

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Beatriz Ferrari Schedenfeldt

Tecnologia de produção de kombucha e seus benefícios para a saúde

Buri

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

Beatriz Ferrari Schedenfeldt

Tecnologia de produção de kombucha e seus benefícios para a saúde

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos na Universidade Federal de São Carlos.

Orientadora: Profa. Dra. Isabelle Cristina Oliveira Neves

Co-orientadora: Profa. Dra. Thaís Jordânia Silva

Buri

2024

Ferrari Schedenffeldt, Beatriz

Tecnologia de produção de kombucha e seus benefícios para a saúde / Beatriz Ferrari Schedenffeldt -- 2024. 42f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, campus Lagoa do Sino, Buri

Orientador (a): Isabelle Cristina Oliveira Neves

Banca Examinadora: Isabelle Cristina Oliveira Neves, Thaís Jordânia Silva, Edison Tutomu Kato Junior

Bibliografia

1. Benefícios da kombucha. 2. Tecnologia de produção de kombucha. I. Ferrari Schedenffeldt, Beatriz. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Lissandra Pinhatelli de Britto - CRB/8 7539

FOLHA DE APROVAÇÃO
BEATRIZ FERRARI SCHEDENFFELDT

**TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE KOMBUCHA E SEUS BENEFÍCIOS PARA A
SAÚDE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como exigência parcial para a obtenção do grau
de Bacharel em Engenharia de Alimentos na
Universidade Federal de São Carlos.

Aprovado em: 23/01/2024.

BANCA EXAMINADORA

 Documento assinado digitalmente:
ISABELLE CRISTINA OLIVEIRA NEVES
Data: 24/01/2024 18:35:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Isabelle Cristina Oliveira Neves (Orientadora)
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

 Documento assinado digitalmente:
THAIS JORDANIA SILVA
Data: 26/01/2024 09:27:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Thaís Jordânia Silva (Co-orientadora)
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

 Documento assinado digitalmente:
EDISON TUTOMU KATO JUNIOR
Data: 26/01/2024 14:17:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Edison Tutomu Kato Junior
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

AGRADECIMENTO

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram para a realização deste trabalho. Em primeiro lugar, minha eterna gratidão à minha família, cujo apoio incondicional e amor foram os pilares que sustentaram minha jornada acadêmica. Agradeço por proporcionarem não apenas os recursos financeiros necessários, mas também por serem fontes inesgotáveis de incentivo e compreensão.

Ao meu namorado, que esteve ao meu lado durante toda essa jornada, compartilhando não apenas as alegrias, mas também os desafios. Seu apoio emocional e encorajamento foram fundamentais para que eu pudesse superar obstáculos e manter o foco nos meus objetivos.

Não posso deixar de mencionar meus colegas de faculdade, cuja colaboração e amizade tornaram esta jornada acadêmica ainda mais enriquecedora. Juntos, enfrentamos desafios, celebramos conquistas e construímos memórias que levarei para toda a vida.

A todos os professores, mentores e profissionais que compartilharam seus conhecimentos e experiências ao longo do curso, meu sincero agradecimento. Suas orientações foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, dedico este trabalho a todos que, de alguma forma, contribuíram para a minha formação acadêmica e pessoal. Este é um marco não apenas na minha vida, mas também na vida daqueles que acreditaram em mim e me apoiaram ao longo dessa jornada.

Muito obrigado a todos.

RESUMO

SCHEDENFFELDT, Beatriz. **Tecnologia de produção de kombucha e seus benefícios para a saúde**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de São Carlos, *campus* Lagoa do Sino, Buri, 2024.

