

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – CEUB
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO E SAÚDE
CURSO DE NUTRIÇÃO

**OS EFEITOS DOS PROBIÓTICOS CONTIDOS NA BEBIDA
FERMENTADA KOMBUCHA NA SAÚDE E NA MICROBIOTA
INTESTINAL**

Laryssa Paniago Jardim
Dayanne da Costa Maynard

Brasília, 2022

Data de apresentação:

Local:

Membros da banca:

RESUMO

Os alimentos fermentados podem exercer diversos efeitos benéficos para a saúde, pois contêm probióticos - microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas conferem um benefício à saúde do hospedeiro. Sendo assim, nos últimos anos, houve um aumento na popularidade desses alimentos, em razão dos benefícios neles presentes para a saúde gastrointestinal. Dessa forma, tendo em vista a importância de uma microbiota intestinal equilibrada para uma melhora na qualidade de vida e no funcionamento do organismo humano como um todo, o objetivo deste estudo foi investigar acerca dos efeitos da bebida fermentada kombucha, na qual é produzida tradicionalmente por meio da fermentação aeróbica do chá preto ou verde adoçado com açúcar, por uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras, o *SCOBY*. Nesse sentido, foi analisado - por meio de uma revisão da literatura - os compostos bioativos presentes na kombucha, bem como os efeitos do seu consumo na saúde do hospedeiro e na microbiota intestinal. Os resultados mostraram que a kombucha possui propriedades antioxidantes e antimicrobianas, pois contém polifenóis, vitaminas do complexo B e vitamina C, além de ácidos orgânicos, como o ácido acético e ácido glucônico, que exercem importante papel inibidor no crescimento de bactérias patógenas. Ademais, estudos em modelos animais demonstraram que o uso da kombucha induziu efeitos curativos em ratos diabéticos e exerceu um papel protetor nas funções hepáticas e renais. Entretanto, se faz necessário maiores estudos a fim de que os resultados possam ser elucidados e a kombucha possa ser utilizada tanto para o equilíbrio da microbiota intestinal, como para a saúde dos indivíduos de uma forma sistêmica.

Palavras-Chave: Kombucha; probióticos; microbiota intestinal; bebida fermentada.

INTRODUÇÃO

Desde o desenvolvimento das civilizações, a produção e o consumo de alimentos e bebidas fermentadas fazem parte da dieta humana (MARCO et al., 2017). Antigamente, esse processo de fermentação era realizado como uma forma de preservação, pois esse método reduz o risco de contaminação com microrganismos patogênicos. Porém, nos últimos anos, houve um aumento na popularidade desses alimentos, tendo em vista os seus benefícios para a saúde gastrointestinal (DIMIDI et al., 2019).

Os alimentos e bebidas fermentadas são produzidos por meio do crescimento controlado de microrganismos e a conversão dos componentes através de ações enzimáticas (MARCO et al., 2017). Nesse processo, há algumas variáveis, no qual incluem os microrganismos, os ingredientes nutricionais, assim como as condições ambientais. Dessa forma, originam-se inúmeros tipos de alimentos fermentados, como a kombucha, o kefir, o chucrute, iogurtes, dentre outros. Os alimentos fermentados podem exercer diversos efeitos benéficos na saúde do hospedeiro, pois contêm probióticos, como bactérias do ácido lático - BAL - que, normalmente, estão presentes preponderantemente nesses alimentos, entretanto, outras bactérias, além de leveduras e fungos também podem auxiliar na fermentação (DIMIDI et al., 2019; REZAK et al., 2018). Importante destacar que, os probióticos são microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas conferem um benefício à saúde do hospedeiro (HILL et al., 2014).

Além da forma espontânea em que alguns alimentos podem ser fermentados, no qual os microrganismos se encontram naturalmente nos alimentos crus, outros alimentos são fermentados por meio de uma cultura inicial, chamada de cultura *starter*, como é o caso da kombucha (DIMIDI et al., 2019).

A kombucha é uma bebida fermentada, originada em torno de 220 a.C, na China, tendo sido consumida durante toda a dinastia Qin. Posteriormente, tornou-se popular na Rússia, bem como na Europa Oriental. Atualmente, uma série de kombuchas estão comercialmente disponíveis para venda e consumo. A kombucha tradicional é produzida por meio da fermentação aeróbica do chá preto ou verde adoçado com açúcar, por uma simbiose de bactérias e leveduras, o *SCOBY* - Symbiotic Culture Of Bacteria And Yeast - (DIMIDI et al., 2019).

As bactérias e os fungos que compõem o *SCOBY* normalmente incluem bactérias do ácido acético (*Acetobacter* e *Gluconobacter*), bactérias do ácido láctico (*Lactobacillus* e *Lactococcus*) e leveduras (*Saccharomyces* e *Zygosaccharomyces*) (COTON et al., 2017; GREENWALT; STEINKRAUS; LEDFORD, 2000; VINA, et al., 2014).

Uma série de artigos trazem estudos acerca da influência do consumo de probióticos na saúde intestinal e no organismo humano em geral. No entanto, algumas dúvidas estão presentes na literatura. Dessa forma, tendo em vista, a importância de uma microbiota intestinal equilibrada para uma melhora na qualidade de vida e no funcionamento do organismo humano como um todo, se faz de suma importância investigar sobre o assunto, no qual cada vez mais vem despertando interesse nas pessoas.

