
Aspectos microbiológicos na produção da bebida kombucha: uma revisão integrativa

| **Camilly Pires Sobrinho**

IF Goiano

| **Fernanda dos Santos Nunes de Melo**

UFCG

| **Wiaslan Figueiredo Martins**

IF Goiano

RESUMO

Com base na literatura, a Kombucha é um sistema simbiótico, composto de bactérias, principalmente dos gêneros *Acetobacter* e *Gluconobacter* e de leveduras. O processo de fermentação começa com a adição de uma parte de algum chá fermentado anteriormente e a inoculação de um *starter* na forma de uma película celulósica conhecida como *Symbiotic Colony of Bacteria and Yeast* (Scoby). Diante do exposto, objetivou-se apresentar estudos sobre as principais bactérias e leveduras que formam o Scoby utilizado para a produção de Kombucha, por meio de uma revisão integrativa com estudos nacionais e internacionais. Para esta revisão, foram realizadas buscas sistematizadas na base de dados *ScienceDirect*, *Scopus* e *SciELO* para identificar os estudos sobre a cultura Scoby, entres os anos de 2016 a 2022, utilizando as Palavras-chave: *Kombucha*, *Fermentation*, *Scoby* e *Microbiological*. Dos 17 artigos encontrados, 11 foram descartados por não ter relação direta com a caracterização microbiológica da Kombucha, resultando em 6 artigos selecionados. Os artigos abordaram a caracterização microbiológica, identificação molecular e filogenética de Kombucha, além de utilizar diferentes matérias-primas para a elaboração das mesmas e avaliar a influência na composição microbiana. Os resultados obtidos nas pesquisas demonstraram a importância da padronização do crescimento do scoby, pois as mudanças que ocorrem durante o processo de fermentação podem ser úteis para a garantia da segurança de alimentos.

Palavras-chave: Kombucha, Microbiologia, Scoby, Fermentação.

■ INTRODUÇÃO

O aumento na procura por um estilo de vida mais saudável vem mostrando que os atuais consumidores estão cada vez mais em busca de alimentos que apresentem benefícios e funcionalidades que possam acrescentar à sua dieta. Com isto, é possível destacar o mercado de alimentos funcionais, que têm como diferencial trazer benefícios à saúde física e mental do consumidor (SANTOS *et al.*, 2018).

A Kombucha é obtida por fermentação de chá preto ou chá verde (ambos processados com plantas da espécie *Camellia sinensis*) ao qual é adicionado açúcar como substrato para a fermentação. É uma bebida refrescante, ligeiramente doce, ácida e carbonatada, conhecida por suas propriedades funcionais, composta por alguns probióticos, como bactérias acéticas, por polifenóis presentes no chá, açúcares, ácidos orgânicos, etanol, vitaminas hidrossolúveis e uma variedade de micronutrientes produzidos durante a fermentação (CHEN; LIU, 2000; MALBAŠA *et al.*, 2008; MUKADAM *et al.*, 2016; YILDIZ; GULDAS, GURBUZ, 2021; TORAN-PEREG *et al.*, 2021).

A fermentação da kombucha se dá a partir de uma associação simbiótica de várias leveduras (gêneros *Schizosaccharomyces*, *Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Candida*, *Pichia*, *Kloeckera*, *Brettanomyces* e *Torulopsis*) e bactérias acéticas (*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).

Durante a fermentação de alimentos por Micro-organismos mistos, o fermento produz álcool e as bactérias produzem ácidos láctico e orgânico, mudando o ambiente de aeróbio para anaeróbico; portanto, eles se complementam e evitam o crescimento de micro-organismos indesejáveis. Portanto, os compostos inibitórios, condições anaeróbicas e baixo pH causado por culturas mistas dificultam a produção de fungos e bactérias indesejáveis (LEE *et al.*, 2021). O processo de fermentação começa com a adição de uma parte de algum chá fermentado anteriormente e a inoculação de um *starter* na forma de película celulósica conhecida Scoby (do inglês: *Symbiotic Colony of Bacteria and Yeast*) (TORAN-PEREG *et al.*, 2021). Assim, objetivou-se descrever as bactérias e as leveduras que formam a película celulósica Scoby para a produção de Kombucha, por meio de uma revisão de literatura.

