

## Desenvolvimento de kombucha: caracterização microbiológica, físico- química e aspectos de mercado

### RESUMO

**Schaina Andriela Pontarollo  
Etgeton**  
[schainaetgeton13@gmail.com](mailto:schainaetgeton13@gmail.com)  
<http://orcid.org/0000-0003-0446-4489>  
Universidade Estadual do Centro Oeste,  
Guarapuava, Paraná, Brasil.

**Cristina Maria Zanette**  
[czanette@unicentro.br](mailto:czanette@unicentro.br)  
<https://orcid.org/0000-0002-1071-2568>  
Departamento de Engenharia de Alimentos,  
Universidade Estadual do Centro-Oeste,  
Campus Cedeteg, Guarapuava, Paraná.

A kombucha tem sido muito procurada pelos consumidores por seus benefícios como alimento funcional. O objetivo do trabalho foi realizar uma pesquisa de mercado sobre kombucha, desenvolver a kombucha em escala laboratorial utilizando uma mistura de chá verde (*Camellia sinensis*) e erva-mate (*Ilex paraguariensis*) e caracterizar a evolução microbiológica e físico-química durante a fermentação. Na pesquisa de mercado, realizado por um formulário *online*, sobre conhecimentos gerais da bebida, obteve-se a participação de 290 indivíduos, sendo que 68,3% já conheciam ou tinham ouvido falar em kombucha. Durante a fermentação, (14 dias) observou-se a diminuição do pH (3,07) e aumento da acidez (38,88 mEq/L). O teor de açúcares redutores totais foi de 14,61 g/L, indicando que foram metabolizados pelas leveduras e bactérias ácido-láticas. As contagens microbiológicas da kombucha no 14º dia foram de 6,64 log UFC/mL para as bactérias lácticas, 5,00 log UFC/mL para as bactérias acéticas e 2,84 log UFC/mL para as leveduras. Com relação à atividade antimicrobiana, avaliada no 14º dia, não foi observada atividade antimicrobiana frente aos patógenos. A kombucha elaborada com chá-mate e chá verde apresentou parâmetros físico-químicos dentro do estabelecido pela legislação vigente. O chá-mate é um substrato viável na produção da bebida, resultando em um produto final com elevadas populações de bactérias ácido lácticas e leveduras.

**PALAVRAS-CHAVE:** fermentação; erva-mate; bebida; pesquisa de mercado.

## INTRODUÇÃO

A kombucha é uma bebida fermentada milenar obtida pela respiração aeróbia e fermentação anaeróbia do mosto obtido pela infusão de *Camellia sinensis* e açúcares por uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras (SCOBY) (BRASIL, 2019). Presume-se que a kombucha tenha surgido na China, na região da Manchúria, por volta de 220 a.C. Conforme as rotas comerciais se expandiram, a kombucha se difundiu primeiro para a Rússia, depois em outras áreas do leste europeu (JAYABALAN *et al.*, 2014).

Nos últimos anos, em diversos países, observou-se a popularização do consumo da kombucha, principalmente devido à busca dos consumidores por alimentos funcionais. No Brasil, estima-se que são produzidos 1,6 milhões de litros de kombucha anualmente com um faturamento de R\$ 18,9 milhões (ABKOM, 2021).

A fermentação da kombucha é caracterizada pela associação entre leveduras e bactérias. No início da fermentação, as leveduras hidrolisam a sacarose em glicose e frutose. Esses açúcares são consumidos pelas leveduras produzindo etanol e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). As bactérias acéticas metabolizam o etanol produzindo ácido acético, causando a diminuição do pH. Bactérias acéticas e lácticas metabolizam a glicose e a frutose e produzem diferentes ácidos orgânicos. Os principais são o ácido acético, glucônico, tartárico, málico e em menor proporção ácido cítrico, sendo responsáveis por um sabor ácido característico (SANTOS, 2016).

Com a grande popularização do consumo da kombucha, pesquisas buscam investigar suas propriedades antioxidantes, antimicrobianas, probióticas e os benefícios que a bebida pode proporcionar para a redução do risco de doenças crônicas não transmissíveis, dentre outras enfermidades (SUHRE, 2020; VARGAS, FABRICIO, AYUB, 2021).

A Instrução Normativa nº41 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabelece que a kombucha pode ser preparada pela infusão de *C. sinensis* juntamente com outras espécies vegetais (BRASIL, 2019). O chá é um ingrediente essencial para a elaboração da kombucha. O uso de diferentes tipos de chás e quantidades influenciam nas características físico-químicas e sensoriais do produto final (SILVA *et al.*, 2021).

A erva mate (*Ilex paraguariensis*), é originária da América do Sul, e o estado do Paraná é um importante produtor. Tradicionalmente a erva-mate é consumida da forma de chimarrão, chá-mate e tererê (CNA, 2019). Por apresentar uma composição química rica em compostos bioativos (cafeína, compostos fenólicos e saponinas) e atividade antioxidante, a erva-mate apresenta potencial para elaboração de novas bebidas incluindo a kombucha (EFING *et al.*, 2009).

