

## KOMBUCHA: AVALIAÇÃO DOS BENEFÍCIOS, RISCOS E QUESTÕES REGULATÓRIAS

## KOMBUCHA: EVALUACIÓN DE BENEFICIOS, RIESGOS Y CUESTIONES REGULATORIAS

## KOMBUCHA: ASSESSMENT OF BENEFITS, RISKS AND REGULATORY ISSUES

Apresentação: Comunicação Oral

Patricia Viera de Oliveira <sup>1</sup>; Tarcisio Wolff Lea <sup>2</sup>; Júlia de Oliveira Martins Müller <sup>3</sup>; Carlos Rafael Silva de Oliveira <sup>4</sup>; Afonso Henrique da Silva Júnior <sup>5</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.VCOINTERPDVAgro.0012>

### RESUMO

A crescente demanda por bebidas funcionais e saudáveis vem atraindo a atenção do consumidor. Nesse cenário, a kombucha se destaca como um chá fermentado que oferece diversos benefícios à saúde devido às suas propriedades antioxidantes, anticancerígenas, anti-inflamatórias, antidiabéticas e antibacterianas. Essas propriedades estão associadas a efeitos positivos na redução do estresse oxidativo, na prevenção de certos tipos de câncer, na redução da inflamação, no controle dos níveis de açúcar no sangue e no combate a infecções bacterianas. Estudos *in vitro/in vivo* têm se concentrado na vasta gama de compostos bioativos presentes na kombucha. A diversidade de matérias-primas que podem ser fermentadas deve motivar novos estudos analisando as atividades biológicas de peptídeos, lipídios e metabólitos secundários liberados e produzidos. No entanto, poucos estudos destacaram os riscos potenciais associados ao consumo dessa bebida, tais como possível contaminação microbiana e efeitos secundários em certas populações, como mulheres grávidas e pessoas com sistema imunitário comprometido. Além disso, a necessidade de um quadro regulamentar global é uma barreira à produção e normalização de produtos. A falta de diretrizes claras pode levar a variações na qualidade e segurança da kombucha disponível no mercado, levando a benefícios inconsistentes à saúde promovidos pela bebida. Portanto, esta revisão aborda os benefícios, riscos e quadro regulamentar da kombucha, visando fornecer uma compreensão abrangente e crítica dos prós e contras dessa popular bebida fermentada. Ao examinar as evidências científicas disponíveis, destacamos a importância de uma regulamentação adequada para garantir a segurança do consumidor e a padronização dos processos de produção, promovendo assim a confiança e o consumo seguro de kombucha em escala global.

**Palavras-Chave:** bebida funcional, benefícios à saúde, riscos de consumo, regulamentação

### RESUMEN

La creciente demanda de bebidas funcionales y saludables ha ido atrayendo la atención de los consumidores. En este escenario, la kombucha se destaca como un té fermentado que ofrece diversos beneficios para la salud debido a sus propiedades antioxidantes, anticancerígenas, antiinflamatorias, antidiabéticas y antibacterianas. Estas propiedades se asocian con efectos positivos en la reducción del estrés oxidativo, la prevención de ciertos tipos de cáncer, la reducción de la inflamación, el control de los niveles de azúcar en sangre y la lucha contra las infecciones bacterianas. Los estudios *in vitro/in vivo* se han centrado en la amplia gama de compuestos bioactivos presentes en la kombucha. La diversidad de materias primas que pueden fermentarse debería

<sup>1</sup> Doutora em Engenharia Química (PósENQ), UFSC, p.v.oliveira@posgrad.ufsc.br

<sup>2</sup> Pós-graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA), UFPR, tarcisio.leal@ufpr.br

<sup>3</sup> Pós-graduação em Engenharia Química (PósENQ), UFSC, julia.omm@posgrad.ufsc.br

<sup>4</sup> Departamento de Engenharia Têxtil (DET - CTE), UFSC, carlos.oliveira@ufsc.br

<sup>5</sup> Pós-graduação em Engenharia Química (PósENQ), UFSC, afonso.silva@posgrad.ufsc.br

motivar nuevos estudios que analicen las actividades biológicas de los péptidos, lípidos y metabolitos secundarios liberados y producidos. Sin embargo, pocos estudios han destacado los riesgos potenciales asociados al consumo de esta bebida, como la posible contaminación microbiana y efectos secundarios en determinadas poblaciones, como mujeres embarazadas y personas con sistemas inmunológicos comprometidos. Además, la necesidad de un marco regulatorio global es una barrera para la producción y estandarización de productos. La falta de directrices claras puede provocar variaciones en la calidad y seguridad de la kombucha disponible comercialmente, lo que da lugar a beneficios para la salud inconsistentes que promueve la bebida. Por lo tanto, esta revisión se centra en los beneficios, riesgos y marco regulatorio de la kombucha, con el objetivo de brindar una comprensión integral y crítica de los pros y los contras de esta popular bebida fermentada. Al examinar la evidencia científica disponible, resaltamos la importancia de una regulación adecuada para garantizar la seguridad del consumidor y la estandarización de los procesos de producción, promoviendo así la confianza y el consumo seguro de kombucha a escala global.