Diante do exposto, foi analisado - por meio de uma revisão da literatura - se os efeitos dos probióticos contidos na bebida fermentada kombucha são realmente significativos a ponto de trazer benefícios para a saúde do hospedeiro de uma maneira sistêmica, bem como para a microbiota intestinal.

MÉTODOS

Desenho do estudo

O presente estudo foi uma revisão da literatura acerca dos efeitos dos probióticos contidos na bebida fermentada kombucha na saúde e na microbiota intestinal.

Metodologia

Foram realizadas buscas na base de dados eletrônicos PUBMED e BIREME, adotando os seguintes descritores: kombucha (kombucha), microbiota intestinal (gut microbiota), probióticos (probiotics), sistema imunológico (immune system), benefícios (benefits) e disbiose (dysbiosis). Dessa forma, foram analisados os artigos encontrados nas buscas realizadas com os descritores mencionados acima. A fim de delimitar o tema, foram adotados seletores de palavras-chaves: “AND” e “OR”. Foram selecionados para análise artigos escritos em inglês publicados entre 2009 a 2021.

Análise de dados

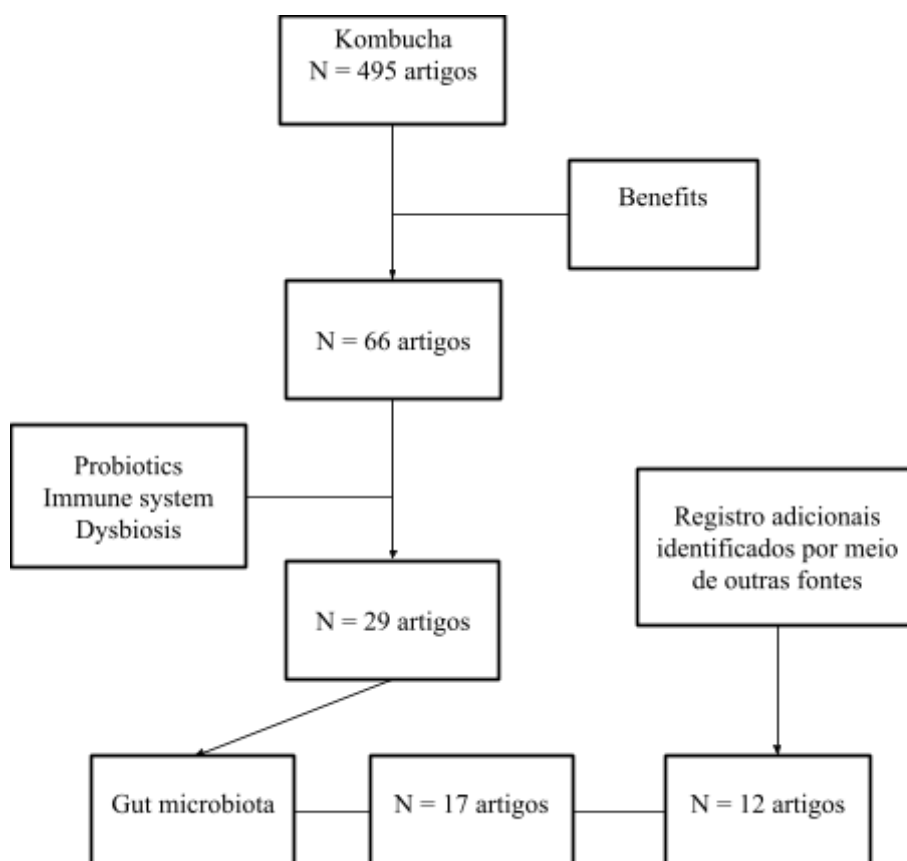
Os artigos foram selecionados primeiramente pela leitura do título e resumo, após esta pré-seleção, os trabalhos foram lidos na íntegra. Para os critérios de inclusão foram utilizados artigos no qual o foco fosse demonstrar os benefícios da kombucha na saúde do hospedeiro, bem como os benefícios da sua utilização na microbiota intestinal. Os critérios de exclusão foram artigos que abordavam a kombucha no contexto do câncer.

Em seguida, foi realizada uma leitura minuciosa e crítica dos manuscritos para identificação dos núcleos de sentido de cada texto e posterior agrupamento de subtemas que sintetizaram as produções.

REVISÃO DE LITERATURA

Ao final da pesquisa, atendendo aos critérios de inclusão e exclusão de artigos, foram analisados os 10 trabalhos mais relevantes para a presente revisão, como apresentado abaixo na figura 1.

Figura 1. Organograma do levantamento de dados para a presente revisão. Brasília-DF, 2022.



MICROBIOTA INTESTINAL

A microbiota intestinal é um ecossistema complexo no qual é formado por milhares de microorganismos, colonizadores do trato digestivo. Há uma relação de benefícios entre o organismo humano e a microbiota, estabilizando as funções metabólicas, imunológicas, bem como a adequada digestão e absorção dos nutrientes. Em uma microbiota equilibrada, os microorganismos que revestem toda a extensão do trato digestório competem com os patógenos por nutrientes e sítios de ligação, produzindo substâncias inibidoras, o que impede a penetração desses invasores na mucosa do intestino (PASSOS, 2019).