Dessa forma, o trabalho teve como objetivos realizar pesquisa de mercado sobre kombucha, desenvolver a kombucha em escala laboratorial utilizando o chá verde (*C. sinensis*) e a erva-mate (*I. paraguariensis*) e avaliar a evolução microbiológica e físico-química da kombucha durante a fermentação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

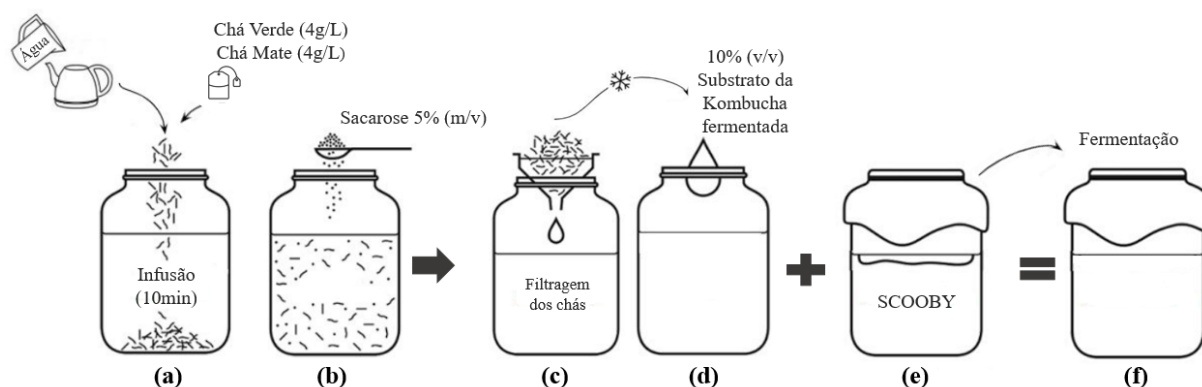
### PESQUISA DE MERCADO

Com o intuito de verificar o conhecimento geral das pessoas sobre probióticos e kombucha e conseqüentemente elaborar um produto que atinja a expectativa do consumidor, em junho de 2020, foi elaborada inicialmente uma pesquisa de opinião, intitulada como “Questionário sobre probióticos e kombucha”. O questionário foi realizado de forma *online*, por meio da plataforma *Formulário Google*, consistindo em 10 perguntas, sendo publicado em rede social, *Facebook*, e também enviado por e-mails. As questões abordadas foram sobre o perfil do participante (gênero e idade), sobre o consumo e frequência de alimentos probióticos e o conhecimento da kombucha, seu consumo, frequência e se recomendaria a bebida para outras pessoas.

### PRODUÇÃO DA KOMBUCHA

Para a elaboração da kombucha, foram utilizados chá mate (*I. paraguariensis*) tostada, proveniente de doação de uma empresa especialista em erva-mate de Prudentópolis – PR, e chá verde (*C. sinensis*) adquirido no mercado local (Guarapuava-PR). Primeiramente foi elaborado a infusão dos chás (80 °C/10min) na concentração de 4 g/L cada. Em seguida, as folhas dos chás foram retiradas com o auxílio de uma peneira e então adicionado 5% (m/v) de sacarose. Após o resfriamento da infusão (~25 °C), foi adicionado 10% (v/v) de kombucha já fermentada, líquido do qual é popularmente conhecido como “chá de arranque” ou “*starter*” e em seguida adicionado o inóculo SCOBY (Energzen Produtos Naturais). A bebida foi fermentada em vidro coberto com pano poroso por 14 dias em estufa (Novalnstruments) à temperatura de 25 °C. Foram coletadas amostras nos dias 0, 3, 6, 9 e 14 para realização das análises físico-químicas e microbiológicas. Na Figura 1 estão apresentadas as etapas de preparação da kombucha.

**Figura 1.** Etapas da preparação da kombucha. (a) Infusão dos chás (80 °C/10min), (b) adição da sacarose, (c) filtragem, (d) adição do *starter*, (e) adição do scoby (f) fermentação por 14 dias.



FONTE: Adaptado de LIMA *et al.* (2019).

## ANÁLISES FÍSICO- QUÍMICAS

### Determinação do pH, acidez total e açúcares redutores totais

O pH foi determinado por leitura direta da amostra (10 mL) em potenciômetro digital (Requipal, Brasil) previamente calibrado. A acidez total foi determinada por titulação da amostra de acordo com o Instituto Adolf Lutz (IAL, 2008).

A determinação de açúcares redutores totais foi realizada conforme Maldonade, Carvalho e Ferreira (2013), pelo método de Somogyi-Nelson, sendo realizada hidrólise ácida de 1 mL da amostra. O teor de açúcares redutores totais foi determinado por espectrofotometria a 520 nm, utilizando-se uma curva padrão construída a partir de uma solução de glicose (500 mg/L). A análise foi realizada nos dias 0 e 14° dia de fermentação. O SCOBY foi retirado e a kombucha foi homogeneizada com auxílio de um bastão de vidro esterilizado. As análises foram realizadas em triplicata.

## ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

### Contagem de bolores e leveduras

A contagem de bolores e leveduras foi realizada utilizando o ágar Dicloran Rosa Bengala Cloranfenicol (DRBC, Himedia). Foi espalhado 100 µL de cada diluição na superfície em duplicata e as placas foram incubadas em estufa (NovalInstruments) a 25 °C durante 7 dias (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2017).

### Contagem de bactérias lácticas

A contagem de bactérias lácticas foi realizada utilizando o ágar de Man, Rogosa e Sharpe (MRS, Himedia) pela técnica de profundidade e sobrecamada. As placas foram incubadas em estufa a 30 °C (NovalInstruments) por 48 h (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2017).

### Contagem de bactérias acéticas

Para a contagem de bactérias acéticas utilizou-se o ágar ácido acético e etanol (RAE). A técnica de espalhamento em superfície foi utilizada e as placas incubadas em estufa (NovalInstruments) a 30 °C por 72 h (SOKOLLEK; HERTEL; HAMMES, 1998).

## ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

A atividade antimicrobiana da kombucha foi avaliada no 14° dia de fermentação pela técnica de difusão em poços. Foram utilizados os principais patógenos de origem alimentar: *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076 e *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Os patógenos foram reativados em caldo Triptona Soja (TSB) à 35 °C/24 h e depois diluídos em solução salina (0,85%) até concentração de 10<sup>7</sup> UFC/mL. Os patógenos foram inoculados em placas contendo o ágar Mueller Hinton (Himedia) com auxílio de *swab* estéril. Foram feitos poços de 5 mm de diâmetro aos quais foram adicionados 50 µL de kombucha. As placas foram mantidas a 4 °C por 1 hora para permitir a difusão e depois foram incubadas em estufa (NovalInstruments) à 35 °C por 24 h. A atividade antibacteriana foi avaliada pela medida do halo de

inibição (mm) (BATTIKH; BAKHROUF; AMMAR, 2012). As análises foram realizadas em triplicata.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

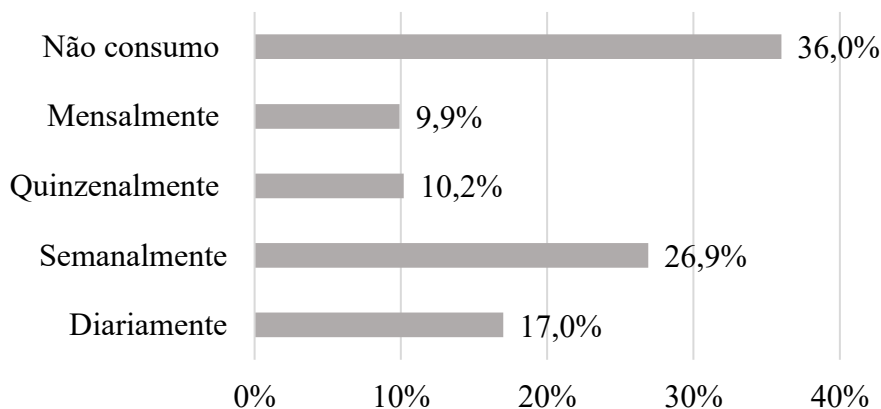
### PESQUISA DE MERCADO

O questionário foi respondido por 290 indivíduos, sendo 76,2% (n=221) do sexo feminino. Com relação à faixa etária, 47,2% tinham entre 18 e 29 anos, 32,4% entre 30 e 39 anos, 18,3% entre 40 a 59 anos e 2,1% maior que 60 anos. 86,5% dos participantes residiam no estado do Paraná.

Quando questionado sobre o consumo de algum alimento probiótico, 62,4% dos participantes responderam que consomem, 25,2% não consomem e 12,4% não sabem o que é um alimento probiótico. Dados sobre o mercado de produtos probióticos mostraram que o Brasil representa 52% do mercado latino-americano de probióticos e que é o país em que o consumo mais cresce (PRONUTRITION, 2019).

Considerando a grande quantidade de alimentos probióticos disponíveis no mercado, os participantes responderam sobre a frequência que consomem os alimentos probióticos. Conforme a Figura 2, nota-se que 26,9% das pessoas consomem semanalmente. Estudos mostram que para assegurar os benefícios que os produtos probióticos oferecem, é essencial o consumo regular (DE OLIVEIRA; DE ALMEIDA, BOMFIM, 2017; REIS *et al.*, 2017; DE SOUZA *et al.*, 2020).