**Palabras Clave:** bebida funcional, beneficios para la salud, riesgos de consumo, regulación

## ABSTRACT

The growing demand for functional and healthy drinks has been attracting consumer attention. In this scenario, kombucha is as a fermented tea offering several health benefits due to its antioxidant, anticancer, anti-inflammatory, antidiabetic, and antibacterial properties. These properties are associated with positive effects in reducing oxidative stress, preventing certain types of cancer, reducing inflammation, controlling blood sugar levels, and fighting bacterial infections. *In vitro/in vivo* studies have focused on the wide range of bioactive compounds present in kombucha. The diversity of raw materials that can be fermented should motivate new studies analyzing the biological activities of released and produced peptides, lipids, and secondary metabolites. However, few studies have highlighted the potential risks associated with drinking this drink, such as possible microbial contamination and side effects in certain populations, such as pregnant women and people with compromised immune systems. Furthermore, the need for a global regulatory framework is a barrier to product production and standardization. The lack of clear guidelines can lead to variations in the quality and safety of commercially available kombucha, leading to inconsistent health benefits promoted by the drink. Therefore, this review focuses on the benefits, risks, and regulatory framework of kombucha, with the aim of providing a comprehensive and critical understanding of the pros and cons of this popular fermented beverage. By examining the available scientific evidence, we highlight the importance of appropriate regulation to ensure consumer safety and the standardization of production processes, thus promoting trust and safe consumption of kombucha globally.

**Keywords:** functional drink, health benefits, risks of consumption, regulation.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, observou-se uma tendência global crescente em direção ao consumo de alimentos e bebidas mais saudáveis, impulsionado, por exemplo, o mercado global de kombucha. Este mercado foi avaliado em US\$ 1,9 bilhão em 2019 e espera-se que cresça a uma taxa composta anual (CAGR) de 16,8% de 2020 a 2025, podendo atingir entre 3,5 e 5 milhões de dólares até 2025 (INTELLIGENCE, 2020).

A kombucha é obtida pela fermentação de um chá adoçado, geralmente preparado com *Camellia sinensis*. chá verde, chá preto ou chá de oolong. A fermentação é realizada por uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras chamada SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*). A bebida resultante possui um ligeiramente ácido e naturalmente gaseificado (COELHO et al., 2020; MARTÍNEZ LEAL et al., 2018).

A origem do chá fermentado remonta a 220 a.C, sendo inicialmente utilizada no Leste

Asiático devido às suas propriedades terapêuticas (COELHO et al., 2020; KIM; ADHIKARI, 2020). Nos últimos, a kombucha tem ganhado popularidade devido aos potenciais benefícios à saúde, incluindo propriedades antimicrobianas, antioxidantes, anticarcinogênicas, anti-inflamatórias, antidiabéticas e anti-bacterianas (MORALES, 2020).

Os efeitos benéficos da Kombucha são atribuídos a compostos bioativos que atuam sinergicamente, além da presença de microrganismos probióticos, como bactérias do ácido acético e do ácido láctico, aminoácidos, polifenóis do chá, açúcares, ácidos orgânicos, etanol, vitaminas solúveis em água e vários micronutrientes resultantes da fermentação (COELHO et al., 2020; MARTÍNEZ LEAL et al., 2018).

No entanto, apesar dos seus benefícios, existem poucas investigações sobre os potenciais riscos e efeitos secundários associados ao consumo de kombucha (ALEJANDRA VILLARREAL-SOTO et al., 2018; BREWS INTERNATIONAL, 2020; MARTÍNEZ LEAL et al., 2018; VILLARREAL-SOTO et al., 2018). Além disso, a falta de um marco regulatório padronizado para a produção de kombucha levanta preocupações sobre a segurança do consumidor (BATISTA et al., 2022).

O objetivo desta revisão bibliográfica é destacar os potenciais benefícios e riscos/efeitos colaterais do consumo de kombucha, bem como discutir alguns marcos regulamentares que regem a produção e comercialização de kombucha.

## **BENEFÍCIOS**

A literatura já evidenciou os benefícios da kombucha para a saúde. Muitas pesquisas foram feitas em laboratório e também em animais como roedores, pequenos mamíferos e células do sangue humano (KIM; ADHIKARI, 2020). Atualmente, estão sendo realizados alguns estudos clínicos para entender de forma mais ampla os efeitos positivos da kombucha na saúde (NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH., 2024).

Uma grande variedade de compostos bioativos pode ser encontrada nas bebidas de kombucha, e a diversidade de matérias-primas que podem ser fermentadas deve motivar novos estudos analisando as atividades biológicas de peptídeos, lipídios e metabólitos secundários liberados e produzidos, entre outros (MORALES, 2020). Dessa forma, novas bebidas funcionais com elevados benefícios para a saúde são desenvolvidas utilizando novas fontes vegetais com valiosos compostos bioativos. Os estudos que avaliaram os benefícios da kombucha baseados em estudo *in vitro/in vivo*, podem ser observados na Tabela 1.

