silva Neto, 2020, o pedúnculo é uma parte altamente rica em nutrientes, e é desse falso fruto que é obtido o suco de caju.

No que se refere ao estudo em questão, a fruta fora escolhida para a realização da saborização do chá fermentado, onde levou-se em consideração sua fácil obtenção e não sazonalidade.

### **3.7. PROCESSO FERMENTATIVO**

O processo fermentativo do Kombucha aborda três fases diferentes, sendo elas, a glicolítica, láctica e alcoólica. Para que ocorra a transformação da matéria orgânica e liberação de demais compostos, como ácidos e gases, utiliza-se o *Scoby*, do qual ocasiona no consumo dos nutrientes existentes no açúcar e no chá; promovendo assim, a fermentação da bebida.

### **3.8. LEGISLAÇÃO BRASILEIRA**

Segundo a portaria de nº 103, em 20 de setembro de 2018; Art. 3º, Anexo II; o Kombucha passou a se caracterizar como: “Uma bebida gaseificada, não-pasteurizada, obtida através da respiração aeróbica e fermentação anaeróbica de um mosto composto de infusão de origem vegetal e açúcares por um consórcio de bactérias e leveduras simbióticas microbiologicamente ativas, resultando em uma bebida ácida e doce” (MOURA, 2019).

Quanto a composições físico-químicas do Kombucha – segundo o mesmo Anexo II, embasados na Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, da qual consta no Processo nº 21000.052620/2017-51– o pH deve se estabelecer sob as faixas de 2,5 e 3,5; tendo uma acidez titulável mínima de 6,0 % de acidez volátil, sendo expressa em % de equivalentes grama de ácido acético, tendo a possibilidade de se adicionar suco, polpa de fruta, extrato



vegetal, especiaria, mel, aroma natural e de outros aditivos permitido em legislação da ANVISA. (BRASIL, 2018).

Em 17 de setembro de 2019 fora estabelecida a Norma 41, da qual estabelece padrões de identificação e qualidade (PQI) para a bebida Kombucha sob um âmbito nacional. A Instituição Normativa em si, apresenta um prazo de 365 dia diante as demais empresas que trabalham com a bebida submetida a processos industriais. Sendo assim, a bebida provinda do Kombucha passa a apresentar algumas obrigatoriedades, com a presença de: água potável; Infusão ou extrato de *Camellia sinensis* (Chá verde); a cultura simbiótica de bactérias e leveduras (*scooby*) e o açúcar.

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

As análises da bebida tradicional e saborizada foram realizadas no laboratório da Faculdade de Tecnologia de Campinas, sendo descritas abaixo.

### **4.1. PRODUÇÃO DE CHÁ**

A receita do chá utilizado na primeira fermentação foi testada em várias quantidades de erva, seguindo conceitos de um chá normal. O chá utilizado na fermentação inicial é uma infusão de chá verde (*Camellia sinensis*) em água mineral filtrada, e a erva desidratada foi obtida a granel em loja de mantimentos situada na cidade de Campinas-SP. A receita selecionada levou 1,5 L de água filtrada e 15 g de chá verde, que após a infusão foi peneirado e filtrado em filtro de papel nº103 da marca Melitta, e adoçado com açúcar branco refinado da marca UNIÃO – cerca de 150 g, do qual foi previamente peneirado.

### **4.2. PRIMEIRA FERMENTAÇÃO**

Para a fermentação inicial utilizaremos um frasco de vidro de 3 L que foi previamente higienizado com água, detergente e álcool 70%. O chá verde já adoçado e resfriado foi colocado no recipiente e o *scooby* doado pela professora orientadora foi

alocado no frasco, de modo que fique submerso no chá. O chá passou pelo processo fermentativo por cerca de 15 dias em temperatura ambiente e ao abrigo da luz, utilizando um tecido como tampa que proteja de contaminações, mas que haja a entrada de oxigênio no frasco.

### **4.3. PREPARO DE SUCO DE CAJU**

No que se refere ao estudo em questão, a fruta fora escolhida para a realização da saborização do chá fermentado, onde levou-se em consideração sua fácil obtenção e não sazonalidade. O suco de fruta foi preparado para utilização na segunda fermentação, onde o procedimento será descrito no item 5.4. Foi utilizado o suco concentrado sabor caju da marca Maguary, onde ocorreu também a diluição do mesmo, dissolvendo 200 mL de suco em 300 mL de água.