**Figura 2.** Frequência do consumo de alimentos probióticos entre os participantes

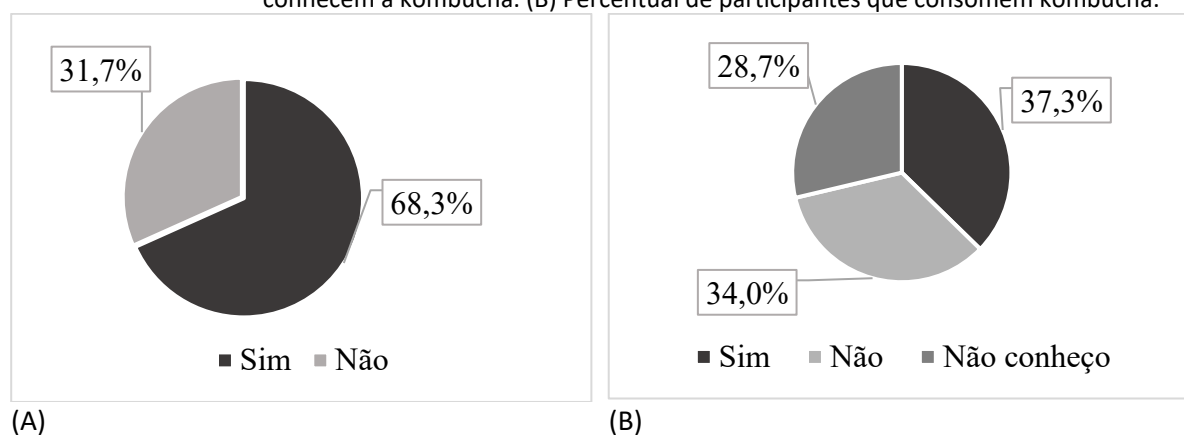


Em relação aos possíveis consumidores de kombucha, verificou-se que 68,3% (n=198) já ouviram falar ou conhecem e 31,7% (n=92) referiram não conhecerem a kombucha (Figura 3A). Quando questionado se já haviam consumido, 37,3% responderam que sim, 34,0% referiram que não e 28,7% relataram não conhecer (Figura 3B). Quando perguntado sobre a satisfação em consumir, 62,7% desse público respondeu nunca ter consumido a kombucha. Nota-se um número elevado de pessoas que não conhecem e/ou nunca consumiram a kombucha. Resultados semelhantes foram reportados por Sousa *et al.* (2020) em entrevista *online* com 262 participantes. 62,59% dos entrevistados já tinham ouvido falar da bebida e 44,27% afirmaram já ter consumido.

Finalmente, foi perguntado sobre a probabilidade em recomendar a kombucha para outras pessoas, a partir de uma escala contendo as opções, muito

alta a nenhuma. Em resposta, 48% dos participantes não recomendariam a kombucha por não conhecerem a bebida, 28,2% responderam entre muito alta e alta probabilidade, 13,9% como média probabilidade e 9,8% entre baixa a muito baixa probabilidade. Pelos resultados obtidos, nota-se um mercado pouco explorado e promissor para a kombucha.

**Figura 3.** Questionário sobre o consumo de kombucha. (A) Percentual de pessoas que conhecem a kombucha. (B) Percentual de participantes que consomem kombucha.



### CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA KOMBUCHA

Durante a fermentação da kombucha foram avaliados o pH e a acidez, cujos resultados estão apresentados na Figura 4. O pH inicial (dia 0) foi de  $3,73 \pm 0,02$  e observou-se uma redução gradual ao longo da fermentação, apresentando um pH final, no 14º dia de  $3,07 \pm 0,01$ . Os valores de pH estão de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2019). Valores próximos de pH foram encontrados por Lima *et al.* (2019), sendo pH inicial (dia 0) de 3,40 e pH final (10º dia) de 2,73 para a kombucha elaborada com erva-mate. Em estudo de Paludo (2017) que desenvolveu e caracterizou a kombucha a partir de chá verde e extrato de erva-mate, o pH inicial foi de 4,37 e no 7º dia de fermentação o pH foi de 3,10.

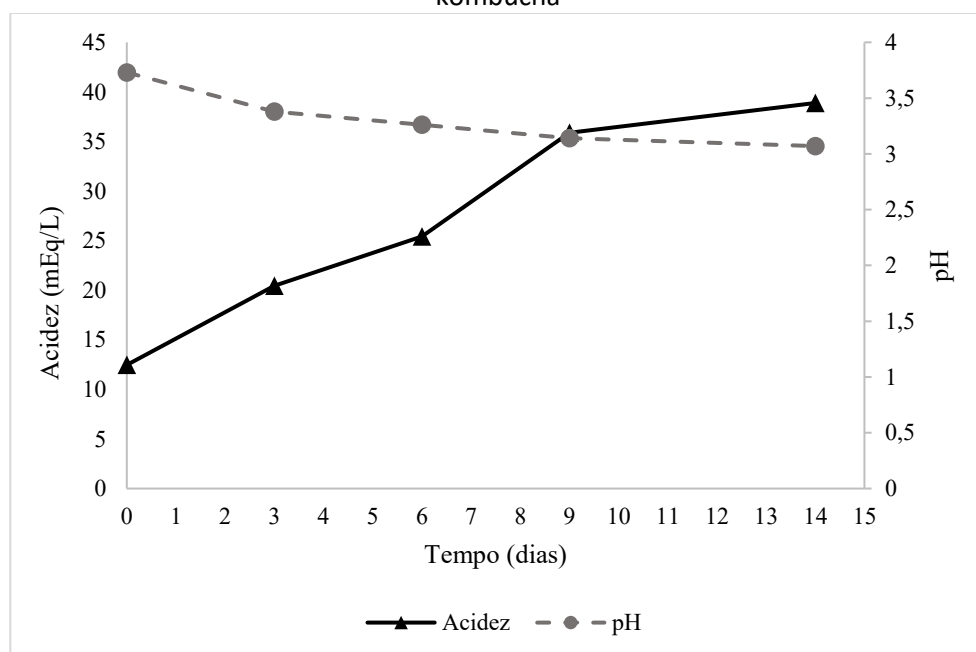
Foi observado um aumento da acidez no decorrer da fermentação de  $12,46 \pm 0,7$  mEq/L (dia 0) para  $38,88 \pm 0,7$  mEq/L (dia 14), confirmando a eficiência do metabolismo das bactérias ácido-láticas presentes no SCOBY. Rossoni (2019) reportou resultados semelhantes de acidez, na produção de kombucha de erva mate, sendo que entre no 15º dia de fermentação o valor de acidez foi de 34,67 mEq/L.