Dessa forma, uma microbiota saudável possui a capacidade de atuar com uma barreira contra esses patógenos. Esses microorganismos presentes na microbiota intestinal reúnem em torno de 3 a 4 milhões de genes, ou seja, 150 vezes mais do que em relação ao genoma humano, o que permite à microbiota a realização de diversas atividades metabólicas, trazendo, assim, benefícios ao hospedeiro (PASSOS, 2019).

Aproximadamente 90% das espécies de bactérias presentes na microbiota intestinal do adulto são compreendidas por dois filos, quais sejam: Firmicutes e Bacteroidetes. Além desses, os outros filos incluem: Proteobacteria e Actinobacteria e em menor quantidade Fusobacteria e Verrucomicrobia. Diversos fatores interferem na função e na composição da microbiota intestinal, tais como os hábitos alimentares, estilo de vida, inflamações crônicas, antibióticos, estresse, dentre outros (PASSOS, 2019).

Nesse sentido, a microbiota intestinal pode ser vista como um órgão do corpo humano, na qual contribui para o bem-estar do organismo do hospedeiro. No entanto, para que esse microbioma exerça sua função adequada, é necessário uma composição equilibrada de microorganismos. Sendo assim, quando há grandes mudanças na proporção entre esses microorganismos, ocorre um desequilíbrio na microbiota, podendo gerar uma disbiose intestinal. Já a homeostase intestinal ocorre quando o sistema imunológico fornece um equilíbrio entre as bactérias comensais, patogênicas e benéficas (WEISS; HENNET, 2017; PETERSON et al., 2014).

O sistema imunológico do hospedeiro é responsável por manter a composição benéfica da microbiota intestinal, pois controla o crescimento excessivo de determinadas

bactérias, bem como, combate as bactérias patógenas presentes na barreira intestinal. (LLORENTE; SCHNABL, 2015).

Dessa maneira, há uma relação direta entre a modulação e maturação do sistema imunológico com a microbiota intestinal (HRNCIR et al., 2008). Por mais que a influência da microbiota no sistema imunológico não seja completamente compreendida, acredita-se que a microbiota exerça função imunomoduladora, no qual é essencial no estabelecimento do equilíbrio entre as células Th1 e Th2, responsáveis pelas respostas imunológicas, assegurando assim a saúde e homeostase do hospedeiro (BOWMAN; HOLT, 2001; NEURATH; FINOTTO; GLIMCHER, 2002).

Nesse sentido, estudos recentes mostram os efeitos que bactérias específicas possuem sobre a resposta imune inata e adaptativa dos seres humanos. Um dos mecanismos em que bactérias interagem com o sistema imunológico do hospedeiro se dá nos efeitos produzidos por cepas probióticas na barreira epitelial do intestino (LA FATA; WEBER; MOHAJER, 2017; SCHENK; MUELLER, 2008; SMOLINSKA; GROEGER; O'MAHONY, 2017; POWELL; WALKER; TALLEY, 2017).

PROBIÓTICOS

Com base na definição da Organização Mundial da Saúde (OMS), da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e da Associação Científica Internacional para Probióticos e Prebióticos (ISAPP), probióticos são microrganismos vivos que, quando administrados em doses adequadas, oferecem benefícios à saúde do hospedeiro. A palavra probiótico possui origem grega e significa “em prol da vida” (HILL et al., 2014).

Esses microrganismos vivos são capazes de trazer benefícios por meio de mecanismos celulares e moleculares, estimulando a imunidade inata, evitando infecções intestinais, desempenhando atividade anticarcinogênica, bem como reduzindo a inflamação provocada por patógenos, aumentando, assim, a função da barreira protetora (CICENIA et al., 2014; RAFTER, 2007).

Os probióticos exercem função imunomoduladora, na qual está associada com a capacidade da interação dos microrganismos probióticos com as placas de Peyer e as células epiteliais intestinais. Dessa forma, há um estímulo das células B, que produzem IgA, bem como a migração de células T do intestino. Além disso, há um favorecimento da fagocitose

pelos macrófagos alveolares, sinalizando uma ação sistêmica que influenciariam positivamente no sistema imunológico (CROSS, 2002).

Os probióticos comerciais abrangem sete gêneros de microrganismos: *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Saccharomyces*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Escherichia* e *Bacilo* (KAASHYAP; COHEN; MANTRI, 2021).

KOMBUCHA

A kombucha é uma bebida fermentada por meio de uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras, o *SCOBY* (symbiotic culture of bacteria and yeast), a partir do chá verde ou preto adoçado. Essa simbiose é composta por bactérias do ácido acético, bactérias do ácido lático e por leveduras (ANTOLAK; PIECHOTA; KUCHARSKA, 2021).

Essa bebida é tradicionalmente produzida a partir do chá verde ou preto. Sua produção inicia-se com o preparo da infusão do chá. Para cada 1 litro de água fervente, utiliza-se 5 g de folhas do chá, sendo deixados em infusão com temperatura inicial de 70° e 95° C. Após esse processo, as folhas são retiradas, sendo acrescentados 50 a 150g de sacarose no chá ainda quente. Somente após o resfriamento do chá a cerca de 20°C é que este é adicionado à cultura simbiótica, o *SCOBY* (ANTOLAK; PIECHOTA; KUCHARSKA, 2021).