### **4.4. SEGUNDA FERMENTAÇÃO**

A segunda fermentação foi realizada com a adição de suco de caju ao chá fermentado (bebida que passou pela 1ª fermentação descrita no item 5.2) em proporções de 70% suco de fruta (350 mL), 30% chá fermentado (150 mL) e adição de 150 g de açúcar branco refinado. A mesma passou pelo envase da bebida em garrafas previamente esterilizadas, onde o segundo processo fermentativo demorou cerca de 15 dias, assim como a primeira fermentação.

### **4.5. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS**

As análises foram realizadas no laboratório da Faculdade de Tecnologia de Campinas, sob supervisão da professora orientadora.

#### **4.5.1. SÓLIDOS SOLÚVEIS**

A análise de sólidos solúveis ocorreu nas duas versões, tradicional e sabor caju. Foi realizada com o refratômetro da marca Abbe, modelo Q767BD, onde foi verificado a

presença de sólidos solúveis nos dois tipos de kombucha, determinados em grau Brix (°Bx).

#### 4.5.2. DENSIDADE

A densidade foi medida por deslocamento de massa do material, utilizando uma proveta, balança semi-analítica e amostras do chá fermentado e do chá saborizado. Com isso, a proveta é previamente pesada, a balança recebe a tara e a partir da diferença de pesos, é calculado a densidade, utilizando a equação 1 onde  $M_3$  é a diferença entre a massa da proveta ( $M_1$ ) e da amostra ( $M_2$ ).

$$M_3 = M_2 - M_1$$

Equação 1 - Cálculo da massa da amostra

E também, a equação 2, para o cálculo da densidade dividindo a diferença entre a massa da proveta e da amostra pelo volume de amostra.

$$d = \frac{M_3}{v}$$

Equação 2 - Cálculo de densidade da amostra

#### 4.5.3. ACIDEZ TITULÁVEL

Baseado na metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), ambas as amostras em alíquotas de 10mL com adição de indicador de fenolftaleína 1% foram tituladas com solução de hidróxido de sódio 0,1M. Os valores de solução gastos na titulação serão utilizados nos cálculos de acidez titulável, descrito na equação 3, onde Fc é o fator de correção, m é a massa usada de NaOH, 0,1 é a concentração teórica de NaOH e v, o volume.

$$Fc = \frac{m}{0,2042 * 0,1 * V}$$

Equação 3 - Fator de correção NaOH

Para cálculo de acidez titulável, v é o volume de NaOH gasto, F é o fator de correção, P é o valor da alíquota da amostra e c é a correção da solução de NaOH.

$$\text{Acidez titulável} = \frac{v * F * 100}{P * C}$$

Equação 4 - Cálculo de acidez titulável

#### **4.5.4. DETERMINAÇÃO DE PH**

Foi realizada uma leitura diária do pH das bebidas tradicional e saborizada, para analisar o comportamento da acidez dessa amostra. Essa etapa foi realizada fora do laboratório utilizando fitas indicadoras de pH da marca Merck, ref. 921 10.

### **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **5.1. PRIMEIRA FERMENTAÇÃO**

A receita utilizada na primeira fermentação passou por testes até que se alcançasse uma formulação que utilizasse pouca matéria prima e que a fermentação ocorresse. A melhor formulação – com melhor custo benefício e melhor desempenho do *scoby* foi a descrita no item 5.1, levando 1500mL de água, 150g de chá e 15g de erva.

No 15° dia de fermentação foi possível observar o *scoby* novo formado no topo do chá e algumas bolhas indicando liberação de CO<sub>2</sub>, causando o declínio do *scoby* antigo para o fundo do frasco. Isso mostra que a formulação testada fornece glicose e nutrientes o suficiente para que a fermentação ocorra. O chá apresentou sabor fortemente ácido, cheiro semelhante a vinagre e turbidez, o que era esperado pois o processo fermentativo diminui o pH, produzindo o ácido acético e aumentando o teor de sólidos solúveis por conta dos microrganismos suspensos.