**Tabela 1.** - *In vivo/in vitro* estudos realizados com kombucha.

Tipo de kombucha	Propriedades avaliadas	Modelo: <i>In vivo</i> / <i>in vitro</i>	Referência
Kombucha de Mirtilo fermentado e não fermentado	Efeito da kombucha após a indução de úlceras gástricas	Camundongos	(BARBOSA <i>et al.</i> , 2022)
Kombucha de cúrcuma e chá preto	Efeitos imunomoduladores	Camundongos	(ZUBAIDAH <i>et al.</i> , 2021)
Kombucha de uva do mar	Efeitos nos níveis de glicose, colesterol e PGC-1 $\alpha$	Camundongos	(PERMATASARI <i>et al.</i> , 2021)
Fermentação de pólen juntamente kombucha/SCOBY	Biodisponibilidade dos constituintes e impacto antitumoral	Célula Caco-2	(UŦOIU <i>et al.</i> , 2018)
Kombucha de <i>C. sinensis</i> com 1% chá verde, chá oolong e chá preto	Propriedades antioxidantes antibacterianas e toxicidade contra células de câncer colorretal	<i>Escherichia coli</i> . O157:H7. <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Vibrio cholera</i> e células Caco-2	(KAEWKOD; BOVONSOMBUT; TRAGOOLPUA, 2019)
Kombucha de chá preto ou verde	Capacidade antioxidante, antibacterianas e anti proliferativas de kombucha fermentadas por 10 dias, 25°C	<i>Salmonella sp.</i> (ATCC 14028), <i>Escherichia coli</i> (ATCC 11219), <i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 6538) e <i>Listeria monocytogenes</i> (ATCC 15313)	(CARDOSO <i>et al.</i> , 2020)
Kombucha de chá preto e verde	Efeitos do consumo de kombucha na adiposidade, metabolismo, lipídios, glicose, esteatose hepática, estresse oxidativo em inflamação	Ratos	(CARDOSO <i>et al.</i> , 2021)
kombucha e farinha de banana verde	Efeitos da suplementação com kombucha em ratos alimentados com dieta de cafeteria	Ratos	(URRUTIA <i>et al.</i> , 2021)
Kombucha de erva-mate	Capacidade de inibir o estresse oxidativo usando levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> como	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Escherichia coli</i> .	(LOPES; SANTOS;

	modelo e determinar a atividade antibacteriana contra <i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Escherichia coli</i> .		PRENTICE-HERNÁNDEZ, 2021).
Kombucha de chá preto e fruta da cobra	Alterações químicas durante a fermentação da kombucha e sua ação imunomoduladora em camundongos expostos a <i>Salmonella Typhi</i> .	<i>Salmonella Typhi</i> e camundongos	(ZUBAIDAH <i>et al.</i> , 2020)
Kombucha de frutas (amora, framboesa, e goji berry vermelha).	Propriedades físico-químicas, microbiológicas, sensoriais e efeitos antibacterianos e antifúngicos	<i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Rhizopus nigricans</i>	(AKARCA; BUDEL, 2022)
Kombucha com <i>Malvaviscus arboreus</i> e <i>Camellia sinensis</i>	Características físico-químicas, toxicidade <i>in vivo</i> e potencial antioxidante e antimicrobianos	Larvas de <i>Galleria mellonella</i> e fungos ( <i>Paracoccidioides brasiliensis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Listeria monocytogenes</i> ).	(SILVA <i>et al.</i> , 2021)
Kombucha de chá preto	Atividade antimicrobiana	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC6538 e <i>Escherichia coli</i> ATCC11229	(AL-MOHAMMADI <i>et al.</i> , 2021)

Fonte: Própria (2024)

Os efeitos das bebidas fermentadas e não fermentadas de kombucha de mirtilo foram investigados após a indução de úlceras gástricas em camundongos. A utilização de mirtilos como substrato alternativo para a fermentação de bebidas de kombucha mostrou-se benéfica devido ao aumento do teor de compostos fenólicos, taninos e antocianinas presentes na bebida fermentada. Contudo, a fermentação resultou em menor atividade antioxidante em relação às bebidas não fermentadas. Em relação ao efeito gastroprotetor da bebida fermentada de kombucha, os parâmetros bioquímicos permaneceram normais, mas alguns animais apresentaram lesões gástricas significativas.

Os autores sugerem a avaliação de uma redução no tempo de fermentação da bebida, o que poderia favorecer a atividade antioxidante devido a um meio menos ácido e, conseqüentemente, melhorar o efeito antioxidante da bebida (BARBOSA et al., 2022).

Zubaidah et al. (2021) investigaram os efeitos imunomoduladores da cúrcuma e do chá preto de Kombucha em camundongos Balb-C. Os ratos foram infectados com *Salmonella* e receberam kombucha por via oral no estudo. Tanto a kombucha de cúrcuma quanto a kombucha de chá preto melhoraram a resposta imune adaptativa (indicada pelo aumento de CD4+, TNF $\alpha$  e IFN- $\gamma$ ) e a resposta imune inata (indicada pelo aumento de CD68 IL -6). A kombucha de cúrcuma apresentou uma atividade imunomoduladora mais intensa do que a kombucha de chá preto (ZUBAIDAH et al., 2021).