O *SCOBY* é constituído geralmente por espécies de bactérias do ácido acético (*Acetobacter* e *Gluconobacter*) e do ácido lático (*Lactobacillus* e *Lactococcus*), bem como por espécies de fungos, as leveduras (*Saccharomyces* e *Zygosaccharomyces*) (COTON et al., 2017; GREENWALT; STEINKRAUS; LEDFORD, 2000; VINA, et al., 2014).

No processo de fermentação da kombucha, as leveduras realizam a hidrólise da sacarose em uma molécula de glicose e uma de frutose, nas quais são utilizadas na produção de etanol e glicerol pelas leveduras via glicólise. A *Acetobacter xylinum* presente no *SCOBY*, utiliza uma parte dessa glicose para a produção de ácido glucônico. A bactéria *acetobacter* converte o álcool produzido pelas leveduras em ácido acético. Por outro lado, a produção de ácido acético estimula as leveduras na produção de etanol (MURUGESAN et al, 2009).

A bebida fermentada kombucha possui valor nutritivo e antioxidante, em virtude dos seus compostos químicos presentes. A kombucha é rica em ácidos orgânicos, vitaminas e polifenóis e o seu consumo regular traz benefícios e melhora a digestão (GAGGIA et al., 2019).

OS EFEITOS DOS PROBIÓTICOS CONTIDOS NA BEBIDA FERMENTADA KOMBUCHA NA SAÚDE E NA MICROBIOTA INTESTINAL

Estudos recentes têm se dedicado à compreensão dos efeitos dos probióticos contidos na bebida fermentada kombucha para a saúde de indivíduos, bem como para benefícios na microbiota intestinal.

Em uma revisão da literatura, Antolak et al. (2021), constatou que a kombucha possui propriedades antioxidantes e antimicrobianas, além de um elevado teor de compostos bioativos. Nesse sentido, demonstrou que, os compostos bioativos presentes na kombucha podem ser oriundos tanto das propriedades do chá (compostos fenólicos), como do processo metabólico da simbiose de bactérias e leveduras, que envolvem a fermentação desta bebida. Os compostos resultantes dessa atividade são polifenóis, vitaminas, enzimas, ácidos orgânicos e aminoácidos. No processo de fermentação do chá adoçado pelo *SCOBY*, as bactérias do ácido acético (BAA), realizam síntese de vitamina C, de ácido glucurônico, ácido acético, além de provavelmente fazer parte da conversão de compostos fenólicos.

As leveduras produzem etanol e aminoácidos e desempenham a biossíntese de vitaminas do complexo B. Já as bactérias do ácido láctico, também realizam biossíntese de vitaminas do complexo B, além de serem responsáveis pela produção de bacteriocinas, de peptídeos bioativos, bem como pela síntese de ácido láctico. As BAL são um potencial probiótico. Tanto as BAA, quanto as BAL estão envolvidas na conversão de compostos fenólicos (ANTOLAK et al., 2021).

Em comparação com o chá preto adoçado, os polifenóis e flavonóides aumentam na kombucha. Isso se dá em virtude ao processo metabólico dos microrganismos durante a fermentação. Sendo assim, a kombucha possui uma maior atividade antioxidante em comparação ao chá preto. Assim também, a atividade metabólica realizada pelas bactérias do ácido acético, bactérias do ácido láctico e pelas leveduras, no processo de fermentação do chá, aumentam consideravelmente as quantidades de vitaminas no produto final (ANTOLAK et al, 2021).

A kombucha contém uma variedade de ácidos orgânicos, quais sejam: ácido acético, ácido glucurônico, ácido glucônico, ácido lático, ácido cítrico, ácido tartárico, ácido úsnico, ácido oxálico, ácido málico, além de vitaminas do complexo B (B1, B2, B5, B6, B7, B9 e B12), nas quais podem ser sintetizadas no processo de fermentação por bactérias do ácido lático e leveduras. Ademais, possui vitamina C, 14 aminoácidos, enzimas hidrolíticas, polifenóis do chá, minerais e uma pequena quantidade de etanol. As Cepas do gênero *Gluconobacter* sintetizam a vitamina C, por meio do metabolismo da glicose (JAYABALAN et al., 2014; ANTOLAK et al., 2021).

Tendo em vista as características probióticas da kombucha, esta possui inúmeros benefícios para a saúde humana. Uma análise metagenômica realizada, demonstrou que a kombucha possui 200 espécies de microrganismos diferentes, das quais, 20 tipos são de bactérias e 16 tipos de leveduras foram encontradas. As espécies mais predominantes encontradas são: *Acetobacter*, *Bacillus*, *Komagataeibacter*, *Gluconobacter* e *Starmerella*. No intestino humano, essas espécies formam uma simbiose com cepas benéficas, podendo ter um efeito inibidor no desenvolvimento de microrganismos infecciosos (KAASHYAP; COHEN; MANTRI, 2021).