#### **5.2. SEGUNDA FERMENTAÇÃO**

Na segunda fermentação ocorreu a adição do suco concentrado de caju, onde o mesmo foi diluído como descrito no item 5.3 e adicionado no chá fermentado. A escolha do tipo de suco foi pela facilidade de usar um produto que já fosse pasteurizado, e que

pudesse ser obtido a qualquer época do ano. A fermentação ocorreu durante os 15 dias, onde boa parte do sabor do kombucha foi mascarado com o sabor do suco e apresentou uma leve gaseificação.

### 5.3. SÓLIDOS SOLÚVEIS

Ao realizar a leitura de ambas as amostras em um refratômetro previamente calibrado com água destilada, observou-se que a amostra tradicional apresentou cerca de 9°Bx, e a saborizada, 11°Bx. A diferença é que na amostra saborizada, além dos microrganismos e a glicose que influenciam na leitura, a adição de suco de caju aumenta o teor de sólidos por conta da maior presença de nutrientes, açúcares, entre outros.

### 5.4. DENSIDADE

Ao todo foram realizados dois ensaios envolvendo cálculo de densidade por meio do deslocamento de massa, com ambas as amostras. Deste modo, inicialmente, pesou-se uma proveta de 50 mL em balança analítica, anotou-se o valor encontrado e sequencialmente, foram adicionados 50 mL da amostra e a mesma passou por pesagem. Os valores abaixo correspondem a versão tradicional, onde os resultados estão expressos nas equações 3 e 4.

$$M3 = 123,28 - 71,79$$

$$M3 = 51,49$$

Equação 5 - Massa da amostra tradicional

$$d = \frac{51,49}{50\text{mL}}$$

$$d = 1,03 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Equação 6 - Densidade da amostra tradicional

A amostra tradicional apresentou uma densidade de 1,03g/cm<sup>3</sup>, diferente da amostra saborizada, que é menos densa que a amostra tradicional.

$$M3 = 120,92 - 71,97$$

$$M3 = 48,97$$

Equação 7 - Massa da amostra saborizada

$$d = \frac{48,95}{50\text{mL}}$$

$$d = 0,979 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Equação 8 - Densidade da amostra saborizada

A amostra saborizada mostra densidade de 0,973g/cm<sup>3</sup>. Essa diferença pode ser explicada pela quantidade de microrganismos presentes no chá ou pela porcentagem de CO<sub>2</sub>, tornando-o mais denso que o chá diluído em suco.

## 5.5. ACIDEZ TITULÁVEL

Foram realizados ensaios com ambas as amostras em triplicata. Inicialmente, calculou-se o fator de correção da solução de NaOH 0,1M.

$$F_c = \frac{1\text{g}}{0,2042 * 0,1 * 0,25} = 0,1958$$

Equação 9 - Fator de correção NaOH

Montou-se o sistema de titulação e preparou-se 3 erlenmeyers contendo 10 mL de ambas as bebidas analisadas e adicionou-se 3 gotas da solução de fenolftaleína. As amostras foram identificadas e consecutivamente, realizou-se a titulação. Os valores de NaOH gastos foram anotados e posteriormente aplicados na equação. No kombucha tradicional, os resultados obtidos da acidez titulável estão descritos na equação 10.

$$\frac{5,3*0,1958*100}{(10*10)} = 1,03$$

Equação 10 - Acidez titulável da amostra tradicional

No caso do kombucha saborizado, o valor se apresenta menor (equação 11) porque o chá que é bastante ácido foi diluído em suco, diminuindo sua acidez.