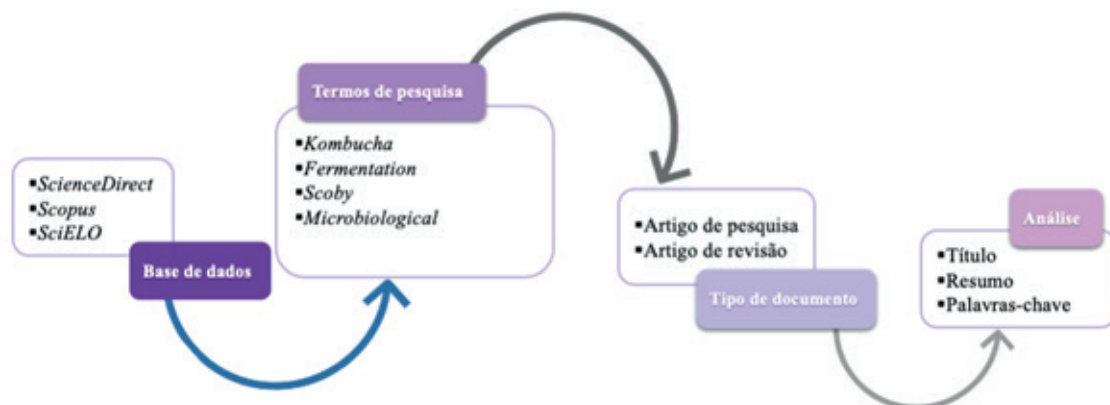
■ DESENVOLVIMENTO

METODOLOGIA

Identificação dos artigos

Para identificar os estudos que abordavam o tema e realizados em diferentes países, foram realizadas buscas sistematizadas na base de dados *ScienceDirect* (<https://www.sciencedirect.com>), *Scopus* (<https://www.scopus.com>) e *SciELO* (<https://www.scielo.br>). Os termos de busca utilizados nas bases foram: *Kombucha*, *Fermentation*, *Scoby* e *Microbiological*. As buscas foram limitadas por tipo de artigo. A última busca foi realizada em 22 de setembro de 2021. Para a seleção dos estudos, utilizou-se como critério de inclusão de estudos de diferentes países, completos, que abordassem o tema “caracterização microbológica de Kombucha” e/ou “identificação molecular e filogenética de Kombucha”, no idioma inglês e entre os anos 2016 e 2022, conforme a Figura 1 abaixo. Foram excluídas as revisões de literatura e as revisões sistemáticas.

Figura 1. Exemplificação do método utilizado para a seleção dos artigos de pesquisa.



Fonte: elaborada pelos autores (2021).