A kombucha é uma bebida obtida pela fermentação do chá da planta *Camellia sinensis*, açúcar e cultura de bactérias e leveduras, denominada *SCOBY*. O consumo da bebida funcional cresceu bastante nos últimos anos pelo aumento da procura de alimentos com propriedades que beneficiam a saúde, em busca de um estilo de vida mais saudável. Desta maneira, este trabalho objetiva realizar uma revisão bibliográfica sobre a composição química e microbiana da kombucha, as possíveis tecnologias de produção desta bebida fermentada, seus benefícios para a saúde, avaliando ainda as inovações tecnológicas e tendências do mercado atual das kombuchas no Brasil. Após análise dos estudos, constatou-se que sua composição química é rica em compostos orgânicos, resultando em efeito antioxidante, antimicrobiano e redução de problemas associados à saúde, como efeitos na prevenção do câncer, alívio de artrites, melhora na imunidade, atividade anti-hipertensiva, anticolerestêmica e anti-inflamatória. A rica cultura simbiótica da bebida pode agir no organismo humano com efeito probiótico. A kombucha pode ser produzida de maneira artesanal ou em escala industrial, variando de acordo com a infraestrutura disponível para sua fabricação, cujas etapas básicas são: preparo do chá infundido, primeira fermentação em aerobiose, saborização e carbonatação em garrafas ou latas adequadas, e a segunda fermentação em anaerobiose. Assim, conclui-se que, devido ao seu grande potencial de crescimento, estudos adicionais serão realizados analisando os benefícios da bebida e desenvolvendo novas formulações e alterações no processamento.

Palavras-chave: Alimentos funcionais; bebida fermentada; *Camellia sinensis*.

ABSTRACT

SCHEDENFFELDT, Beatriz. **Tecnologia de produção de kombucha e seus benefícios para a saúde**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de São Carlos, *campus* Lagoa do Sino, Buri, 2024.

Kombucha is a beverage obtained through the fermentation of tea from the *Camellia sinensis* plant, sugar, and a culture of bacteria and yeast known as *SCOBY*. The consumption of this functional drink has significantly increased in recent years due to a growing demand for foods with health-benefiting properties, as people seek a healthier lifestyle. This study aims to conduct a literature review on the chemical and microbial composition of kombucha, potential production technologies for this fermented beverage, its health benefits, while also evaluating technological innovations and current market trends for kombuchas in Brazil. Upon analysis of the studies, it was found that kombucha's chemical composition is rich in organic compounds, resulting in antioxidant and antimicrobial effects, and a reduction in health-related issues, such as cancer prevention, arthritis relief, improved immunity, anti-hypertensive activity, anti-cholesterolemic effects, and anti-inflammatory properties. The beverage's symbiotic culture can act in the human body with a probiotic effect. Kombucha can be produced either artisanally or on an industrial scale, depending on the available infrastructure for its production. The basic steps include: preparation of infused tea, first fermentation in aerobic conditions, flavoring and carbonation in suitable bottles or cans, and the second fermentation in anaerobic conditions. In conclusion, due to its significant growth potential, further studies will be conducted to analyze the benefits of the drink and develop new formulations and processing alterations.

Keywords: Functional foods; fermented beverage; *Camellia sinensis*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma de processamento de Kombucha.....	28
Figura 2 – Principal atividade metabólica da fermentação.....	30
Figura 3 – Formação do <i>SCOBY</i> “filho” a partir do <i>SCOBY</i> “mãe”	31
Figura 4 – Demonstração de membrana de celulose.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros analíticos de kombucha exigidos pela IN nº 41 de 2019.....	17
Tabela 2 – Condições de tempo e temperatura para fermentação de kombucha.....	22
Tabela 3 – Composição química geral da kombucha.....	24
Tabela 4 – Substratos alternativos na produção de kombucha.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

UFSCar - Universidade Federal de São Carlos

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

PIQ - Padrão de Identidade e Qualidade

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

*SCOB*Y - Culturas Simbióticas de Bactérias e Leveduras

TSS – Teor de Sólidos Solúveis

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVO	14
3 METODOLOGIA	14
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
4.1 HISTÓRICO DA PRODUÇÃO DE KOMBUCHA.....	15
4.2 LEGISLAÇÃO.....	15
4.3 INGREDIENTES.....	17
4.3.1 Água Potável.....	17
4.3.2 Infusão ou extrato aquoso de <i>Camellia sinensis</i>	18
4.3.3 Açúcares.....	20
4.3.4 Culturas simbióticas de bactérias e leveduras (<i>SCOBY</i>).....	21
4.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA KOMBUCHA.....	23
4.5 BENEFÍCIOS À SAÚDE ASSOCIADO AO CONSUMO DE KOMBUCHA.....	25
4.6 PROCESSO TECNOLÓGICO.....	27
4.6.1 Chá Infusionado.....	29
4.6.2 Primeira Fermentação.....	29
4.6.2.1 Produção da Celulose.....	31
4.6.3 Filtração.....	32
4.6.4 Envase, segunda fermentação e etapas adicionais.....	32
4.6.5 Armazenamento.....	34
4.6.6 Controle de qualidade.....	34
5 MERCADO	35
5.1 TENDÊNCIAS.....	36
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
7. REFERÊNCIAS	39