A bactéria do gênero *acetobacter* é responsável pela produção de ácido acético e ácido glucônico, nos quais possuem importante papel inibidor no crescimento de bactérias patogênicas, que podem provocar doenças gastrointestinais, bem como patologias relacionadas à intoxicação alimentar. Tais propriedades são características de probióticos que, possuem comprovação de benefícios para a saúde humana, impedindo o desenvolvimento de patógenos no trato gastrointestinal, por meio de mecanismos inespecíficos. A *Komagataeibacter* também é responsável pela produção de ácido glucônico, no qual tem grande papel no tratamento da anemia e nos baixos níveis de cálcio e magnésio no sangue (KAASHYAP; COHEN; MANTRI, 2021).

Um dos parâmetros para que um microrganismo seja caracterizado como probiótico, se dá em razão da sua condição de se manter vivo no ambiente gástrico. Dessa forma, foi constatado 34 gêneros de microrganismos na kombucha dos quais são capazes de

permanecerem vivos na acidez do intestino humano, determinando, assim, uma relação de simbiose essencial benéfica à saúde (KAASHYAP; COHEN; MANTRI, 2021).

Em razão da grande concentração de ácido acético na kombucha, há um baixo pH na bebida, inibindo, assim, o crescimento de patógenos, como *H. pylori*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* e *Campylobacter jejuni*. No entanto, mesmo em pH neutro, a kombucha inibiu o crescimento de agentes patogênicos *in vitro*, o que induz a compreender que não apenas o ácido acético desempenha efeito antimicrobiano, mas outros compostos presentes na bebida também possuem essa função (DIMIDI et al., 2019).

A kombucha apontou efeitos antimicrobianos *in vitro*, mas não é compreendido se os efeitos fisiológicos causados pela kombucha são mediados pela microbiota intestinal ou por vias imunológicas (BHATTACHARYA et al., 2018; CETOJEVIC-SIMIN et al., 2008). Por mais que essa bebida possua uma grande fonte de ácido acético, bactérias lácticas, bem como leveduras, não há estudos acerca do efeito dessa bebida na microbiota intestinal humana. Sendo assim, por mais que existam evidências de efeitos benéficos na ingestão de kombucha em animais, os efeitos em humanos ainda são desconhecidos e precisam ser mais explorados (DIMIDI et al., 2019).

Ademais, uma revisão sistemática realizada recentemente, não encontrou nenhum estudo clínico randomizado do efeito do consumo de kombucha em distúrbios gastrointestinais. No entanto, a referida revisão sistemática, identificou um estudo, por meio das referências acerca da microbiologia do *SCOBY*, no qual relatou que o consumo diário de 60 ml de kombucha pelo período de 90 dias foi relacionado com a glicemia normalizada em 24 indivíduos com idade entre 45 e 55 anos portadores de diabetes mellitus tipo 2. Porém, insta ressaltar que o estudo não descreveu um grupo controle (KAPP; SUMNER, 2018).

Baschali et al. (2017), em uma revisão da literatura, constatou que os efeitos advindos da kombucha foram atribuídos aos produtos nos quais são formados no processo de fermentação, quais sejam: o ácido acético, ácido glucurônico, polifenóis, bem como vitaminas do complexo B, incluindo ácido fólico.

O ácido glucurônico presente na kombucha contribui para a saúde hepática e função gastrointestinal, além de auxiliar no fortalecimento do sistema imunológico. Já os polifenóis possuem capacidade antioxidante, podendo agir como inibidores no desenvolvimento de doenças cardiovasculares, neurodegenerativas, diabetes mellitus, bem como câncer. Por fim, a

presença de vitaminas do complexo B e ácido fólico favorecem um bom funcionamento do sistema nervoso central (BASCHALI et al., 2017).

Nesse sentido, um estudo realizado em ratos albinos induzidos por tetracloreto de carbono, avaliou a capacidade hepatoprotetora e curativa contra essa toxicidade induzida. O referido estudo comparou os resultados de grupos de ratos que receberam alimentação com chá preto, chá preto produzido com enzimas do fungo do chá e kombucha. Foi demonstrado pelos resultados dos exames de sangue e da análise histopatológica do fígado dos ratos que, todos os chás supramencionados possuem o condão de reverter a toxicidade hepática na qual os ratos foram submetidos. No entanto, os resultados mostraram que a kombucha possui uma maior eficiência nesse efeito protetor e curativo. As propriedades antioxidantes produzidas na fermentação da kombucha podem ser o motivo acerca da sua qualidade hepatoprotetora e curativa. Insta salientar que, o ácido glucurônico presente na kombucha é um importante composto no processo de desintoxicação das células e sua ação pode ser um dos motivos para os efeitos positivos demonstrados no referido estudo (MURUGESAN et al., 2009).

Jung et al. (2018), investigou o efeito da kombucha na microbiota intestinal em camundongos com esteatose hepática. Os animais receberam o tratamento com kombucha e com metionina/colina (MCD). Dessa forma, constatou-se que houve uma diminuição das bactérias patogênicas nos camundongos que receberam o tratamento de kombucha e MCD, em relação aos animais que apenas receberam MCD. Ademais, a presença de lactobacilos foi mais abundante nos camundongos tratados com kombucha e MCD, em comparação aos que apenas receberam o tratamento com MCD. O referido estudo demonstrou que houve uma influência na composição da microbiota intestinal dos animais, o que contribuiu para o tratamento da esteatose hepática, tendo em vista que, tais mudanças do microbioma podem colaborar na diminuição da gordura no fígado. Nesse sentido, o estudo sugeriu que o uso contínuo de kombucha pode auxiliar na melhora da composição da microbiota intestinal de pacientes com esteatose hepática.