O teor de açúcares redutores totais reduziu de  $52,63 \pm 0,7$  g/L para  $14,61 \pm 0,5$  g/L após 14 dias de fermentação, indicando que os açúcares foram metabolizados pelas leveduras e bactérias ácido-láticas. Rossoni (2019) realizou estudo de kombucha elaborada com erva-mate e reportou valores de  $38,98 \pm 3,23$  g/L no 15º dia de fermentação. A composição microbiana do SCOBY, bem como a temperatura de fermentação, tempo, características do fermentador, concentração de açúcar e tipo de chá utilizados na fermentação afetam a metabolização da sacarose, bem como a produção de ácidos orgânicos (COTON *et al.*, 2017; SOUZA, 2019; SANTOS, 2020).

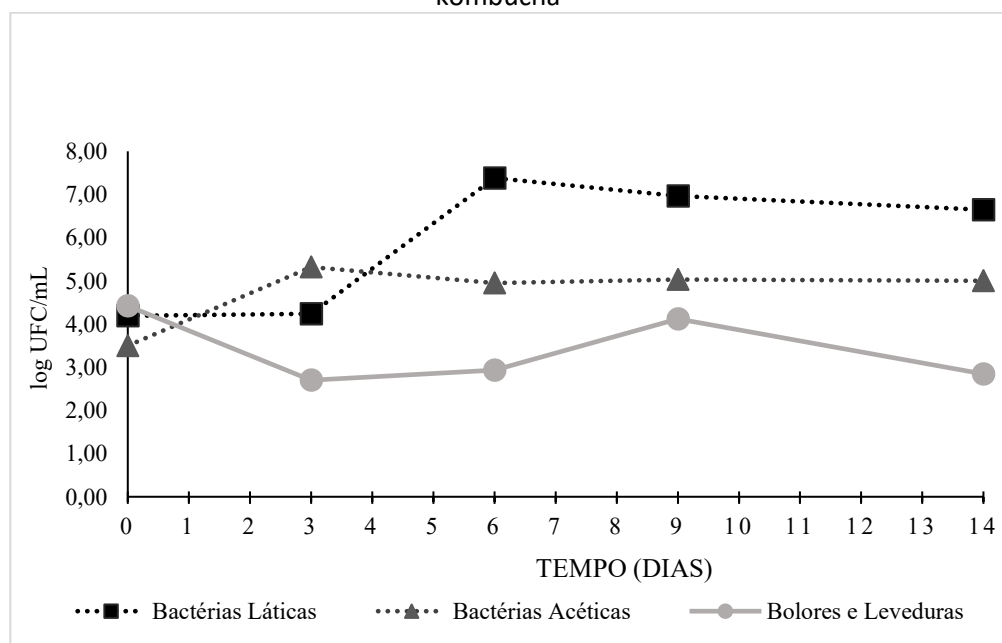
A evolução microbiológica da kombucha durante a fermentação pode ser observada na Figura 5. A contagem inicial (dia 0) das bactérias lácticas (BAL) foi 4,19 log UFC/mL, apresentando maior contagem no 6º dia de 7,38 log UFC/mL e no 14º dia foi observado contagem de 6,64 log UFC/mL. As BAL nem sempre podem ser

observadas no processo de fermentação, sendo que em estudos conduzidos por Neffe-Skocińska *et al.* (2017) e Gaggia *et al.* (2019) não foram observadas contagens de BAL em diferentes tempos de fermentação. No entanto, em trabalho realizado por Coton *et al.* (2017) utilizando chá verde como substrato, as contagens de BAL encontradas no 8º dia de fermentação foram de aproximadamente 8 log UFC/mL, superiores ao presente estudo. As BAL são importantes na kombucha por apresentarem potencial probiótico (VARGAS, FABRICIO, AYUB, 2021).