1. INTRODUÇÃO

A palavra “kombucha” é derivada de “kombu”, expressão japonesa que significa algas marinhas, e “chá” por ser produzida através de chás fermentados. Esta bebida, é consumida mundialmente e atende ao mercado consumidor *Plant Based*, celíacos e intolerantes a lactose (Cavicchia; Almeida, 2023). A produção de kombucha se originou no nordeste da China, na Manchúria e, assim, conforme as rotas comerciais obtiveram sua expansão, a bebida foi sendo distribuída e valorizada por países da Europa Ocidental, principalmente na Rússia. No século XX, a bebida ficou conhecida em outros países da Europa e conquistou espaço científico, já que foram iniciadas pesquisas sobre suas propriedades benéficas à saúde dos seres humanos (Martin; Lindner, 2022).

Segundo a Instrução Normativa nº 41 de 17 de setembro de 2019 (MAPA), a qual estabelece o Padrão de Identidade e Qualidade da Kombucha em todo o território nacional, denomina-se kombucha como:

*“A bebida fermentada obtida através da respiração aeróbia e fermentação anaeróbia do mosto obtido pela infusão ou extrato de *Camellia sinensis* e açúcares por cultura simbiótica de bactérias e leveduras microbiologicamente ativas (SCOBY)”.*

Em sua composição, é obrigatória a presença de ingredientes, como: água potável, infusão ou extrato aquoso de *Camellia sinensis* e cultura simbiótica de bactérias e leveduras adequadas para a fermentação alcoólica e acética. Além destes, pode-se adicionar ingredientes opcionais e utilizar processos tecnológicos adequados de forma a produzir kombuchas de sabores variados, podendo ser uma bebida gaseificada ou não e uma bebida alcoólica ou não alcoólica (Brasil, 2019).

No Brasil, o consumo dessa bebida tem se popularizado nos últimos anos. Investimentos em linhas inovadoras de kombucha com novos sabores e outras combinações fizeram com que este produto ganhasse maior visibilidade nos comércios brasileiros. Além disso, também está sendo utilizada em novas aplicações alimentícias, como em produtos à base de kombuchas e que são comercializados na forma de pó solúvel em água. Estes são fabricados através de processos tecnológicos de desidratação e comercializados em embalagens adequadas para seu consumo (Martin; Lindner, 2022).

Além de suas características sensoriais agradáveis, o consumo de kombucha tem aumentado pois é considerada como uma bebida funcional, por conter compostos fenólicos e apresentar potencial antioxidante, prevenindo o câncer e outras doenças. Desta forma, sua ingestão apresenta diversos benefícios para a saúde, auxiliando no bom funcionamento do

organismo (Martin; Lindner, 2022). Atualmente, pesquisas têm sido direcionadas ao levantamento de diferentes processos de obtenção da bebida, à novas possibilidades de substratos para fermentação, à caracterização do *SCOBY* e suas aplicações, à composição química e microbiológica da bebida, aos possíveis benefícios e contraindicações relacionados ao seu consumo, além de algumas regulamentações impostas para a produção e comercialização da kombucha. Desta maneira, revisões da literatura que façam um compilado das principais conclusões do que vêm sendo publicado sobre este tema podem trazer clareza ao consumidor e à indústria, a fim de solidificar o mercado e a ingestão de kombucha.

2. OBJETIVO

O presente trabalho objetivou realizar uma revisão bibliográfica sobre a composição química e microbiana da kombucha, as possíveis tecnologias de produção desta bebida fermentada, seus benefícios para a saúde, avaliando ainda as inovações tecnológicas e tendências do mercado atual das kombuchas no Brasil.

3. METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema, definindo as palavras-chaves principais, como: “kombucha”, “chá preto”, “chá verde”, “*Camellia sinensis*”, “*SCOBY*”, num período de busca de julho/2023 a dezembro/2023. Em seguida, com o tema direcionado, foi feita uma pesquisa bibliográfica em bases de dados acadêmicos e científicos, como: SciELO, Google Acadêmico e ScienceDirect, referente aos últimos 5 anos (2018-2023) e, assim, foi realizada uma separação dos artigos científicos, teses, dissertações e livros que mais se adequaram ao assunto previamente definido. Após, foi feita uma análise de todos os materiais que foram separados, selecionando as bibliografias mais relevantes sobre o tema.