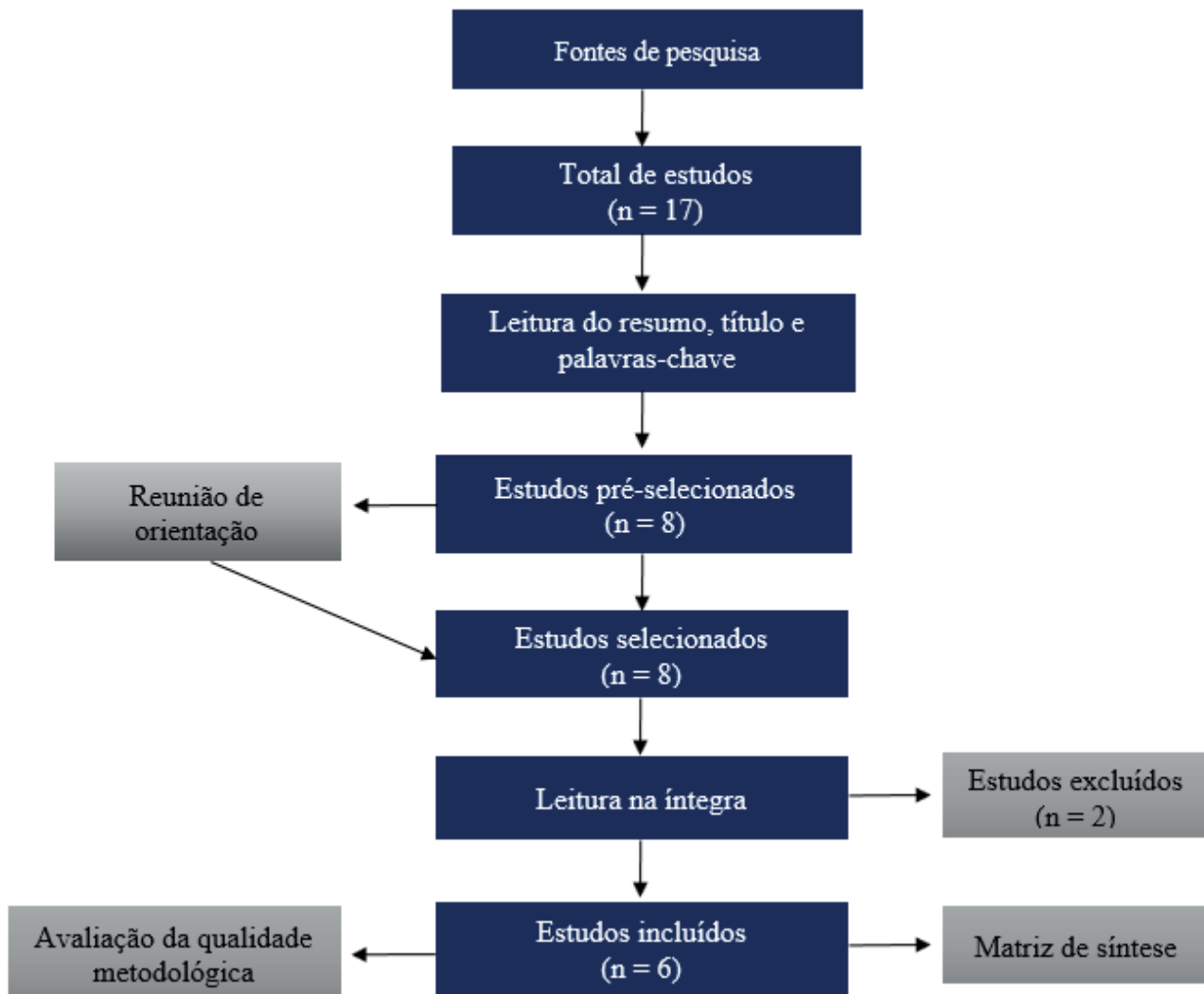
Pré-seleção

Para chegar a pré-seleção, buscou-se os títulos e/ou palavras chaves que poderiam ter relação com a temática da revisão deste trabalho. Foram usadas as seguintes palavras para localizar os títulos dos artigos: *Kombucha*, *Microbiological*, *Scoby*, *Microbial Composition* e *Identification of Microorganisms*, as palavras foram buscadas em inglês, idioma de origem dos artigos. Em seguida, foi realizada uma leitura para melhor entendimento do conteúdo dos mesmos.

Na pré-seleção, foram descartados artigos que não tinham qualquer relação direta com o assunto. Com isso, foram descartados 11 artigos. Depois de uma reunião com os

pesquisadores deste trabalho para discutir as abordagens dos artigos, foram selecionados 6 artigos (Figura 2).

Figura 2. Fluxograma da revisão integrativa do trabalho.



Fonte: elaborada pelos autores (2021).

Análise dos artigos pré-selecionados

A avaliação para a seleção dos artigos foi realizada pelos autores deste trabalho e, em seguida, apresentada a todos os pesquisadores para verificar se havia divergência de opiniões, e estas foram sanadas por meio de um consenso. A seleção inicialmente foi realizada através de títulos, seguida por resumos, e quando selecionados, por leitura completa dos artigos.

■ RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os 6 artigos selecionados foram todos aprovados para a revisão integrativa. Os artigos foram lidos na íntegra e analisados suas principais informações, conforme o Quadro 1.

Na abordagem proposta, a busca eletrônica retornou 6 artigos a partir das palavras-chave referenciadas. Após seleção manual, por meio de leitura dos títulos, foram descartados aqueles que não contemplavam os critérios de inclusão (Figura 2 acima). O resultado foi um total de 6 artigos incluídos, com diferentes abordagens. Os resultados das pesquisas selecionadas para esta revisão integrativa estão descritos nas seções abaixo.