**Figura 4 -** Evolução dos valores de pH e acidez durante a fermentação da kombucha



**Figura 5.** Evolução da população microbiana durante a fermentação da kombucha





As bactérias acéticas apresentaram contagens de 3,49 log UFC/mL no dia 0 e maior população no 3º dia, 5,31 log UFC/mL. Do 6º ao 9º dia a população estabilizou e no 14º a contagem final foi de 5,00 log UFC/mL. Segundo De Filippis *et al.* (2018), as bactérias acéticas são predominantes na kombucha, e os principais gêneros encontrados são: *Acetobacter*, *Gluconobacter* e *Gluconacetobacter*, sendo relevante para a produção da película de celulose que forma o SCOBY. Neffe-Skocińska, *et al.* (2017) obtiveram contagens superiores ao presente trabalho, utilizando chá verde e preto na concentração de 10% de sacarose, obtendo contagens de 7,61 log UFC/mL de bactérias acéticas no 10º dia de fermentação.

A contagem inicial (dia 0) das leveduras foi de 4,41 log UFC/mL, com diminuição das contagens nos dias 3 e 6. No 9º dia de fermentação a contagem foi de 4,11 log UFC/mL e ao final da fermentação foi observada contagem de 2,84 log UFC/mL. Essas contagens são próximas ao encontrado por Neffe-Skocińska *et al.* (2017), que reportaram contagens total de leveduras de 4 log UFC/mL no dia 0. Os mesmos autores encontraram contagens superiores ao presente estudo no final da fermentação (10º dia), com 7 log UFC/mL.

As variações nas contagens de BAL, bactérias acéticas e leveduras podem ser explicadas devido a variedades de chás utilizados, concentrações iniciais de substrato (açúcares), origem do SCOBY, tempo de fermentação (COTON *et al.*, 2017; SOUZA, 2019; SANTOS, 2020). O metabolismo das leveduras e bactérias durante a fermentação da kombucha é complexo e simbiótico. No início da fermentação, as leveduras hidrolisam a sacarose em glicose e frutose, produzindo dióxido de carbono e etanol. As bactérias utilizam a glicose para a produção de ácido glucônico e ácido lático e metabolizam o etanol em ácido acético. O acúmulo de ácido acético estimula as leveduras a produzir mais etanol (CHEN; LIU, 2000; VILLARREAL-SOTO *et al.*, 2018)

Em relação à atividade antibacteriana da kombucha, não foi observada inibição frente aos patógenos testados (*L. monocytogenes*, *E. coli*, *S. enteritidis* e *S. aureus*). Resultado semelhante foi reportado por Silva *et al.* (2021) em que não foi observada atividade antimicrobiana de kombucha de chá verde (*C. sinensis*) frente à *L. monocytogenes*, *E. coli* e *S. aureus*. No entanto, estudos como de Cardoso *et al.* (2020), Ansari, Pourjafar e Esmailpour (2017) e Battikh *et al.* (2013) obtiveram bons resultados de atividade antibacteriana frente aos mesmos patógenos avaliados.

A atividade antimicrobiana da kombucha é atribuída a compostos produzidos durante a fermentação (ácidos orgânicos, bacteriocinas, proteínas e enzimas) e a compostos presentes no chá como os compostos fenólicos, principalmente as catequinas (Battikh *et al.*, 2013; Watawana *et al.*, 2015). As diferenças entre os resultados obtidos podem estar relacionadas ao tipo de chá e concentração utilizado, concentração de açúcar e tempo de fermentação (VALIYAN; KOOHSARI; FADAVI, 2021). Matsubara e Rodriguez-Amaya (2006) reportaram a ausência de catequinas na erva-mate e uma grande variação de catequinas em diferentes amostras de chá-verde comercializadas no Brasil, o que poderia explicar a ausência de atividade antimicrobiana da kombucha elaborada no presente estudo

## CONCLUSÃO

Os resultados da pesquisa de mercado indicaram que a kombucha é uma bebida pouco consumida e conhecida pela população. Esses dados, demonstram o potencial da bebida no mercado de alimentos funcionais. O chá-mate (*Ilex*



*paraguariensis*) é um substrato viável para a produção de kombucha. Foram observadas altas contagens de bactérias acéticas, BAL e leveduras, redução do pH e aumento da acidez durante a fermentação. Destaca-se a alta contagem de BAL (6,64 log UFC/mL), um indicativo do potencial probiótico da bebida. O chá-mate é uma alternativa interessante para ampliar e diversificar as características físico-químicas e microbiológicas da kombucha.

# Kombucha development: microbiological, physicochemical characterization and market aspects

## ABSTRACT

Kombucha has been highly sought after by consumers for its benefits as a functional food. The objective of the work was to conduct market research on kombucha, develop kombucha on a laboratory scale using a mixture of green tea (*Camellia sinensis*) and yerba mate (*Ilex paraguariensis*) and characterize the microbiological and physicochemical evolution during fermentation. In the market research, carried out using an online form, on general knowledge of the drink, 290 individuals participated, 68.3% of whom already knew or had heard of kombucha. During fermentation (14 days) there was a decrease in pH (3.07) and an increase in acidity (38.88 mEq/L). The total reducing sugars content was 14.61 g/L, indicating that they were metabolized by yeasts and lactic acid bacteria. The microbiological counts of kombucha on the 14th day were 6.64 log CFU/mL for lactic acid bacteria, 5.00 log CFU/mL for acetic bacteria, and 2.84 log CFU/mL for yeast. Regarding the antimicrobial activity, evaluated on the 14th day, no antimicrobial activity against pathogens was observed. The kombucha made with yerba mate and green tea presented physical-chemical parameters within the established by current legislation. Mate tea is a viable substrate in the production of the beverage, and the beverage produced presented a high population of lactic acid bacteria and yeasts.