A kombucha uva do mar tem um bom potencial e atua como alimento funcional anti-envelhecimento. Permatasari et al. (2021) investigaram os efeitos do chá de kombucha à base de uva do mar nos níveis de glicose sanguínea, colesterol e PGC-1 $\alpha$  em camundongos albinos suíços. Os animais foram alimentados com uma dieta rica em colesterol e gordura (CFED) e as atividades antiglicação, anti-glicinase e anti-glicosidase também foram avaliadas. Estudos *in vitro* revelaram que as atividades inibidoras de antiglicação ( $62,79 \pm 0,78$ ), L-tirosina ( $9,05 \pm 0,16$ ), L-dopa ( $27,14 \pm 1,62$ ),  $\alpha$ -glicosidase ( $90,42 \pm 0,77$ ) e  $\alpha$ -amilase ( $80,44 \pm 1,00$ ). As descobertas indicam que o chá de kombucha, derivado da uva do mar, tem um bom potencial de atividade como uma dieta anti-envelhecimento (PERMATASARI et al., 2021).

Alguns trabalhos relataram um efeito anticancerígeno (CARDOSO et al., 2020; KAEWKOD; BOVONSOMBUT; TRAGOOLPUA, 2019; UTOIU et al., 2018). Utoi et al. (2018) avaliaram a fermentação do pólen utilizando um consórcio kombucha/SCOBY com o objetivo de aumentar a biodisponibilidade dos constituintes bioativos do pólen. A atividade antitumoral foi realizada em uma linhagem celular humana, incluindo células de carcinoma epidermóide de laringe (Hep-2) e células de adenocarcinoma de cólon humano (Caco-2), utilizando MTT (3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2-brometo de 5-difeniltetrazólio) e análise da morfologia celular incubada na presença de pólen. Os pesquisadores fermentaram o pólen suspenso com SCOBY em chá verde adoçado para vinagre de kombucha desde o início e acrescentaram o pólen à fermentação da kombucha depois de 20 dias. A adição de pólen aumenta a porcentagem de bactérias lácticas (BAL) no total de cepas microbianas de SCOBY. O pólen fermentado é mais rico em compostos bioativos, como polifenóis, espécies de silício solúvel e SCFAs (ácidos graxos de cadeia curta), tendo um efeito antitumoral moderado nas células Caco-2 (UTOIU et al., 2018).

Kaewkod et al (2019) elaboraram um kombucha composto por 1% de chá verde, oolong, chá preto e 10% de sacarose, contendo bactérias de ácido acético e leveduras. Após 15 dias de

fermentação, os valores de pH do chá de kombucha variaram de 2,70 a 2,94, sendo o mais baixo o pH obtido para o chá de kombucha feito com chá preto. A acidez total da kombucha do chá preto atingiu 16,75 g/L e foi retida após tratamento térmico por fervura e autoclavagem. Seis ácidos orgânicos: ácido glucurônico, ácido glucônico, ácido D-sacárico-1,4-lactona, ácido ascórbico, ácido acético e ácido succínico foram detectados no chá de kombucha pelo método de HPLC (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência). O ácido glucônico apresentou o maior teor de ácido orgânico. A kombucha, preparado a partir de chá verde, apresentou o maior conteúdo fenólico e atividade antioxidante contra os radicais DPPH, com 1.248 e 2.642 mg de ácido gálico/ml de kombucha. Além disso, existem bactérias entéricas patogênicas: a *Escherichia coli* O157:H7, *Shigella dysenteriae*, *Salmonella Typhi* e *Vibrio cholera* inibiram a kombucha e a kombucha desnaturada pelo calor, com diâmetros de zona de inibição variando entre  $15,0 \pm 0,0$  e  $25,0 \pm 0,0$  mm. Acrescenta-se que a kombucha que foi preparado com chá verde e preto apresentou toxicidade nas células cancerígenas colorretais Caco-2 (KAEWKOD; BOVONSOMBUT; TRAGOOLPUA, 2019).

Cardoso et al. (2020) analisaram kombucha preparadas a partir da fermentação de chá verde ou preto a 25 °C por 10 dias, a fim de determinar suas capacidades antioxidantes, antibacterianas e anti proliferativas. Foram identificados 127 compostos fenólicos (70,2% de flavonóides, 18,3% de ácidos fenólicos, 8,4% de outros polifenóis, 2,3% de lignanas e 0,8% de estilbenos), sendo 103 deles identificados pela primeira vez em kombucha. O chá preto de kombucha apresentou uma maior variedade e abundância de compostos fenólicos, o que resultou em uma maior capacidade antioxidante. No entanto, o chá verde de kombucha foi o único a ter atividade antibacteriana contra todas as bactérias (*Salmonella sp.* (ATCC 14028), *Escherichia coli* (ATCC 11219), *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) e *Listeria monocytogenes* (ATCC 15313), tendo maior atividade antiproliferativa. A atividade antiproliferativa atua contra linhagens celulares de câncer (adenocarcinoma colorretal epitelial, Caco-2). Essas características são atribuídas à presença de catequinas entre os compostos fenólicos mais abundantes e verbascosídeo como único composto (CARDOSO et al., 2020).

Cardoso et al. (2021) analisaram os efeitos do consumo de kombucha de chá verde e preto na adiposidade, metabolismo, lipídios e glicose, esteatose hepática, estresse oxidativo e inflamação em ratos Wistar ao longo de 10 semanas. Foi observado um aumento significativo no metabolismo da glicose, na capacidade antioxidante plasmática total, na atividade da superóxido dismutase e na concentração de óxido nítrico. Além disso, houve redução da inflamação sistêmica e redução de neutrófilos/linfócitos, redução do tecido adiposo e triglicerídeos no sangue, redução da esteatose hepática (de 2 para 1), bem como a modulação de genes que estão relacionados à adipogênese e à  $\beta$ -oxidação (CARDOSO et al., 2021).