Quadro 1. Títulos das pesquisas, base de dados e referências selecionados para a revisão integrativa.

| Título das pesquisas | Base de dados | Referência |
|--|---------------|-------------------------------|
| <i>Microbiological and sensory characterization of kombucha SCOBY for culinary applications</i> | Scopus | Torán-Pereg et al. (2021) |
| <i>Isolation, molecular and phylogenetic identification of microorganisms from Kombucha solution and evaluation of their viability using flow cytometry</i> | SciELO | Jafari et al. (2020) |
| <i>Kombucha fermentation using commercial kombucha pellicle and culture broth as starter</i> | SciELO | Lee et al. (2021) |
| <i>Effect of freeze-dried kombucha culture on microbial composition and assessment of metabolic dynamics during fermentation</i> | ScienceDirect | Fabricio et al. (2022) |
| <i>Kombuchas from green and black teas have different phenolic profile, which impacts their antioxidant capacities, antibacterial and antiproliferative activities</i> | ScienceDirect | Cardoso et al. (2020) |
| <i>Metabolome-microbiome signatures in the fermented beverage, Kombucha</i> | ScienceDirect | Villarreal-Soto et al. (2020) |

Fonte: elaborada pelos autores (2021).

No estudo de Torán-Pereg *et al.* (2021), três filos bacterianos foram identificados na amostra inicial de kombucha, incluindo Proteobacteria, Actinobacteria e Firmicutes. Como esperado, as bactérias do filo Proteobacteria foram as mais abundantes, associadas com o Scoby e com o chá, responsáveis por mais de 95% da população total, de acordo com a análise de Eletroforese em Gel de Gradiente Desnaturante (do inglês: *Denaturing Gradient Gel Electrophoresis* - DGGE). Dentro desse filo, os micro-organismos identificados pertenciam à família Acetobacteraceae que incluem gêneros como *Acetobacter* e *Komagataeibacter*. Além disso, um isolado foi identificado como uma cepa do gênero *Komagataeibacter*. Os resultados obtidos estão em concordância com a bibliografia, onde foi relatado que *Komagataeibacter xylinus* (anteriormente denominada *Gluconacetobacter xylinus*) era a espécie dominante na comunidade bacteriana e o principal contribuinte de celulose bacteriana na kombucha. Além disso, várias outras espécies de *Komagataeibacter* e *Gluconacetobacter* foram isoladas de diferentes amostras de kombucha (MARSH *et al.*, 2014).

As outras duas cepas de bactérias isoladas foram identificadas como *Bacillus licheniformis* e *Microbacterium* sp., pertencentes aos filos Firmicutes e Actinobacteria, respectivamente. Essas são bactérias atípicas, mas têm sido descritas anteriormente no consórcio

microbiano kombucha (CHAKRAVORTY *et al.*, 2016). Por outro lado, o isolamento da levedura realizado, deu origem a identificação de micro-organismos do gênero *Brettanomyces*. Esse gênero é comumente encontrado em kombucha e produz ácido acético e ésteres de ácido acético sob condições anaeróbicas (MAYSER *et al.*, 1995). Dois isolados diferentes de *Zygosaccharomyces* spp. foram encontrados e a *Rhodotorula mucilaginosa*. No Quadro 2 abaixo estão apresentados os micro-organismos encontrados nos trabalhos selecionados para este capítulo.

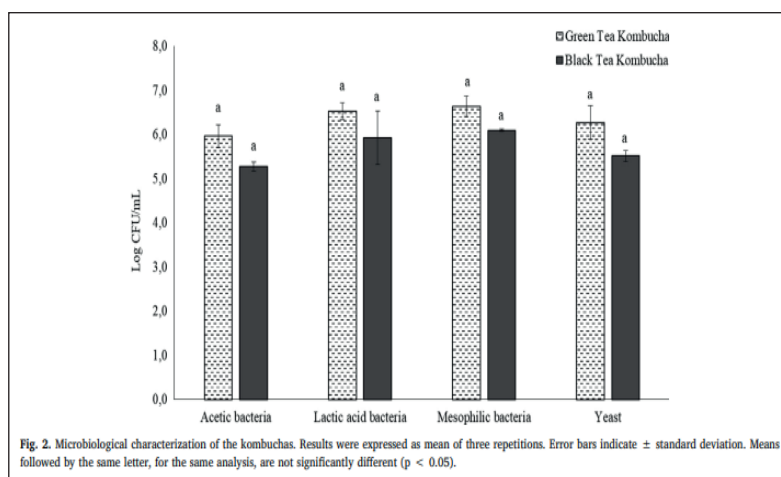
Quadro 2. Micro-organismos isolados de scoby e/ou kombucha e suas respectivas referências.