**KEY-WORDS:** fermentation; yerba mate; beverage; market research.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Centro Oeste pela disponibilização da infraestrutura para a realização deste trabalho e a empresa especialista em erva mate Baldo pela doação do chá mate.

## REFERÊNCIAS

- ABKOM. **Associação Brasileira de Kombucha**. 2021. Disponível em: <https://www.abkom.org.br/>. Acesso em 29 de janeiro de 2022.
- ANSARI, F.; POURJAFAR, H.; ESMailPOUR, S. Study on citric acid production and antibacterial activity of kombucha green tea beverage during production and storage. **Annual Research & Review in Biology**, p. 1-8, 2017.
- BATTIKH, H.; BAKHROUF, A.; AMMAR, E. Antimicrobial effect of Kombucha analogues. **LWT-Food Science and Technology**, v. 47, n. 1, p. 71-77, 2012.
- BATTIKH, H.; Chaieb K.; BAKHROUF, A.; AMMAR, E. Antibacterial and antifungal activities of black and green kombucha tea. **J. Food Biochemistry**. 37, p. 231-236, 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 41 de 17 de setembro de 2019. Padrão de Identidade e Qualidade da Kombucha. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. Seção 1 p.13, 2019.
- CARDOSO, R. R.; NETO, R. O.; D'ALMEIDA, C. T. S.; DO NASCIMENTO, P.; PRESSETE, C. G.; AZEVEDO, L.; MARTINO, H. S. D.; CAMERON, L. C.; FERREIRA, M. S. L.; DE BARROS, F. A. R. Kombuchas from green and black teas have different phenolic profile, which impacts their antioxidant capacities, antibacterial and antiproliferative activities. **Food Research International**, v. 128, p. 108782, 2020.
- CHEN, C.; LIU, B.Y. Changes in major components of tea fungus metabolites during prolonged fermentation. **Journal of Applied Microbiology**, v. 89, p. 834-839, 2000.
- CNA. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Erva-mate do Paraná ganha destaque internacional com apoio do SENAR-PR**. 2019. Disponível: <<https://www.cnabrazil.org.br/noticias/erva-mate-do-paranaganha-destaque-internacional-com-apoio-do-senar-pr>>. Acesso em: 12 jan. 2021.
- COTON, M.; PAWTOWSKI, A.; TAMINIAU, B.; BURGAUD, G.; DENIEL, F.; COULLOUMME-LABARTHE.; FALL, A.; DAUBE, G.; COTON, E. Unraveling microbial ecology of industrial-scale Kombucha fermentations by metabarcoding and culture-based methods. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 93, n. 5, 2017.
- DE FILIPPIS, F.; TROISE, A. D.; VITAGLIONE, P.; ERCOLINI, D. Different temperatures select distinctive acetic acid bacteria species and promotes organic acids production during Kombucha tea fermentation. **Food microbiology**, v. 73, p. 11-16, 2018.

EFING, L. C.; CALIARI, T. K.; NAKASHIMA, T. DE FREITAS, R. J. S. Caracterização química e capacidade antioxidante da erva-mate (*Ilex paraguariensis* st. Hil.). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. v. 27, n. 2, 2009.

GAGGIA, F.; BAFFONI, L.; GALIANO, M.; NIELSEN, D. S.; JAKOBSEN, R. R.; CASTRO-MEJÍA, J. L.; BOSI, S.; TRUZZI, F.; MUSUMECI, F.; DINELLI, G.; GIOIA, D. D. Kombucha Beverage from Green, Black and Rooibos Teas: A Comparative Study Looking at Microbiology, Chemistry and Antioxidant Activity. **Nutrients**, v. 11, n.1, p. 1, 2019.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). In: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. IV Edição, 1ª Edição digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JAYABALAN, R.; MALBASA, R. V.; LONCAR, E. S.; VITAS, J. S.; SATHISHKUMAR, M. A review on kombucha tea-microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 13, n. 4, p. 538-550, 2014.

LIMA, K.; DOMINGUES, M. P. P.; VICARI, L.; VERGARA, P. Desenvolvimento e caracterização de bebida tipo kombuchá à base de erva-mate, soro de leite e polpa de frutas. 2019.

MALDONADE, I. R.; CARVALHO, P. G. B.; FERREIRA, N. A. Protocolo para determinação de açúcares redutores pelo método de Somogyi-Nelson. **Embrapa Hortaliças-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2013.

Matsubara, S.; Rodriguez-Amaya, D. B. Teores de catequinas e teafloavinas em chás comercializados no Brasil. **Ciênc. Technol. Aliment.** p. 401-407, 2006.