$$\frac{4,4*0,1958*100}{(10*10)} = 0,86$$

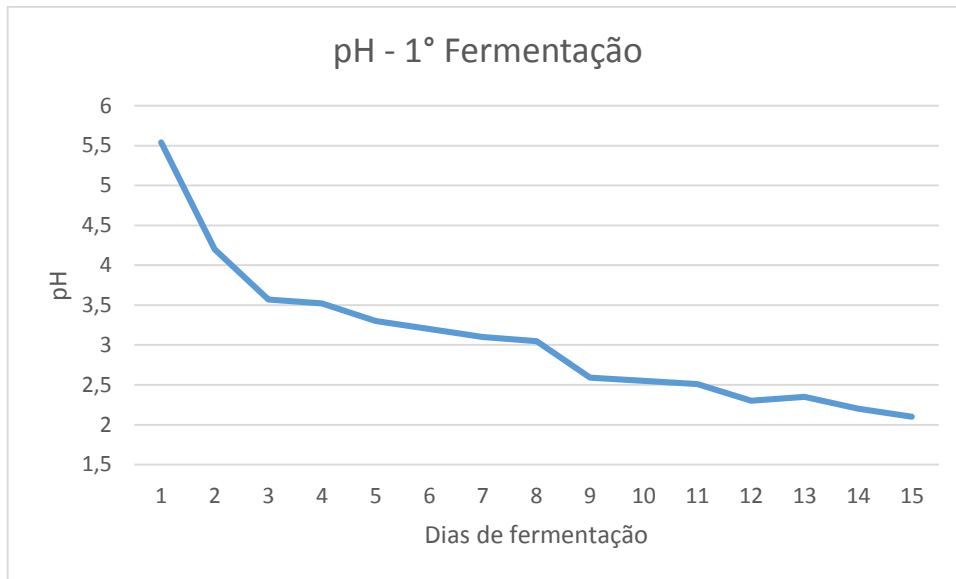
Equação 11 - Acidez titulável da amostra saborizada

## **5.6. DETERMINAÇÃO DO PH**

Foi realizado medida de pH durante todo o processo fermentativo dos tipos de kombucha. Um comportamento divergente é observado entre as duas amostras, sendo uma queda de pH na versão tradicional e estabilidade na versão saborizada, expressa nas figuras 1 e 2, respectivamente.

Na versão tradicional, a medida inicial do chá apresentou pH próximo de 5,5, medida feita com fita indicadora. Ao passar dos 15 dias, a amostra apresentou uma queda no pH sem ultrapassar do 2,0 (figura 1), o que é esperado e descrito na literatura, já que a atividade microbiana acidifica o meio e faz com que o pH da solução diminua.

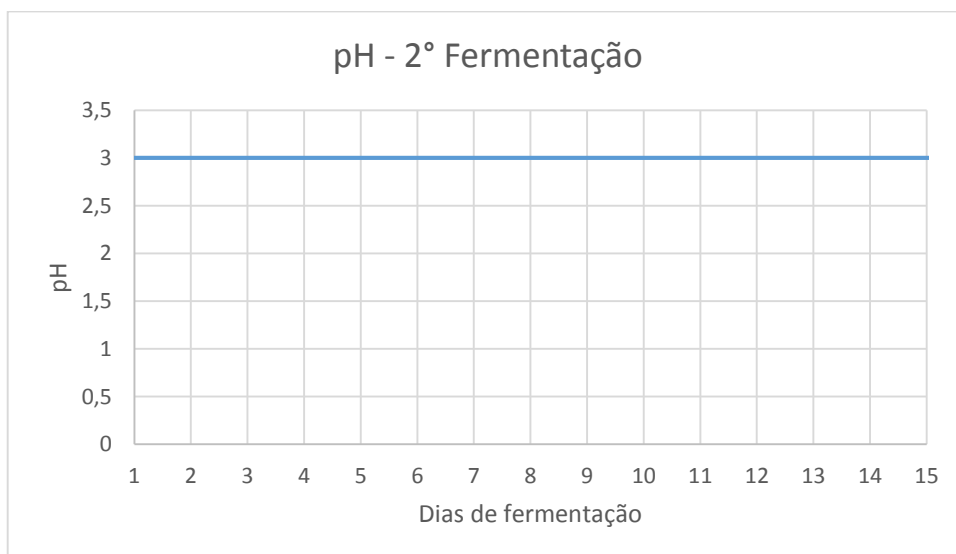
Figura 1 - Curva de pH da 1ª fermentação



Fonte: autoria própria.

Já na segunda fermentação, observa-se uma estabilidade do pH, que pode ser explicado pela fermentação alcoólica, que gera como produto o etanol e o CO<sub>2</sub>. O kombucha não passa do pH 2, e a adição de suco ocasiona uma diluição do chá.

Figura 2 - Curva de pH na 2ª fermentação



Fonte: autoria própria.



## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados obtidos ao decorrer desse trabalho mostraram concordância com a literatura estudada. A versão tradicional apresentou resultados favoráveis em relação a fermentação, mostrando uma queda ideal de pH, índices de densidade e acidez titulável aceitáveis, além de um teor de sólidos solúveis baixo, como era esperado. Já a versão saborizada com suco de caju mostrou ser um produto levemente gaseificado, de pH estável, densidade adequada, índices de acidez titulável razoáveis e possível teor alcoólico devido a presença de CO<sub>2</sub> no produto final; caracterizando a fermentação como alcoólica. Referente a adaptação da receita, a mesma mostrou-se ser eficaz para a fermentação de ambas as bebidas, o que conduziu a resultados promissores para as análises de determinação de pH, densidade, acidez titulável e sólidos solúveis.

Em ressalva, é importante destacar que tais parâmetros físico-químicos analisados ao decorrer dos ensaios foram extremamente significativos, tanto para o acompanhamento dos processos químicos realizados durante a fermentação, quanto para as etapas de elaboração e desenvolvimento do produto; permitindo assim, em uma maior experiência laboratorial e na obtenção de conhecimentos e práticas voltadas para o âmbito comercial. A associação das metodologias abordadas com as disciplinas apresentadas ao longo de toda a graduação, também contribuíram para o entendimento e elaboração das práticas, sendo estas, a fundamentação para a execução dos ensaios efetivados e para o planejamento da bebida saborizada.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEBA KOMBUCHA. **O que é Kombucha?** Publicado: Revista Digital Beba Kombucha, nov. 2016. Disponível:<[O que é Kombucha? – Beba Kombucha \(wordpress.com\)](#)>. Acesso: 10 nov. 2021.

BERDUSCO, J.P.; BERTOLANI, J.A.C.; BRUINI, B.; TREVIZAM, C.J.; **Aspecto Físico-Químico e Microbiológico no Processo de Fabricação da Kombucha.** Revista Engenho, ISSN 2176 3860, vol.11, núm. 1 – Dezembro de 2019. Disponível:<[Vista do ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DA KOMBUCHA \(anchieta.br\)](#)>. Acesso: 12 nov. 2021.

BLAUTH, C. M. **Kombucha: tecnologia e produção.** 2019. 53 f. Disponível:<<https://repositorio.ufcspa.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1141/1/%5bTCC%5d%20Blauth%2c%20Cristina%20Maldaner>>. Acesso: 03 mar. 2022.

BORZANI, W. **Biotecnologia Industrial - Vol. 1- Fundamentos** – Borzani, 2002 93 p. Disponível:<[https://www.academia.edu/34890637/Biotecnologia\\_Industrial\\_Vol\\_1\\_Walter\\_Borzani](https://www.academia.edu/34890637/Biotecnologia_Industrial_Vol_1_Walter_Borzani)>. Acesso: 03 mar. 2022.

BRASIL. Portaria nº 103 de 20 de setembro de 2018. **Instrução Normativa que visa estabelecer em todo território nacional o padrão de identidade e qualidade de Kombucha.** Diário Oficial da União, Brasília, n. 188, seção 1, p. 18, 28 set. 2018. Disponível: <[PORTARIA Nº 103, DE 20 DE SETEMBRO DE 2018 - Imprensa Nacional \(in.gov.br\)](#)>. Acesso: 13 set. 2021.

BROOME, T. **Kombucha: The Tea of Immortality em Fifth Season Gardening,** 2015. Disponível em:<<http://fifthseasongardening.com/kombucha-the-tea-of-immortality>>. Acesso em: 04 mar. 2022.

BRUINI, B. **Aspectos físico-químicos e microbiológicos no processo de fabricação da Kombucha.** Revista Engenho, v. 11, n. 1, p. 48-67, 2019. Disponível: <[Vista do ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DA KOMBUCHA \(anchieta.br\)](#)>. Acesso: 29 mar. 2022.

CHEN, C.; LIU, B. Y. **Changes in major components of tea fungus metabolites during prolonged fermentation.** Journal of Applied Microbiology, England, v. 89, n. 5, p. 834-839, 2000. Disponível: <<https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046/j.1365-2672.2000.01188.x>>. Acesso: 13 nov. 2021.