| Micro-organismo (Grupo, gênero ou espécie) | Tipo | Referência |
|--|----------|---|
| <i>Acetobacter malorum</i> | Bactéria | Villarreal-Soto et al. (2020) |
| <i>Acetobacter pasteurianus</i> | Bactéria | Villarreal-Soto et al. (2020) |
| <i>Acetobacter pomorum</i> | Bactéria | Villarreal-Soto et al. (2020) |
| <i>Acetobacter</i> spp. | Bactéria | Fabricio et al. (2022) |
| Bactérias acéticas | - | Cardoso et al. (2021) |
| Bactérias ácido-láctico | - | Cardoso et al. (2021) |
| Bactérias mesofílicas | - | Cardoso et al. (2021) |
| <i>Bifidobacterium bifidum</i> | Bactéria | Lee et al. (2021) |
| <i>Bifidobacterium longum</i> | Bactéria | Lee et al. (2021) |
| <i>Brettanomyces bruxellensis</i> | Levedura | Villarreal-Soto et al. (2020) |
| <i>Brettanomyces</i> spp. | Levedura | Fabricio et al. (2022) |
| <i>Candida arabinofementans</i> | Levedura | Villarreal-Soto et al. (2020) |
| <i>Gluconacetobacter oxydans</i> | Bactéria | Lee et al. (2021) |
| <i>Gluconacetobacter</i> spp. | Bactéria | Fabricio et al. (2022); Villarreal-Soto et al. (2020) |
| <i>Gluconobacter</i> spp. | Bactéria | Fabricio et al. (2022); Villarreal-Soto et al. (2020) |
| <i>Hanseniaspora</i> spp. | Levedura | Fabricio et al. (2022) |
| <i>Hanseniaspora uvarum</i> | Levedura | Jafari et al. (2021) |
| <i>Komagataeibacter hansenii</i> | Bactéria | Lee et al. (2021) |
| <i>Komagataeibacter rhaeticus</i> | Bactéria | Villarreal-Soto et al. (2020) |
| <i>Komagataeibacter</i> spp. | Bactéria | Fabricio et al. (2022); Jafari et al. (2021) |
| <i>Komagataeibacter xylinus</i> | Bactéria | Villarreal-Soto et al. (2020) |
| <i>Lactobacillus casei</i> | Bactéria | Lee et al. (2021) |
| <i>Lactobacillus delbrueckii</i> | Bactéria | Lee et al. (2021) |
| <i>Lactobacillus</i> spp. | Bactéria | Lee et al. (2021); Jafari et al. (2021) |
| Leveduras | - | Cardoso et al. (2021) |
| <i>Ligilactobacillus</i> spp. | Bactéria | Fabricio et al. (2022) |
| <i>Liquorilactobacillus</i> spp. | Bactéria | Fabricio et al. (2022) |
| <i>Oenococcus oeni</i> | Bactéria | Lee et al. (2021) |
| <i>Ralstonia pickettii</i> | Bactéria | Lee et al. (2021) |
| <i>Saccharomyces</i> spp. | Levedura | Fabricio et al. (2022) |
| <i>Schizosaccharomyces pombe</i> | Levedura | Villarreal-Soto et al. (2020) |
| <i>Sporolactobacillus breve</i> | Bactéria | Lee et al. (2021) |
| <i>Sporolactobacillus shorea</i> | Bactéria | Lee et al. (2021) |
| <i>Starmella bacillaris</i> | Levedura | Jafari et al. (2021) |
| <i>Weissella</i> spp. | Bactéria | Jafari et al. (2021) |
| <i>Zygosaccharomyces bailii</i> | Levedura | Villarreal-Soto et al. (2020) |
| <i>Zymomonas</i> spp. | Bactéria | Fabricio et al. (2022) |

Fonte: elaborada pelos autores (2021).