Urrutia et al. (2021) analisaram os efeitos da suplementação com kombucha de farinha de banana verde em ratos Wistar alimentados com dieta de cafeteria (como leite condensado, batata frita, bacon, biscoito recheado, chocolate ao leite e ração comercial). A dieta de cafeteria causou alterações nos perfis lipídico e hepático dos animais, e o consumo de kombucha de farinha de banana verde não previne essas alterações. O elevado teor de polifenóis na kombucha não teve efeito hepatoprotetor ou antioxidante. No entanto, essa suplementação proporcionou uma sensação de maior saciedade nos animais, o que resultou em um decréscimo no ganho de peso ao final do experimento (URRUTIA et al., 2021).

Lopes, Santos e Prentice-Hernández (2021) demonstraram que a kombucha de erva-mate apresentou atividade antibacteriana significativa capaz de prevenir o estresse oxidativo em *S. cerevisiae*. A caracterização da erva-mate kombucha e demonstraram sua capacidade de inibição do estresse oxidativo, utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae* como modelo para determinar sua atividade antibacteriana contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. A bebida de erva-mate fermentada por 12 dias apresentou pH entre 1,8 e 2,3, acidez variando de 4,8% a 6,0% de ácido acético, açúcares redutores totais entre 15,9 e 23,1 g/L e um teor de compostos fenólicos total entre 444,2 e 844,8. 100 mg/L de ácido gálico equivalente. A atividade antioxidante medida pelo método ABTS+ foi 16,1% a 31,3% maior do que a dos extratos não fermentados. Além disso, a kombucha de erva-mate inibiu o crescimento de *S. aureus* e *E. coli*, causando estresse oxidativo *in vivo* em *S. cerevisiae*, aumentando a taxa de sobrevivência de leveduras frente ao H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> como um agente de estresse (LOPES; SANTOS; PRENTICE-HERNÁNDEZ, 2021).

Zubaidah et al. (2020) fermentaram, sob temperatura ambiente, por 14 dias, suco de cobra e extrato de chá preto em kombucha, na cultura SCOBY. Após, analisaram as alterações químicas que ocorreram durante a fermentação da kombucha e constataram uma ação imunomoduladora em camundongos expostos à *Salmonella Typhi*. A fermentação (acidez total, pH e açúcares totais), os componentes bioativos e a atividade antioxidante da kombucha feito com fruta de cobra sofreram alterações significativas. Animais experimentais infectados apresentaram um declínio nas populações de CD8+TNF+ e CD4+IFN+ devido à *Salmonella Typhi*. O chá preto e a kombucha de cobra podem ser utilizados como imunomoduladores para prevenir a instabilidade do sistema imunológico causada pela *Salmonella* (ZUBAIDAH et al., 2020).

Akarca & Budel (2022) desenvolveram Kombucha a partir de uma combinação de frutas (amora, framboesa e goji berry vermelho) Além disso, catequina e ácido gálico foram identificados em todas as amostras. As amostras elaboradas com amoras foram as melhores em todos os critérios. As maiores concentrações de antibacterianos e antifúngicos foram observadas nas amostras de amoras de *Staphylococcus aureus* e *Rhizopus nigricans* (diâmetros de zona de 24,36 e 20,53 mm,



respectivamente). A atividade antibacteriana mínima, MIC (concentração inibitória mínima) e MBC (concentração bactericida mínima) são 0,023 e 0,016 mg/L para *Staphylococcus aureus*, respectivamente. Em termos de atividade antifúngica, os valores de MIC e MFC (concentração mínima fungicida) foram estimados em 0,035 mg/L e 0,023 mg/L no chá preparado com amoras em *Rhizopus nigricans*, respectivamente (AKARCA; BUDEL, 2022).

O tipo de substrato utilizado para a produção da kombucha interfere nas suas propriedades bioativas. O objetivo deste estudo foi elaborar bebidas não fermentadas de kombucha utilizando como substratos *Malvaviscus arboreus* e *Camellia sinensis*. As bebidas foram elaboradas com base em infusões (0,5%, p/v) e sacarose (5,0%, p/v). A cultura de kombucha (2,5%, p/v) e 1,0% (v/v) da bebida foram fermentadas e incubadas a  $24 \pm 2$  °C por 14 dias. Os resultados mostraram que as kombuchas produzidas estão dentro dos padrões físicos, químicos e microbiológicos recomendados pela *Food and Drug Administration* (FDA) Nenhuma das amostras testadas demonstrou toxicidade no modelo *in vivo* de larvas de *Galleria mellonella*. Comparado à sua infusão, foi observado um aumento significativo de 145% p/v no conteúdo fenólico total de kombucha *Malvaviscus arboreus*. O chá verde e o chá verde de kombucha apresentaram atividade antifúngica contra o fungo patogênico *Paracoccidioides brasiliensis*. O chá verde também foi a única bebida que apresentou atividade antimicrobiana contra todas as culturas fúngicas avaliadas e contra *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes* (SILVA et al., 2021).