Com a base de dados já selecionada, foi realizada uma revisão de cada bibliografia através da leitura e síntese das informações mais relevantes. Essa etapa foi concluída com uma análise crítica e cuidadosa para separar as informações mais importantes apresentadas em cada texto.

Em seguida, foi realizada a organização das informações, estabelecendo a sequência mais adequada e estruturando a maneira mais coerente de escrita, para uma maior compreensão na leitura das informações. Por fim, a redação completa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi concluída, com todos os ajustes de formatação realizados de acordo com as Normas ABNT.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 HISTÓRICO DA PRODUÇÃO DE KOMBUCHA

A produção de kombucha originou-se no nordeste da China, na Manchúria, sendo uma bebida tradicional de países orientais. Atualmente, é conhecida e consumida mundialmente. Esta bebida se popularizou, pois com a expansão das rotas comerciais, foi sendo distribuída e valorizada por países da Europa Ocidental, principalmente na Rússia. No século XX, a bebida ficou conhecida em países da Europa e conquistou espaço científico, já que pesquisas sobre suas propriedades benéficas à saúde dos seres humanos foram iniciadas (Martin; Lindner, 2022).

Na China, há aproximadamente 500 anos, o chá utilizado no processo de fabricação de kombucha, originado da planta *Camellia sinensis*, é nomeado como “chá da imortalidade” sendo seu consumo relacionado à longevidade. Já no Japão e na Coreia, o consumo desse chá é feito em rituais sagrados, por considerarem-na como uma “bebida sagrada” (Moreno; Stiebe; Michielin, 2021).

No ano de 2000, iniciou-se pesquisas acadêmicas sobre a kombucha através de um estudo realizado por Greenwalt, Steinkraus e Ledford (2000) na Universidade de Cornell, Estados Unidos (EUA). Neste estudo foi descrito a composição química, microbiologia e alegados efeitos a saúde da kombucha. Em seguida, em 2001, a empresa Kombucha Wonder Drink foi fundada, seguida pela High Country Kombucha em 2003 e, juntamente com a GT’s Living Foods marcaram o início da expansão da kombucha (Freitas, 2022).

Dessa forma, a kombucha é uma bebida que foi tradicionalmente originada e ligada a países orientais e que durante os últimos anos seu consumo tem sido popularizado no mundo todo. Além disso, é conhecida popularmente como “refrigerante natural”, por ser uma bebida carbonatada que apresenta sabor ácido e adocicado (Martin; Lindner, 2022).

4.2 LEGISLAÇÃO

Na Instrução Normativa nº 41, de 17 de setembro de 2019 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a qual estabelece o Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) da Kombucha em todo território nacional, define-se kombucha como:

*“A bebida fermentada obtida através da respiração aeróbia e fermentação anaeróbia do mosto obtido pela infusão ou extrato de *Camellia sinensis* e açúcares por cultura simbiótica de bactérias e leveduras microbiologicamente ativas (SCOBY)”.*

É obrigatória a presença dos seguintes ingredientes em sua composição: água potável, infusão ou extrato aquoso de *Camellia sinensis*, açúcares e culturas simbióticas de bactérias e leveduras (*SCOBY*) adequadas para fermentação alcoólica e acética. Sendo opcional o uso dos ingredientes autorizados, como: infusão de espécies vegetais em água, frutas, vegetais, especiarias, mel, melado e outros açúcares de origem vegetal, gás carbônico (CO₂) industrialmente puro, fibras, vitaminas, sais minerais e outros nutrientes previstos em legislação, aditivos aromatizantes naturais e corantes naturais, coadjuvantes de tecnologia. O processo tecnológico autorizado para a produção adequada de kombucha inclui pasteurização, filtração, ultracentrifugação, entre outros (Brasil, 2019).