Cardoso *et al.* (2021) realizaram a caracterização microbiológica de kombuchas produzidas a partir da fermentação de chá verde ou chá preto a 25 °C por 10 dias. As contagens de bactérias acéticas, lácticas e mesofílicas variaram de, aproximadamente, 10⁵ a 10⁶ UFC/mL, com a mesma variação ocorrendo para contagens de leveduras. Não houve diferença ($p < 0,05$) entre as contagens microbianas do kombucha de chá verde e preto (Figura 3). Uma contagem mais alta de bactérias acéticas e leveduras na kombucha, ambas na faixa de 10⁷ UFC/mL, foi obtido por Neffe-Skocinska *et al.* (2017) sob a mesma temperatura e tempo de fermentação do estudo de Cardoso *et al.* (2021) (25 °C/10 dias). Provavelmente, quanto maior a quantidade de açúcar (100 g/L), tipo de chá e quantidade de Scoby (50 g/L) utilizados, mais altas as contagens microbianas obtidas após a fermentação do kombucha. No entanto, Zhao *et al.* (2018) relataram contagens de bactérias mesófilas (6,93 × 10⁶ UFC/mL) e leveduras (7,52 × 10⁵ UFC/mL) semelhantes às obtidas no estudo de Cardoso *et al.* (2021), após fermentação a 28 °C/10 dias.

Figura 3. Caracterização microbiológica de kombuchas. Resultados expressos como médias de três repetições. Barras de erros indicam ± desvio-padrão. Médias seguidas da mesma letra, para a mesma análise, não são estatisticamente diferentes ($p < 0,05$).



Fonte: Cardoso *et al.* (2021).

Villarreal-Soto *et al.* (2020) investigaram a cinética de fermentação, produção de metabólitos, microbiota e propriedades potenciais de promoção da saúde de três tipos de kombucha diferentes ((F) - obtido da população local de Toulouse, França; (G) - obtido a partir de kombucha comercial e o terceiro (H) obtido no site www.jemangevivant.com). O sequenciamento metagenômico de espingarda revelou vários gêneros bacterianos dominantes, como *Komagataeibacter*, *Gluconacetobacter* e *Gluconobacter*. *Brettanomyces* e *Schizosaccharomyces* foram as leveduras mais dominantes identificadas. A distribuição de espécies refletiu diferentes padrões de consumo de açúcar, com *S. pombe* estando presente em amostras com a maior conversão de açúcar. A análise metabólica exibiu uma ligação entre a microbiota e a produção de compostos bioativos na fermentação da kombucha.

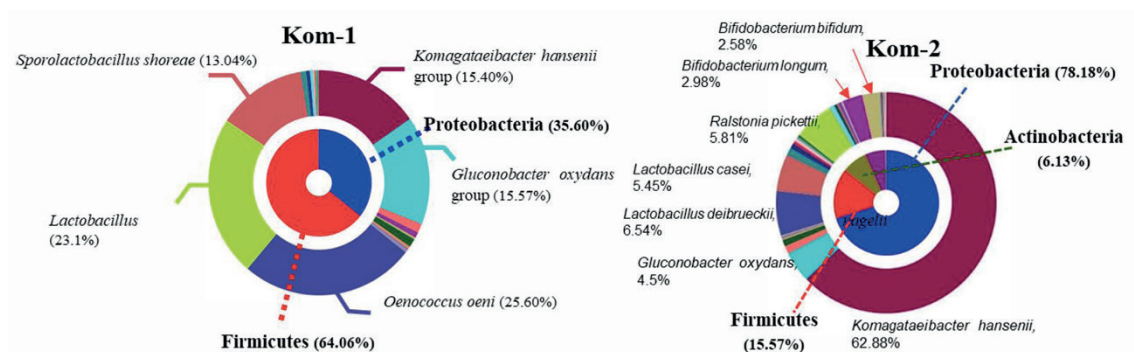
Jafari *et al.* (2021) isolaram e identificaram os micro-organismos de kombucha e usando métodos de cultivo e métodos moleculares secos a vácuo, oito espécies isoladas foram registradas: *Lactobacillus* e *Komagataeibacter* e *Weissella* spp. foram os gêneros bacterianos, enquanto *Starmella bacillaris* e *Hanseniaspora uvarum* foram as duas espécies de leveduras identificadas na bebida.