Os autores Al-Mohammadi et al. (2021) demonstraram o potencial da kombucha como agente profilático e uma possível aplicação como bioconservante alternativo, fornecendo proteção contra bactérias e fungos patogênicos. Os autores analisaram a kombucha fermentada, realizaram uma caracterização e concluíram que os componentes metabólicos fermentados atuaram em conjunto para produzir um efeito antimicrobiano. A kombucha fermentada apresentou atividade antimicrobiana significativa em comparação com a kombucha neutralizada e tratada de forma termicamente. Os organismos mais suscetíveis à ação antimicrobiana da preparação de kombucha foram *Staphylococcus aureus* ATCC6538 e *Escherichia coli* ATCC11229. A preparação da kombucha revelou atividade inibitória contra os organismos *Staphylococcus aureus* ATCC6538 e *Escherichia coli* ATCC11229 em um líquido contendo cérebro e coração, além de sucos de frutas egípcias (maçã, goiaba, morango e tomate) (AL-MOHAMMADI et al., 2021).

## RISCOS POTENCIAIS

Alguns estudos evidenciando os potenciais riscos do consumo de kombucha. Em um estudo de caso publicado em 2009, relatou-se que um homem de 22 anos diagnosticado com HIV apresentou falta de ar e febre (39,4 °C) 12 horas após beber chá de kombucha. Após o consumo da bebida, o

paciente apresentou sintomas de hipertermia, acidose láctica e insuficiência renal aguda. Apesar de o chá de kombucha ser considerado uma bebida saudável, as escassas pesquisas atualmente disponíveis levantam questões relevantes sobre os possíveis riscos à saúde (SUNGHEE KOLE et al., 2009).

Quatro pacientes relataram sintomas colaterais provavelmente relacionados ao consumo do chá Kombucha. Os três apresentaram sintomas de reação alérgica, o terceiro apresentando icterícia e o quarto apresentando náuseas, vômitos e dores de cabeça e pescoço. Em todos os casos, o uso de chá de Kombucha próximo ao início dos sintomas e a resolução dos sintomas após a cessação do consumo de chá sugerem uma possível ligação etiológica (SRINIVASAN; SMOLINSKE; GREENBAUM, 1997).

Vijayaraghavan et al. (2000) realizaram uma análise da toxicidade oral por 90 dias em ratos e não encontraram sinais tóxicos. O estudo envolveu cinco grupos de ratos, que foram mantidos da seguinte forma: (a) grupo controle que recebeu água da torneira por via oral, (b) grupo que recebeu 2 mL/kg de chá de kombucha por via oral, (c) recebeu 2 mL/kg de chá normal por via oral, (d) chá de kombucha administrado em água potável 1% (v/v) e (e) chá normal administrado em água potável 1% (v/v). Os ratos foram tratados diariamente durante 90 dias. Os indicadores de peso, alimentação, água e comportamento geral foram registrados semanalmente. O estudo não mostrou uma diferença significativa no crescimento dos animais, como demonstrado pelo aumento gradual do peso corporal. A relação órgão/peso corporal e a análise histológica não mostraram sinais de toxicidade. As variáveis hematológicas e bioquímicas estavam dentro dos limites clínicos e, conseqüentemente, não tiveram efeitos tóxicos. A FDA também realizou testes e concluiu que o chá de kombucha é seguro para consumo humano (VIJAYARAGHAVAN et al., 2000).

Conforme o Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC), o consumo diário de 100 gramas da bebida não oferece riscos à saúde (MARTÍNEZ LEAL et al., 2018). Além disso, é preciso considerar os riscos potenciais do consumo de kombucha, especialmente para aqueles que estão sujeitos a alergias a fungos, imunossuprimidos, pessoas com acidose e pessoas sensíveis ao álcool, como mulheres grávidas (MURPHY; WALIA; FARBER, 2018). Acrescenta-se que a fermentação da kombucha é, geralmente, caseira. Sendo assim, é crucial ter cautela no processamento, pois microorganismos patogênicos podem contaminar o chá durante todo o processo. Por exemplo: fermentação longa leva a uma fermentação muito ácida; a adição de bactérias não benéficas; ou a seleção SCOBY imprecisa (LAAVANYA; SHIRKOLE; BALASUBRAMANIAN, 2021; SHARMA et al., 2021).

Alguns indivíduos relataram alguns distúrbios de saúde com suspeita de tontura e náusea, doença grave, reações alérgicas e dor de cabeça (ALEJANDRA VILLARREAL-SOTO et al., 2018; BREWS INTERNATIONAL, 2020; MARTÍNEZ LEAL et al., 2018; VILLARREAL-SOTO et al.,

2018). Porém, pelos motivos acima mencionados e pela complexidade microbiológica desta bebida, é sempre fundamental produzi-la seguindo as regulamentações/normas de cada país (VILLARREAL-SOTO et al., 2018).

## **REGULAMENTAÇÃO**

As vendas da kombucha precisam ser regulamentadas para evitar problemas que ameacem a segurança do consumidor. Práticas inseguras afetam a qualidade das bebidas devido a fatores como a produção artesanal do produto (KIM; ADHIKARI, 2020).