Um outro estudo realizado em camundongos demonstrou que o uso de kombucha pelo período de quatro semanas aumentou a quantidade de bactérias produtoras de ácidos

graxos de cadeia curta (AGCC) e diminuiu o quantitativo de bactérias patógenas. Houve uma melhora na microbiota intestinal, logo, a integridade da barreira intestinal foi mantida, diminuindo o deslocamento de lipopolissacarídeos, e, inibindo, assim, o surgimento de inflamação, bem como a resistência insulínica. Ademais, com o aumento das bactérias que produzem AGCC, foi estimulada a secreção dos hormônios gastrointestinais, GLP1/PYY, pois houve uma melhora na função das células betas pancreáticas. Nesse sentido, esse estudo demonstrou um possível potencial hipoglicêmico no consumo de kombucha. Entretanto, o mecanismo como isso ocorreu não foi muito bem compreendido (XU et al., 2022).

Aloulou et al. (2012), investigou e comparou os efeitos hipoglicemiantes e antilipêmicos da kombucha em ratos diabéticos induzidos por aloxana. Dessa forma, os animais receberam diariamente por via oral 5 ml/kg de kombucha e chá preto pelo período de 30 dias. Após o 30º dia de experimento, os ratos foram sacrificados e foram realizados exames de sangue de glicemia, triglicerídeos, colesterol, uréia, creatinina, transaminases, transpeptidase, lipase e amilase. Além dos exames bioquímicos, foram feitas análises histológicas do pâncreas, bem como avaliadas as atividades de lipase e amilase. Sendo assim, foi constatado que, em relação ao chá preto, a kombucha favoreceu uma melhor inibição de amilase e lipase no sangue e no pâncreas, além de um melhor inibidor do aumento das taxas de glicemia. Houve um aumento considerável no colesterol HDL e um atraso na absorção de LDL e triglicerídeos. A análise histológica também aferiu que a kombucha exerceu um papel protetor nas funções do fígados e rins de ratos portadores de diabetes mellitus, diminuindo as ações das atividades da aspartato transaminase, alanina transaminase e gama-glutamil transpeptidase, creatinina e uréia no sangue, acarretando um melhor desempenho no funcionamento do pâncreas. Nesse sentido, os resultados do estudo mostraram que o uso de kombucha exerceu efeitos curativos sobre ratos com diabetes, principalmente em relação às funções hepáticas e nefrológicas.

No entanto, tendo em vista que a maioria dos estudos acerca dos benefícios da kombucha se limita a estudos *in vitro* e em animais, se faz necessário estudos em humanos para uma melhor elucidação sobre os seus benefícios e mecanismos de ação (BASCHALI et al., 2017; ALOULOU et al., 2012; XU et al., 2022; JUNG et al., 2018; MURUGESAN et al.,

2009; DIMIDI et al., 2019; KAASHYAP; COHEN; MANTRI, 2021; ANTOLAK et al, 2021; JAYABALAN et al., 2014).

Os resumos dos trabalhos analisados para compor a presente revisão estão descritos no Quadro 1.

Autor / ano	Tipo de estudo e tamanho da amostra	Objetivos do estudo	Resultados mais relevantes
Antolak et al. (2021)	Revisão da literatura	Analisar os compostos bioativos presentes, bem como o processo metabólico da kombucha.	A kombucha possui atividade antioxidante; Vitaminas do complexo B (B1, B2, B5, B6, B7, B9, B12) e C; Polifenóis, flavonóides, ácido glucurônico, ácido acético, ácido lático, enzimas e aminoácidos.
Jayabalan et al. (2014)	Revisão da literatura	Revisar os estudos realizados acerca das propriedades e benefícios da kombucha.	A kombucha contém ácido acético, ácido glucurônico, ácido glucônico, ácido lático, ácido cítrico, ácido tartárico, ácido úsnico, ácido oxálico, ácido málico, além de vitaminas do complexo B, vitamina C, aminoácidos, enzimas hidrolíticas e polifenóis.
Kaashyap; Cohen; Mantri (2021)	Estudo <i>in vitro</i> . Frascos de kombuchas de 330 ml de chá verde e chá oolong mantidos a 4°C.	Avaliar a composição microbiana e as propriedades bioquímicas da kombucha.	Microrganismos predominantes na kombucha: Acetobacter, Bacillus, Starmerella e Komagataeibacter e Gluconobacter. No intestino humano, podem ter um efeito inibidor no desenvolvimento de microrganismos infecciosos