Fabricio *et al.* (2022) exploraram em seu estudo a correlação existente em um kombucha tradicionalmente produzida, avaliando sua comunidade microbiana e os principais metabólitos produzidos. Também investigaram os efeitos das culturas iniciais processadas de três maneiras diferentes (controle, cultura inicial sem suspensão líquida (CSC) e uma cultura inicial liofilizada (FDSC)). Identificaram sete gêneros de bactérias,

incluindo *Komagataeibacter*, *Gluconacetobacter*, *Gluconobacter*, *Acetobacter*, *Liquorilactobacillus*, *Ligilactobacillus*, e *Zymomonas*, e três gêneros de leveduras, *Dekkera*, *Brettanomyces*, *Hanseniaspora* e *Saccharomyces*. FDSC diminuiu as populações de *Zymomonas* e *Acetobacter*, permitindo a predominância de *Gluconobacter*, enquanto nas kombuchas controle e CSC os dois primeiros foram os gêneros predominantes. Além disso, o processo de fermentação foi capaz de eliminar Enterobacteriaceae, demonstrando a grande importância desse processo milenar na segurança de alimentos.

Lee *et al.* (2021) realizaram a análise da comunidade microbiana, usando o Scoby comercial de kombucha e caldo de cultura como iniciador. As comunidades microbianas foram comparadas usando dois tipos de kombucha comercial (Kom-1 e Kom-2). Os principais filos encontrados foram Proteobacteria (35,60% ou 78,1%) e Firmicutes (64,06% ou 15,57%). Entre os micro-organismos pertencente ao filo Proteobacteria, *Komagataeibacter hansenii* e *Gluconobacter oxydans* foram as principais espécies (Figura 1). As principais espécies encontradas na kombucha Kom-1 foram: *Oenococcus oeni* (25,60%), *Lactobacillus* (23,1%) e *Sporolactobacillus breve* (13,04%). Na kombucha Kom-2, as principais espécies encontradas foram: *Lactobacillus delbrueckii* (6,54%), *Lactobacillus casei* (5,45%) e *Ralstonia pickettii* (5,81%) (Figura 4).

Figura 4. Comunidade microbiana em kombucha comercial, Kom-1 e Kom-2. Kom-1: amostra de kombucha comercial -1; Kom2: amostra de kombucha comercial – 2.



Fonte: Lee et al. (2021).

Como observado no estudo de Villarreal-Soto *et al.* (2020), embora *Gluconacetobacter* e *Brettanomyces* normalmente dominem a microbiota da kombucha, vários estudos destacaram a variabilidade (TEOH; HEARD; COX, 2004; MARSH *et al.*, 2014; REVA *et al.*, 2015; COTON *et al.*, 2017) dessa bebida.

■ CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se, com esta revisão integrativa, que os resultados obtidos nas pesquisas são de extrema importância para garantir a confiabilidade da fermentação da kombucha que é produzida, atualmente, em pequena escala por meio de fermentação descontrolada, tornando-se relevante investigar a sua microbiota.

Em todos os trabalhos selecionados, foram identificados diferentes gêneros e espécies de micro-organismos na composição das kombuchas, destacando as diferentes percepções no que diz respeito à otimização da microbiota, à produção industrial e aos atributos promotores da saúde. Por fim, todos os estudos demonstraram a importância da padronização do crescimento do scoby, pois as mudanças que ocorrem durante o processo de fermentação podem ser úteis para a garantia da segurança de alimentos.

■ REFERÊNCIAS

1. CARDOSO, R. R.; OLIVEIRA NETO, R. O.; D'ALMEIDA, C. T. S.; NASCIMENTO, T. P.; PRESSETE, C. G.; AZEVEDO, L.; MARTINO, H. S. D.; CAMERON, L. C.; FERREIRA, M. S. L.; 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, n. 108782, 2020.
2. CHAKRAVORTY, S.; BHATTACHARYA, S.; CHATZINOTAS, A.; CHAKRABORTY, W.; BHATTACHARYA, D.; GACHHUI, R. 2016. Kombucha tea fermentation: microbial and biochemical dynamics. **International Journal of Food Microbiology**, v. 220, p. 63–72, 2016.
3. 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.
4. COTON, M.; PAWTOWSKI, A.; TAMINIAU, B.; BURGAUD, G.; DENIEL, F.; COULLOUMME-LABARTHE, L.; COTON, E. Unraveling microbial ecology of industrial-scale kombucha fermentations by metabarcoding and culture-based methods. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 93, n. 5, p. 1–16, 2017.
5. FABRICIO, M. F.; MANN, M. B.; KOTHE, C. I.; FRAZZON J.; TISCHER, B.; FLORES, S. H.; AYUB, M. A. Z. Effect of freeze-dried kombucha culture on microbial composition and assessment of metabolic dynamics during fermentation. **Food Microbiology**, v. 101, n. 103889, 2022.