DOMINGUES, M. P. P; **Desenvolvimento e Caracterização de Bebida tipo Kombuchá à base de Erva-mate, Soro de leite e Polpa de Frutas.** Disponível: <[TRABALHO-FINAL-DESENVOLVIMENTO-E-CARACTERIZAÇÃO-DE-BEBIDA-TIPO-KOMBUCHÁ-À-BASE-DE-ERVA-MATE-SORO-DE-LEITE-E-POLPA-DE-FRUTAS.pdf\(ifc.edu.br\), 2020](#)>. Acesso em: 04 nov. 2021.

FARISCO, M. **Kombucha: Estudo das Propriedades Funcionais e o Efeito das Redes Sociais na Informação sobre a Bebida**. Trabalho de Conclusão do Curso de Farmácia-Bioquímica, Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo – USP. Disponível: <[1040-20-TCCMyllenaFarisco.pdf \(usp.br\)](#)>. Acesso: 15 nov. 2021.

FU, C. Yan, F; Cao, Z; Xie, F; Lin, J. (2014). **Antioxidant activities of kombucha prepared from three different substrates and changes in content of probiotics during storage**. Food Sciences Technology-Brazil, 34, 123-126. Disponível: <[Antioxidant activities of kombucha prepared from t.pdf \(philaholisticclinic.com\)](#)>. Acesso: 13 nov. 2021.

GREENWALT, C. J.; STEINKRAUS, K. H.; LEDFORD, R. A. **Kombucha, the Fermented Tea: Microbiology, Composition, and Claimed Health Effects**. Journal Of Food Protection, Ithaca, v. 63, n. 7, p.976-981, jul. 2000. Disponível:<[Kombucha, the Fermented Tea: Microbiology, Composition, and Claimed Health Effects \(silverchair.com\)](#)>. Acesso: 12 nov. 2022.

GUISELINI, Mauro. **Aptidão física, saúde, bem-estar: fundamentos teóricos e exercícios práticos**. São Paulo: Phorte, 2006. Acesso em: 02 mar. 2022.

JAYABALAN, Rasu; MALBASA, Radomir M; LONCAR, Eva S; VITAS, Jasmina S; SATHISHKUMAR, Muthuswamy. “**A Review on Kombucha Tea – Microbiology, Composition, Fermentation, Beneficial Effects, Toxicity, and Tea Fungus**”. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, Vol. 13, p. 538-550. Institute of Food Technologies, 2014. Disponível: <[1040-20-TCCMyllenaFarisco.pdf \(usp.br\)](#)>. Acesso: 13 set. 2021.

LOPES, A. C. V.; **Mitos e verdade sobre o Kombucha: a bebida probiótica que ajuda a saúde**. Blog: ABM + SAÚDE, 2020. Disponível: <[Mitos e verdade sobre o Kombucha: a bebida probiótica que ajuda a saúde - ABM - Sua saúde em primeiro Lugar \(revistaabm.com.br\)](#)>. Acesso: 26 set. 2021.

MACHADO, A.; VARRESSE, D.; DORTH, G.; MOREIRA, T. **Teste de Viabilidade do Kombucha em pó, com caráter funcional**. Disponível: <[https://oswaldocruz.br/revista\\_academica/content/pdf/Edicao\\_20\\_ALLYNNE\\_MACHADO.pdf](#)>. Acesso: 5 nov. 2021.

MACHADO, U. F. **Transportadores de glicose**. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, 1998, 42: 413-421. Disponível:<[SciELO - Brasil - Transportadores de glicose Transportadores de glicose](#)>. Acesso: 29 mar.2022.

MATSUBARA, S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Teores de catequinas e tea flavinas em chás comercializados no Brasil** *Ciência Tecnologia Alimentação*, Campinas, v. 26, n. 2, p. 380-385, 401-407, 2006. Disponível: <>. Acesso:

MENEGATTI, L. A. A.; et al. **Benefícios econômicos e agrônômicos da adoção de agricultura de precisão em usinas de açúcar**. In: *Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão*. 2006. Disponível:<[Trabalho73 \(agriculturadeprecisao.org.br\)](#)>. Acesso: 29 mar. 2022.

MOREIRA, G. **A História do Kombucha**. Blog: KOMBUTEA. Disponível: <[A história do Kombucha! | Kombu Tea](#)>. Acesso: 26 set. 2021.