Uma organização chamada *Kombucha Brewers International* (KBI) foi criada em 2014 para regular a produção de bebidas (KIM; ADHIKARI, 2020). A KBI cria linhas abertas de comunicação entre cervejeiros, consumidores e reguladores à medida que a indústria cervejeira avança através da defesa, educação, investigação e legislação atualizada (BREWS INTERNATIONAL, 2020).

Não existem leis específicas sobre a kombucha nos Estados Unidos, pois as bebidas fermentadas e os alimentos enlatados acidificados estão isentos das regulamentações da FDA. Porém, a kombucha é definida como uma bebida fermentada produzida por meio de um “processo especial” e para obtê-lo os fabricantes devem passar por um plano de Análise de Riscos e Pontos Críticos de Controle (COELHO et al., 2020; MIRANDA et al., 2022). Em um esforço para controlar o processo e garantir a segurança alimentar dos consumidores de bebidas, o Departamento de Agricultura da Pensilvânia (EUA) publicou um documento com diretrizes para a fabricação e embalagem da kombucha. De acordo com essas orientações, o pH da kombucha é monitorado durante todo o processo de fermentação e deve estar abaixo de 4,2 e acima de 2,5 para evitar contaminação microbiana e acidose. O documento também afirma que as alegações de saúde são proibidas. Os consumidores devem ser alertados sobre as contraindicações para pessoas imunocomprometidas, as restrições de ingestão (não devem ultrapassar 120 mL/dia) e a possível presença de álcool mesmo em baixas concentrações (COELHO et al., 2020).

Um documento contendo recomendações para planos de segurança alimentar para a fabricação e produção de kombucha está disponível no Centro de Controle de Doenças da Colúmbia Britânica (BCCDC) no Canadá (CENTRE FOR DISEASE CONTROL, 2020). Essa publicação se concentra no monitoramento do pH e do teor de etanol e na definição de valores críticos para esses parâmetros, e fornece detalhes sobre os principais riscos biológicos e químicos e perigos potenciais associados à produção de kombucha. O plano BCCDC estipula que o pH não deve cair abaixo de 2,5, o teor alcoólico não deve exceder 1% e não deve continuar a subir ao longo da vida útil do produto (MIRANDA et al., 2022).

O único país com leis específicas sobre a kombucha é o Brasil. Por meio da Instrução

Normativa nº 41, de 17 de setembro de 2019, do Ministério da Agricultura, Pecuária, definiu a identidade e os padrões nacionais de qualidade da kombucha. Esta lei abrange proibições relacionadas à definição, classificação, rotulagem, parâmetros analíticos, composição (ingredientes essenciais e opcionais) e fabricação e comercialização (COELHO et al., 2020).

A falta de informações sobre a segurança e qualidade das bebidas e de legislação específica pode ser um dos fatores que influenciam a compra e o consumo de kombucha (BATISTA et al., 2022; MOODI et al., 2021). A definição de padrões garante qualidade, eficácia e segurança do produto (BATISTA et al., 2022). Além disso, são necessárias regulamentações mais rígidas para padronizar a produção industrial de bebidas em todo o mundo (DE OLIVEIRA et al., 2022).

## CONCLUSÕES

Embora já existam estudos relatando os benefícios da kombucha, são necessários mais estudos *in vivo* para avaliar a composição de compostos bioativos relevantes para a saúde humana, bem como a biodisponibilidade e bioacessibilidade.

Além disso, é fundamental investigar os riscos e a toxicidade da kombucha, para definir e garantir a segurança do consumidor. Com o crescimento deste mercado, serão necessários quadros regulamentares nacionais e internacionais para padronizar as bebidas e garantir a segurança do consumidor. Uma regulamentação adequada promoverá a segurança e a consistência dos benefícios à saúde associados ao consumo da kombucha em escala global.

## REFERÊNCIAS

AKARCA, Gökhan. Determination of potential antimicrobial activities of some local berries fruits in kombucha tea production. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 64, p. e21210023, 2021.

AL-MOHAMMADI, Abdul-Raouf et al. Chemical constitution and antimicrobial activity of kombucha fermented beverage. **Molecules**, v. 26, n. 16, p. 5026, 2021.

VILLARREAL-SOTO, Silvia Alejandra et al. Understanding kombucha tea fermentation: a review. **Journal of food science**, v. 83, n. 3, p. 580-588, 2018.

BARBOSA, Erica Loredo et al. Kombucha fermentation in blueberry (*Vaccinium myrtillus*) beverage and its *in vivo* gastroprotective effect: Preliminary study. **Future Foods**, v. 5, p. 100129, 2022.

BATISTA, Patrícia et al. Kombucha: perceptions and future prospects. **Foods**, v. 11, n. 13, p. 1977, 2022.

BREWS INTERNATIONAL. **Kombucha Brewers International**. Disponível em: <<https://kombuchabrewers.org/consumers-guide-to-kombucha/>>. Acesso em: 4 set. 2022.

CARDOSO, Rodrigo Rezende et al. Kombuchas from green and black teas reduce oxidative stress,

liver steatosis and inflammation, and improve glucose metabolism in Wistar rats fed a high-fat high-fructose diet. **Food & Function**, v. 12, n. 21, p. 10813-10827, 2021.

CARDOSO, Rodrigo Rezende et al. 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.