A partir da formulação escolhida para a bebida, a classificação e/ou denominação da kombucha deve ser feita considerando o nome da espécie vegetal utilizada antes da segunda fermentação, a presença de ingredientes opcionais utilizados em sua formulação, nome do aditivo aromatizante (se houver), se a kombucha é gaseificada ou não gaseificada, alcoólica ou não alcoólica, entre outros. Particularmente, a kombucha não alcoólica feita apenas com os ingredientes obrigatórios pela legislação, pode ser denominada como “KOMBUCHA ORIGINAL” (Brasil, 2019).

Na rotulagem é obrigatória a declaração da graduação alcoólica na kombucha com álcool (se contiver álcool acima de 0,5% v/v), no painel principal do rótulo, sendo expresso em porcentagem em volume (% v/v), em complementação à expressão “Teor alcoólico:” nas mesmas dimensões da denominação de venda. Além disso, no painel principal do rótulo da kombucha sem álcool, cujo teor alcoólico seja superior a 0,05% v/v, deve-se informar sobre a presença de álcool nas seguintes frases de advertência: “Pode conter álcool em até 0,5% v/v” e, deve-se declarar seu teor alcoólico máximo no seguinte formato: “Teor alcoólico: (% v/v)”, admitindo tolerância de 0,1% v/v. Na rotulagem da kombucha sem álcool somente poderá ser utilizada a expressão “zero álcool”, “zero % álcool”, “0,0%”, ou similares, no produto que contiver até 0,05% v/v de álcool (Brasil, 2019).

É vedado o uso de alegações funcionais e de saúde não autorizadas pela legislação específica da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). É proibido o uso de expressões tais como: artesanal, caseira, familiar, bebida viva, bebida probiótica, bebida milenar, elixir, elixir da vida, energizante, revigorante, especial, *premium*, dentre outras que atribuam características de qualidades superlativas e propriedades funcionais não aprovadas em legislação específica. A kombucha submetida ao processo de pasteurização deve ter em sua rotulagem a expressão “pasteurizada”, no painel principal, com o dobro das dimensões da denominação (Brasil, 2019).

Os parâmetros analíticos, como pH, graduação alcoólica, acidez volátil e pressão de CO₂ em kombuchas gaseificadas devem ser analisados, respeitando os limites mínimos e máximos definidos na tabela abaixo, conforme especificado pelo PIQ desta bebida:

Tabela 1: Parâmetros analíticos de kombucha exigidos pela IN nº 41 de 2019 (MAPA)

Parâmetro	Mínimo	Máximo
pH	2,5	4,2
Graduação alcoólica (% v/v) kombucha sem álcool	-	0,5
Graduação alcoólica (% v/v) kombucha com álcool	0,6	8,0
Acidez volátil (mEq/L)	30	130
Pressão (atm a 20 °C) na kombucha adicionada de gás carbônico	1,1	3,9

Fonte: Brasil, 2019.

4.3 INGREDIENTES

As características sensoriais e a composição química da kombucha variam de acordo com o tipo de chá e açúcar utilizado no processo, microrganismos presentes no *SCOBY* e condições de fermentação estabelecidas (Moreno; Stiebe; Michielin, 2021). Dessa forma, para a produção adequada de kombucha é necessário utilizar ingredientes de qualidade que irão realizar sua função tecnológica agregando potencial no produto final. A seguir, será definido cada um dos ingredientes obrigatórios exigidos pela legislação e explicada sua função de uso para a produção da kombucha.

4.3.1 Água Potável

A água é um dos componentes mais importantes dos produtos alimentícios, exercendo influência em variáveis características sensoriais e atributos de estabilidade, tais como: textura, aparência, sabor e deterioração química e microbiológica dos alimentos. A deterioração dos alimentos está diretamente associada ao teor de água disponível, sendo que, de forma geral, quanto menor a quantidade de água livre, obtida pela medida da atividade de água do produto, maior é a estabilidade do alimento, excetuando as alterações causadas por oxidação lipídica. Assim, o processamento de alimentos possui função de evitar essas deteriorações que causam

alterações físico-químicas, bioquímicas e microbiológicas, e que possam afetar a qualidade do produto (Filho, 2023).

A água potável é a matéria-prima que corresponde a mais de 90% dos constituintes da kombucha, sendo de extrema importância o controle de qualidade utilizado em seu processo de obtenção (Martin; Lindner, 2022). O uso da água potável como ingrediente obrigatório na produção de kombucha deve seguir a Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021 (Ministério da Saúde), que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Em suma, a água potável deve seguir as conformidades de padrão bacteriológico para consumo humano, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido (OD), turbidez, cor verdadeira, pH, fósforo total, nitrogênio amoniacal total e dos parâmetros inorgânicos, orgânicos e agrotóxicos, conforme definido na legislação.