NEFFE-SKOCIŃSKA, K.; SIONEK, B.; SCIBISZ, I.; KOŁOŻYN-KRAJEWSKA, D. Acid contents and the effect of fermentation condition of Kombucha tea beverages on physicochemical, microbiological and sensory properties. **CyTA-Journal of Food**, v. 15, n. 4, p. 601-607, 2017.

OLIVEIRA, J. L.; ALMEIDA, C. SILVA BOMFIM, N. A importância do uso de probióticos na saúde humana. **Unoesc & Ciência-ACBS**, v. 8, n. 1, p. 7-12, 2017.

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 (TCC) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

PRONUTRITION. **Mercado brasileiro de probióticos é o que mais cresce no mundo**. 2019. Disponível em: < <https://pronutrition.com.br/mercado-brasileiro-de-probioticos-e-o-que-mais-cresce-no-mundo/>>. Acesso em: 19/01/2021.

REIS, S. A.; CONCEIÇÃO, L. L.; ROSA, D. D.; SIQUEIRA, N. P.; PELUZIO, M. C. G. Mechanisms responsible for the hypocholesterolaemic effect of regular consumption of probiotics. **Nutrition research reviews**, v. 30, n. 1, p. 36-49, 2017.

ROSSONI, M. A. **Desenvolvimento e caracterização da bebida kombucha de erva mate (*Ilex paraguariensis*) utilizando diferentes fontes de carboidratos**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2019.

SANTOS, A. R. DOS. **Avaliação cinética da fermentação de chá de erva-mate tostada por SCOBY de kombucha**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

SANTOS, M. J. DOS. **Kombucha: Caracterização da microbiota e desenvolvimento de novos produtos alimentares para uso em restauração**. 119 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Lisboa, 2016.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. São Paulo: Blucher, 2017.

SILVA, K.A; UEKANE, T.M; MIRANDA, J.F; RUIZ, L.F; MOTTA, J.C.B; SILVA, C. B.; PITANGUI, N. S.; GONZALEZ, A.G.M; FERNANDES, F.F.; LIMA, A.R. Kombucha beverage from non-conventional edible plant infusion and green tea: Characterization, toxicity, antioxidant activities and antimicrobial properties. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v.34, 2021.

SOKOLLEK, S. J; HERTEL, C.; HAMMES, W. P. Cultivation and preservation of vinegar bacteria. **Journal of Biotechnology**, v. 60, p.195-206, 1998.

SOUSA, S.F; TORRES, L.N.; FILHO, W.F.S.B; BARROS, M.C.L. Perfil dos consumidores de kombucha. In: Congresso Internacional da Agroindústria Recife, Pernambuco: Anais, p.505-517. 2020. <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-00-3.v.2.505-517>

SOUZA, C. A. **Avaliação imunológica promovida pelo consumo de kombucha em camundongos diabéticos**. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 2019.

SOUZA, C. M. D.; SOARES, D. A.; DE OLIVEIRA, G. L.; LAMAS, J. J. O., ALVES, L. A. B.; DE ALMEIDA, P. H. C.; ARANTES, R. S.; SILVA, S. C. B.; SANTOS, S. F.; SILVA, V. S.; MARTINS, E. M. F.; MARTINS, M. L. Probióticos e a indústria de alimentos: Uma visão geral. **Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, v. 1, n. 3, p. 79-101, 2020.

SUHRE, T. **Kombuchas produzidas e comercializadas no Brasil: características físico-químicas e composição microbiana**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

VALIYAN, F.; KOOHSARI, H.; FADAVI, A. Use of response surface methodology to investigate the effect of several fermentation conditions on the antibacterial

activity of several kombucha beverages. **Journal of Food Science Technology**, v. 58, p. 1877-1891, 2021.

VARGAS, B.K; FABRICIO, M.F; AYUB, M.A.Z. Health effects and probiotic and prebiotic potential of Kombucha: A bibliometric and systematic review. **Food Bioscience**, v. 44, Part A, 2021.

VILLARREAL-SOTO, S. A.; BEAUFORT, S.; BOUJILA, J.; SOUCHARD, J. P.; TAILLANDIER. Understanding kombucha tea fermentation: A review. **Journal of Food Science**, v. 83, n. 3, p. 580-588, 2018.

WATAWANA, M. I.; JAYAWARDENA, N.; GUNAWARDHANA, C. B.; WAISUNDARA, V. Y. Health, wellness, and safety aspects of the consumption of kombucha. **Journal of Chemistry**, v. 2015.

**Recebido:** 30 ago. 2021.

**Aprovado:** 14 fev. 2022.

**DOI:** 10.3895/rebrapa.v11n4.14679

**Como citar:**

ETGETON, S. A. P.; ZANETTE, C. M. Desenvolvimento de kombucha: caracterização microbiológica, físico-química e aspectos de mercado. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 11 n. 4, p. 1-14, out./dez. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

**Correspondência:**

Cristina Maria Zanette

Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Campus Cedeteg, Alameda Élio Antonio Dalla Vecchia, 838, CEP 85040-167, Vila Carli, Guarapuava, Paraná.

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