6. JAFARI, R.; NAGHAVI, N. S.; KHOSRAVI-DARANI, K.; DOUDI, M.; SHAHANIPOUR, K. Kombucha microbial starter with enhanced production of antioxidant compounds and invertase. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 29, n. 101789, 2020.
7. KRUK, M.; TRZASKOWSKA, M.; SCIBISZ, I.; POKORSKI, P. Application of the “SCOBY” and kombucha tea for the production of fermented milk drinks. **Microorganisms**, v. 9, n. 123, 2021.
8. LEE, K. R.; JO, K.; RA, K. S.; SUHH, J.; HONG, K. B. Kombucha fermentation using commercial kombucha pellicle and culture broth as starter. **Food Science and Technology**, 2021.
9. MALBAŠA, R.; LONČAR, E.; DJURIĆ, M. Comparison of the products of Kombucha fermentation on sucrose and molasses. **Food Chemistry**, v. 106, p. 39–45, 2008.
10. MARSH, A. J.; O’SULLIVAN, O.; HILL, C.; ROSS, R. P.; COTTER, P. D. Sequence-based analysis of the bacterial and fungal compositions of multiple kombucha (tea fungus) samples. **Food Microbiology**, v. 38, p. 171–178, 2014.
11. MAYSER, P.; FROMME, S.; LEITZMANN, G.; GRÜNDER, K. The yeast spectrum of the ‘tea fungus Kombucha’: Das Hefespektrum des ‘Teepilzes Kombucha’. **Mycoses**, v. 38, n. 7, p. 289–295, 1995.
12. 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.
13. NEFFE-SKOCINSKA, K.; SIONEK, B.; SCIBISZ, I.; KOLOZYN-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, 2017.
14. REVA, O. N.; ZAETS, I. E.; OVCHARENKO, L. P.; KUKHARENKO, O. E.; SHPYLOVA, S. P.; PODOLICH, O. V.; KORYROVSKA, N. O. Metabarcoding of the kombucha microbial community grown in different microenvironments. **AMB Express**, v. 5, n. 1, p. 124, 2015.
15. SANTOS, Y. M. A. et al. Chemical characterization of kombucha based on hibiscus and black tea. **Revista brasileira de agrotecnologia**, v. 8, n. 3, p. 2317-3114, 2018.
16. TEOH, A. L.; HEARD, G.; COX, J. Yeast ecology of kombucha fermentation. **International Journal of Food Microbiology**, v. 95, n. 2, p. 119–126, 2004.
17. TORAN-PEREG, P.; NOVAL, B.; VALENZUELA, S.; MARTINEZ, J.; PRADO, D.; PERISÉ, R.; ARBOLEYA, J. C. Microbiological and sensory characterization of kombucha SCOBY for culinary applications. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 23, 2021.
18. VILLARREAL-SOTOA, K. S. A.; BOUAJILA, J.; PACEA, M.; LEE, J.; COTTER, P. D.; SOU-CHARD, J.; TAILLANDIERA, P.; BEAUFRTA, S. Metabolome-microbiome signatures in the fermented beverage, Kombucha. **International Journal of Food Microbiology**, v. 333, n. 108778, 2020.
19. YILDIZ, E.; GULDAS, M.; GURBUZ, O. Determination of in-vitro phenolics, antioxidant capacity and bio-accessibility of Kombucha tea produced from black carrot varieties grown in Turkey. **Food Science and Technology**, v. 41, n. 1, p. 180-187, 2021.
20. ZHAO, Z. J.; SUI, Y. C.; WU, H. W.; ZHOU, C. B.; HU, X. C.; ZHANG, J. Flavour chemical dynamics during fermentation of kombucha tea. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 30, n. 9, p. 732–741, 2018.