A água potável é utilizada na produção de kombucha no processo de infusão do chá. Sendo assim, é necessário utilizar a água dentro dos parâmetros previstos pela legislação para garantir a qualidade da bebida durante o processo e no produto final. Além dos parâmetros de padrão microbiológico, recomenda-se utilizar água mineral com o pH próximo à neutralidade (Moreno; Stiebe; Michielin, 2021), a fim de assegurar que o processo de fermentação ocorra conforme estabelecido pela indústria.

O uso da água com características indesejáveis pode influenciar a qualidade da kombucha. Os minerais presentes podem interagir com os componentes da bebida gerando um desequilíbrio na acidez e alterando características de aroma e sabor. Além disso, a água contaminada pode introduzir microrganismos que serão indesejáveis para o processo de fermentação, causando uma mudança na concentração de bactérias e leveduras desejáveis na kombucha e podendo resultar em uma fermentação descontrolada (Filho, 2023).

Além dos fatores citados anteriormente, a água com características indesejáveis pode inibir o crescimento microbiano, influenciando na atividade de bactérias e leveduras que são responsáveis pelo processo de fermentação, resultando em uma diminuição do ácido acético, dióxido de carbono e outros compostos que conferem o *flavor* característico da bebida (Filho, 2023). Dessa forma, deve-se respeitar os parâmetros de potabilidade estabelecidos pela legislação para garantir um produto de boa qualidade e que não acarrete em riscos à segurança do alimento.

4.3.2 Infusão ou extrato aquoso de *Camellia sinensis*

Chá é uma das bebidas mais populares e consumidas ao redor do mundo devido à sua palatabilidade e baixo custo (Freitas, 2022). Na produção da kombucha, o chá tradicionalmente

utilizado é o proveniente da infusão das folhas da *Camellia sinensis* em água, podendo ser encontrado nas variações: verde, preto, *oolong*, amarelo, branco e *pureh*, se diferenciando pelas características benéficas presentes em suas folhas. Entretanto, os mais conhecidos e encontrados nas kombuchas comercializadas são o chá verde e o chá preto (Moreno; Stiebe; Michielin, 2021).

O chá preto é colhido e, em seguida, passa por um processo de oxidação enzimática ocasionada pela enzima polifenol-oxidase presente em suas folhas, o que o torna um chá rico em polifenóis. Além disso, nesse processo, através das catequinas são formadas as quinonas que reagem formando dímeros e oligômeros, conferindo a coloração escura às suas folhas. Após esse processo, as folhas são secas e o chá é embalado (Freitas, 2022).

Já no processo de fabricação do chá verde, não há oxidação e atividade enzimática. Sendo assim, suas características são definidas pela composição intrínseca das folhas no momento da colheita, sendo desidratadas posteriormente (Moreno; Stiebe; Michielin, 2021). Devido ao seu diferencial nas propriedades presentes em suas folhas, dentre os dois, o mais utilizado é o chá preto (Freitas, 2022).

De forma geral, as folhas da planta *Camellia sinensis* possuem em sua composição química polifenóis (catequinas e flavonoides), alcaloides (cafeína, teobromina e teofilina), óleos voláteis, aminoácidos, polissacarídeos, vitaminas (complexo B, E e C), minerais (cálcio, magnésio, zinco, potássio e ferro), lipídeos e elementos inorgânicos. A composição destes compostos na planta depende da variedade da *Camellia sinensis*, estação do ano, clima, idade da planta e práticas de horticulturas (Moreno; Stiebe; Michielin, 2021; Freitas, 2022).