Autor / ano	Tipo de estudo e tamanho da amostra	Objetivos do estudo	Resultados mais relevantes
Dimidi et al. (2019)	Revisão da literatura	Analisar os alimentos fermentados, dentre eles, a kombucha, seus mecanismos de ação, os efeitos na microbiota, bem como na saúde e doenças gastrointestinais em humanos.	O baixo pH da kombucha e seus compostos inibem o crescimento de patógenos (<i>H. pylori</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella typhimurium</i> e <i>Campylobacter jejuni</i>).
Kapp; Sumner (2018)	Revisão sistemática. Foram analisados 310 artigos	Descrever a literatura acerca dos benefícios da kombucha na saúde humana.	Foi encontrado apenas um estudo em humanos, a partir das referências de um estudo de microbiologia, no qual relatou que o consumo diário de 60 ml de kombucha pelo período de 90 dias foi relacionado com a glicemia normalizada em 24 indivíduos com idade entre 45 e 55 anos portadores de diabetes mellitus tipo 2.
Baschali et al. (2017)	Revisão da literatura	Investigar as características e as propriedades das bebidas fermentadas de baixo teor alcoólico e não alcoólico, dentre estas, a kombucha.	Os efeitos provenientes da kombucha foram atribuídos aos compostos formados durante a fermentação: o ácido acético, ácido glucurônico, polifenóis, bem como vitaminas do complexo B, nos quais são formados durante a fermentação.
Murugesan et al. (2009)	Estudo experimental.	Averiguar a capacidade hepatoprotetora e	A kombucha demonstrou um efeito hepatoprotetor e curativo, revertendo a

Autor / ano	Tipo de estudo e tamanho da amostra	Objetivos do estudo	Resultados mais relevantes
	30 ratos albinos machos de cinco semanas de idade pesando cerca de 150-180 gramas, divididos em 5 grupos	curativa em ratos albinos induzidos por tetracloreto de carbono.	toxicidade hepática dos ratos.
Jung et al. (2018)	Estudo experimental. 12 camundongos com 8 semanas de idade.	Investigar o efeito da kombucha na microbiota intestinal em camundongos com esteatose hepática.	Foi demonstrado uma influência na composição da microbiota intestinal dos animais, o que contribuiu para o tratamento da esteatose hepática.
Xu et al. (2022)	Estudo experimental. 60 camundongos divididos em 5 grupos.	Analisar a microbiota intestinal dos camundongos induzidos ao diabetes após a intervenção de kombucha.	O consumo de kombucha demonstrou um aumento na quantidade de bactérias produtoras de AGCC e diminuiu o quantitativo de bactérias patogênicas. Melhora na função das células betas pancreáticas, demonstrando um possível potencial hipoglicêmico.
Aloulou et al. (2012)	Estudo experimental. 48 ratos divididos em 6 grupos de 8 animais cada.	Investigar os efeitos hipoglicemiantes e antilipêmicos da kombucha em ratos diabéticos induzidos por aloxana.	O uso de kombucha induziu efeitos curativos em ratos diabéticos e exerceu um papel protetor nas funções hepáticas e nefrológicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A microbiota intestinal é formada por trilhões de bactérias, nas quais possuem um papel fundamental para a saúde do trato gastrointestinal e para a saúde do organismo humano como um todo. Sendo assim, o consumo de alimentos fermentados, mais precisamente da bebida fermentada kombucha, poderia ser uma boa alternativa na manutenção da homeostase dessa microbiota, visto que essa bebida possui diversos compostos bioativos, como ácidos orgânicos, polifenóis e vitaminas, demonstrados em estudos *in vitro*, além de possuir um efeito protetor contra bactérias patogênicas.

No entanto, os estudos existentes possuem baixo nível de evidência, pois se limitam a estudos em modelos em animais e *in vitro*, não havendo estudos em seres humanos acerca dos efeitos do consumo da kombucha na saúde, bem como na microbiota intestinal.

Dessa forma, se faz necessário a realização de maiores estudos a fim de que os resultados possam ser elucidados e a bebida fermentada kombucha possa ser utilizada tanto para a saúde dos indivíduos de uma forma sistêmica, como para o equilíbrio da microbiota intestinal, em virtude da sua comprovada característica probiótica.

REFERÊNCIAS

ALOULOU, Ahmed et al. Hypoglycemic and antilipidemic properties of kombucha tea in alloxan-induced diabetic rats. **BMC Complementary & Alternative Medicine**, v. 12, 2012.

ANTOLAK, Hubert; PIECHOTA, Dominik; KUCHARSKA, Aleksandra. Kombucha Tea—A Double Power of Bioactive Compounds from Tea and Symbiotic Culture of Bacteria and Yeasts (SCOBY). **Antioxidants**, v. 10, n. 10, 2021.

BASCHALI, Aristeia et al. Traditional low-alcoholic and non-alcoholic fermented beverages consumed in European countries: a neglected food group. **Nutrition Research Reviews**, v. 30, n. 1, p. 1-21, 2017.

BHATTACHARYA, D et al. Antibacterial activity of polyphenolic fraction of Kombucha against *Vibrio cholerae*: Targeting cell membrane. **Letters in Applied Microbiology**, v. 66, n. 2, p. 145–152, 2018.

BOWMAN, L.M; HOLT, P.G. Selective Enhancement of Systemic Th1 Immunity in Immunologically Immature Rats with an Orally Administered Bacterial Extract. **Infection and Immunity**, v. 69, n. 6, p. 3719-3727, 2001.

CETOJEVIC-SIMIN, D.D et al. Antiproliferative and antimicrobial activity of traditional Kombucha and *Satureja montana* L. Kombucha. **Journal of buon**, v. 13, n. 3, p. 395–401, 2008.

CICENIA, Alessia et al. Postbiotics activities of Lactobacilli-derived factors. **Journal of Clinical Gastroenterology**, v. 48, p. 18-22, 2014.