CENTRE FOR DISEASE CONTROL. **Food Safety Assessment of Kombucha Tea Recipe and Food Safety Plan**. Disponível em: <[http://www.bccdc.ca/resource-gallery/Documents/Educational Materials/EH/FPS/Food/kombucha1.pdf](http://www.bccdc.ca/resource-gallery/Documents/Educational%20Materials/EH/FPS/Food/kombucha1.pdf)>. Acesso em: 12 mar. 2023.

COELHO, Raquel Macedo Dantas et al. Kombucha. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 22, p. 100272, 2020.

INTELLIGENCE, M. **Kombucha market size report, 2020-2025**. Disponível em: <<https://www.industryarc.com/Report/16670/kombucha-market.html>>. Acesso em: 5 set. 2022.

KAEWKOD, Thida; BOVONSOMBUT, Sakunnee; TRAGOOLPUA, Yingmanee. Efficacy of kombucha obtained from green, oolong, and black teas on inhibition of pathogenic bacteria, antioxidation, and toxicity on colorectal cancer cell line. **Microorganisms**, v. 7, n. 12, p. 700, 2019.

KIM, Juyoung; ADHIKARI, Koushik. Current trends in kombucha: Marketing perspectives and the need for improved sensory research. **Beverages**, v. 6, n. 1, p. 15, 2020.

LAAVANYA, D.; SHIRKOLE, Shivanand; BALASUBRAMANIAN, P. Current challenges, applications and future perspectives of SCOBY cellulose of Kombucha fermentation. **Journal of Cleaner Production**, v. 295, p. 126454, 2021.

LOPES, Danielle Rubim; SANTOS, Lucielen Oliveira; PRENTICE-HERNÁNDEZ, Carlos. Antioxidant and antibacterial activity of a beverage obtained by fermentation of yerba-maté (*Ilex paraguariensis*) with symbiotic kombucha culture. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 45, n. 2, p. e15101, 2021.

MARTÍNEZ LEAL, Jessica et al. A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. **CyTA-Journal of Food**, v. 16, n. 1, p. 390-399, 2018.

DE MIRANDA, Jeniffer Ferreira et al. Kombucha: A review of substrates, regulations, composition, and biological properties. **Journal of Food Science**, v. 87, n. 2, p. 503-527, 2022.

MOODI, Mitra et al. Predictors of functional dairy product consumption among Iranian consumers. **International Dairy Journal**, v. 121, p. 105061, 2021.

MORALES, Diego. Biological activities of kombucha beverages: The need of clinical evidence. **Trends in Food Science & Technology**, v. 105, p. 323-333, 2020.

MURPHY, Torie E.; WALIA, Kavita; FARBER, Jeffrey M. Safety Aspects and Guidance for Consumers on the Safe Preparation, Handling and Storage of Kombucha--A Fermented Tea Beverage. **Food Protection Trends**, v. 38, n. 5, 2018.

NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH. **The Effect of Kombucha on Blood Sugar Levels in Humans**. Disponível em: <<http://clinicaltrials.gov/>>. Acesso em: 13 jun. 2024

OLIVEIRA, Ícaro Alves Cavalcante Leite de et al. The technological perspectives of kombucha and its implications for production. **Fermentation**, v. 8, n. 4, p. 185, 2022.

PERMATASARI, Happy Kurnia et al. Kombucha tea from seagrapes (*Caulerpa racemosa*) potential as a functional anti-ageing food: In vitro and in vivo study. **Heliyon**, v. 7, n. 9, 2021.

SHARMA, Richa et al. Psychobiotics: The next-generation probiotics for the brain. **Current microbiology**, v. 78, p. 449-463, 2021.

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

SRINIVASAN, Radhika et al. Probable gastrointestinal toxicity of Kombucha tea: is this beverage healthy or harmful?. **Journal of general internal medicine**, v. 12, n. 10, p. 643-645, 1997.

SUNGHEE KOLE, Alison et al. A case of Kombucha tea toxicity. **Journal of Intensive Care Medicine**, v. 24, n. 3, p. 205-207, 2009.

URRUTIA, Marianela Andrea Díaz et al. Effects of supplementation with kombucha and green banana flour on Wistar rats fed with a cafeteria diet. **Heliyon**, v. 7, n. 5, 2021.

UȚOIU, Elena et al. Bee collected pollen with enhanced health benefits, produced by fermentation with a Kombucha Consortium. **Nutrients**, v. 10, n. 10, p. 1365, 2018.

VIJAYARAGHAVAN, R. et al. Subacute (90 days) oral toxicity studies of Kombucha tea. **Biomedical and Environmental Sciences**, v. 13, n. 4, p. 293-299, 2000.

VILLARREAL-SOTO, Silvia Alejandra et al. Understanding kombucha tea fermentation: a review. **Journal of food science**, v. 83, n. 3, p. 580-588, 2018.

ZUBAIDAH, Elok et al. Turmeric Kombucha as effective immunomodulator in *Salmonella typhi*-infected experimental animals. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 37, p. 102181, 2021.

ZUBAIDAH, Elok et al. Investigating chemical changes during snake fruit and black tea kombucha fermentation and the associated immunomodulatory activity in *Salmonella typhi*-infected mice. **Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences**, v. 14, p. 995-1000, 2020.