MOURA, A. B.; **Monitoramento do Processo Fermentativo da Kombucha de Chá Mate**. Disponível: <[MOURA, Aurea Barbosa de.pdf \(ufpe.br\)](#)>. Acesso: 13 nov. 2021.

MOURA, B. Aurea. **Monitoramento do processo fermentativo da kombucha de chá mate**, 2019. Disponível <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/33633>> Acesso em: 02 mar. 2022.

OMS - Organização Mundial de Saúde. **Estratégia global em alimentação saudável, atividade física e saúde**. Genebra: Organização Mundial da Saúde; 2004. Acesso em: 04 mar. 2022.

PAIVA, Francisco Fábio de Assis; GARRUTTI, Deborah dos Santos; SILVA NETO, Raimundo Marcelino da. **Aproveitamento Industrial do Caju**. 2000. Disponível: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/422033/1/Dc038.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2022.

PALUDO, N. **Desenvolvimento e caracterização de kombucha obtida a partir de chá verde e extrato de erva-mate: processo artesanal e escala laboratorial**. Trabalho de conclusão de curso de graduação em Engenharia de Alimentos, apresentado ao Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017. Publicado em: LUME UFRGS Repositório Digital. Disponível: <[Desenvolvimento e caracterização de kombucha obtida a partir de chá verde e extrato de erva-mate : processo artesanal e escala laboratorial \(ufrgs.br\)](#)>. Acesso: 13 set. 2021.

SANTOS, J.M. **Kombucha: caracterização da microbiota e desenvolvimento de novos produtos alimentares para uso em restauração**. Tese de mestrado, Universidade nova de Lisboa, 2016. Disponível: <[Santos\\_2016.pdf \(unl.pt\)](#)>. Acesso em: 04 nov. 2021. SOTO-VILLAREAL, S. A.; BAUFOT, S.; BOUAJILA, J.; SOUCHARD, JP. **Entendendo a fermentação do chá de Kombucha: uma revisão**. Publicado em: The Intitute of Food Tchnologists. Vol. 83, Nr. 3, 2018. Disponível: <<https://doi.org/10.1111/1750-3841.14068>>. Acesso: 27 set. 2021.

SOUSA, L. dos S. **Extração e purificação dos compostos fenólicos presentes nas folhas de Camellia sinensis**. 2016. 125 f. Acesso: 25 set. 2021.

TANAKA, T.; KOUNO, I. **Oxidation of tea catechins: chemical structures and reaction mechanism**. Food Science and Technology Research, Tsukuba, v.9, n.2, p.128-133, 2003. Disponível em: [http://www.jstage.jst.go.jp/article/fstr/9/2/9\\_128/\\_article](http://www.jstage.jst.go.jp/article/fstr/9/2/9_128/_article) Doi: 10.3136/fstr.9.128.

THEO, A. L.; HEARD, G.; COX, J. **Ecologia de leveduras da fermentação de Kombucha** 2.1. ed. Revista Internacional de Microbiologia Alimentar. Disponível: <<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2003.12.020>>. Acesso em: 26 set. 2021.

UNDESC. Sub Rural – **Produção e Composição de Diferentes Tipos de açúcar**. Revista Undesc, Ed. 202 Ano 9, 2017. Disponível:<[rural\\_202.pdf \(udesc.br\)](#)>. Acesso: 29 mar. 2022.

WARD, O. P. **Biología de la Fermentación**. Zaragoza, España: Acribia, 1991. 274 p. Acesso: 29 mar. 2022.

WATAWANA, Mindani I.; JAYAWARDENA, Nilakshi; GUNAWARDHANA, Chaminie B.; WAISUNDARA, Viduranga Y. “**Enhancement of the antioxidant and starch hydrolase inhibitory activities of king coconut water (Cocos nucifera var. aurantiaca) by fermentation with kombucha “tea fungus”**”. International Journal of Food Science and Technology 2016, v. 51, p. 490-498;

YANAGIMOTO, K. et al. **Antioxidative activities of volatile extracts from green tea, oolong tea, and black tea**. Journal of agricultural and food chemistry, München, v. 51, n. 25, p. 7396-7401, Dec. 2003. Acesso: 29 mar. 2022.