COTON, Monika et al. Unraveling microbial ecology of industrial-scale Kombucha fermentations by metabarcoding and culture-based methods. **Fems Microbiology Ecology**, v. 93, n. 5, 2017.

CROSS, Martin. Microbes versus microbes: immune signals generated by probiotic lactobacilli and their role in protection against microbial pathogens. **Elsevier**, v. 34, n. 4, p. 245-253, 2002.

DIMIDI, Eirini et al. Fermented Foods: Definitions and Characteristics, Impact on the Gut Microbiota and Effects on Gastrointestinal Health and Disease. **Nutrients**, v.11, n. 1806, p.1-26, 2019.

GAGGIA, Francesca et al. Kombucha Beverage from Green, Black and Rooibos Teas: A Comparative Study Looking at Microbiology, Chemistry and Antioxidant Activity. **Nutrients**, v.11, n. 1, p.1-22, 2019.

GREENWALT, C.J.; STEINKRAUS, K.H.; LEDFORD, R.A. Kombucha, the Fermented Tea: Microbiology, Composition, and Claimed Health Effects. **Journal of Food Protection**, v. 63, n. 7, p. 976–981, 2000.

HILL, Collin et al. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, v. 11, p.506–514, 2014.

HRNCIR, Tomas, et al. Gut microbiota and lipopolysaccharide content of the diet influence development of regulatory T cells: studies in germ-free mice. **BMC Immunology**, v. 9, n. 65, p. 1-11, 2008.

JAYABALAN, Rasu et al. 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.

JUNG, Youngmi et al. Effect of Kombucha on gut-microbiota in mouse having non-alcoholic fatty liver disease. **Food science and Biotechnology**, v. 28, n. 1, p. 261-267, 2018.

KAASHYAP, Mayank; COHEN, Marc; MANTRI, Nitin. Microbial diversity and characteristics of kombucha as revealed by metagenomic and physicochemical analysis. **Nutrients**, v. 13, n. 12, 2021.

KAPP, Julie; SUMNER, Walton. Kombucha: A systematic review of the empirical evidence of human health benefit. **Annals of Epidemiology**, v. 30, p. 66–70, 2019.

LA FATA; WEBER; MOHAJER. Probiotics and the Gut Immune System: Indirect Regulation. **Probiotics Antimicrob Proteins**. v. 10, n.1, p.11-21, 2017.

LLORENTE, Cristina; SCHNABL, Bernd. The Gut Microbiota and Liver Disease. **Cellular and Molecular Gastroenterology and Hepatology**, v.1, n. 3, p. 275-284, 2015.

MARCO, Maria L. et al. Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. **Current opinion in biotechnology**, v. 44, p. 94-102, 2017.

MURUGESAN, G.S et al. Hepatoprotective and Curative Properties of Kombucha Tea Against Carbon Tetrachloride-Induced Toxicity. **Journal of Microbiology and Biotechnology**. v. 19, n. 4, p. 397-402. 2009.

NEURATH, Markus F.; FINOTTO, Susetta; GLIMCHER, Laurie H. The role of Th1/Th2 polarization in mucosal immunity. **Nature Medicine**, v. 8, n.6, p. 567-573, 2002.

PASSOS, Maria. Microbiota intestinal na gastroenterologia *In*: QUILICI, Flávio Antônio; SANTANA, Nelma Pereira D.; GALVÃO-ALVES, José. **A gastroenterologia no século XXI: manual do residente da Federação Brasileira de Gastroenterologia**. 1. ed. São Paulo: Manole, 2019.

PETERSON et al. Immune homeostasis, dysbiosis and therapeutic modulation of the gut microbiota. **Clinical and Experimental Immunology**, v. 179, n. 3, p. 363-77, 2014.

POWELL; WALKER; TALLEY. The mucosal immune system: master regulator of bidirectional gut-brain communications. **Nature reviews Gastroenterology & hepatology**, v.14, n. 3 p.143-159, 2017.

RAFTER, Joseph. Dietary synbiotics reduce cancer risk factors in polypectomized and colon cancer patients. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 85, n. 2, p. 488-496, 2007.

REZAK, Shannon et al. Fermented foods as dietary source of live organisms. **Frontiers in microbiology**, v. 9, n. 1785, p. 1-29, 2018.

SCHENK, Mirjam; MUELLER, Christoph. The mucosal immune system at the gastrointestinal barrier. **Elsevier**, v. 22, n.3, p. 391-409, 2008.

SMOLINSKA, Sylwia; GROEGER, David; O'MAHONY, Liam. Biology of the Microbiome 1: Interactions with the Host Immune Response, **Elsevier**, v. 46, n. 1, p. 19-35, 2017.

VINA, Ilmara et al. Current Evidence on Physiological Activity and Expected Health Effects of Kombucha Fermented Beverage. **Journal of Medicinal food**, v. 17, n.2, p. 179–188, 2014.

WEISS, G. Adrienne.; HENNET, Thierry. Mechanisms and consequences of intestinal dysbiosis. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v. 74, n. 16, p. 2959-2977, 2017.

XU, Suyun et al. Kombucha reduces hyperglycemia in type 2 diabetes of mice by regulating gut microbiota and its metabolites. **Food nutrition**, v. 11, n. 5, 2022.