Além dos fatores citados anteriormente, a maneira em que as folhas são processadas influencia diretamente no sabor, qualidade e composição química do chá. Esses fatores podem variar de acordo com a temperatura de secagem das folhas, tempo de infusão, tamanho e características da *Camellia sinensis*. Por exemplo, na composição química das folhas da *Camellia sinensis*, os aminoácidos presentes se transformam em compostos aromáticos voláteis e interagem com os polifenóis durante o aquecimento na etapa de infusão do chá. Através dessa interação, são produzidos compostos coloridos e produtos precoces da Reação de Maillard, reação de escurecimento não enzimático, pela interação da glicose com os aminoácidos presentes, sendo importante na formação do sabor da bebida. Dentre os aminoácidos presentes em sua composição, a L-teanina (γ -glutametilamida) é o aminoácido com maior quantidade no chá preto, representando de 1 a 2% em massa seca, sendo relacionado ao aroma e sabor do chá. Além disso, os aminoácidos arginina e alanina auxiliam com o amargor da kombucha (Freitas, 2022).

As teaflavinas são flavonoides formados na oxidação das catequinas pela enzima polifenol-oxidase e também influenciam no sabor do chá preto, sendo importante na formação das características de cor e sabor da bebida. Estas correspondem a 10% do total de flavonoides presentes no chá preto. Por fim, as tearubiginas são compostos polifenóis poliméricos e oligoméricos, responsáveis por gerar a cor marrom avermelhadas e marrom escuro ao chá preto, correspondendo a 60% do peso seco da infusão (Freitas, 2022).

4.3.3 Açúcares

Os açúcares, grupo de substâncias pertencentes à classe de carboidratos, são a fonte de energia utilizada para a multiplicação da colônia simbiótica de bactérias e leveduras que compõe o (*SCOBY*), sendo essencial no processo de produção de kombucha. Estes microrganismos realizam a transformação da infusão adoçada (chá) em uma bebida fermentada (Moreno; Stiebe; Michielin, 2021). A sua quantidade e o tipo de açúcar utilizado no processo influenciam a composição e a concentração de compostos químicos no produto final, como a formação de etanol e ácido láctico, os quais alteram o sabor da bebida, além do teor de polifenóis totais que são modificados devido a mudanças na fermentação e pH da kombucha (Freitas, 2022).

Dentre os açúcares presentes no mercado, a sacarose é a fonte de carbono mais utilizada na produção de kombucha, possuindo como função tecnológica adoçar a bebida e contribuir para a sua viscosidade, além de também possuir importância como substrato na fermentação e na formação do *SCOBY* (Freitas, 2022).

Durante a fermentação, a sacarose é hidrolisada, formando glicose e frutose e, em seguida, as leveduras presentes no processo transformam a glicose em dióxido de carbono (CO_2) e álcool etílico, os quais serão responsáveis pelos atributos sensoriais da kombucha (Moreno; Stiebe; Michielin, 2021). Além disso, as bactérias *Gluconacetobacter* e *Acetobacter* utilizam a glicose para a produção de ácido glucônico e etanol, que serão importantes na produção do ácido acético gerado a partir da fermentação seguinte (Freitas, 2022). Por fim, a sacarose é utilizada pelas bactérias acéticas como fonte de carbono no processo de formação de um material polissacarídeo, uma espécie de “gelatina”, considerado como um metabólito secundário da fermentação e que dará origem a um novo *SCOBY* (Moreno; Stiebe; Michielin, 2021).

Os demais açúcares encontrados no mercado, como lactose, glicose e frutose, também podem ser utilizados na produção de kombucha, como substituição à sacarose. Entretanto, estes

podem influenciar na formação do etanol e do ácido acético, além de também interferir no sabor da bebida e no teor de polifenóis totais presentes na kombucha (Freitas, 2022).

4.3.4 Culturas simbióticas de bactérias e leveduras (*SCOBY*)

A cultura de bactérias e leveduras (*SCOBY*) da kombucha, também conhecida por “fungo do chá”, é uma colônia de microrganismos em simbiose que formam um biofilme, o qual flutua na parte superior da bebida durante seu preparo. É responsável por realizar a fermentação do chá e inibir a proliferação de contaminantes na bebida (Moreno; Stiebe; Michielin, 2021).

O “*SCOBY* mãe”, quando adicionado na infusão, apresenta tendência de afundar. Entretanto, após alguns dias, o “*SCOBY* filho” se forma na superfície da infusão. Em cada nova fermentação realizada, novas camadas de biofilme são formadas. Neste material gelatinoso encontra-se alta concentração e variedade de aminoácidos e polissacarídeos, sendo justificado pela capacidade das bactérias presentes de produzir este composto a partir das fontes de nitrogênio e carbono do chá (Freitas, 2022).

As bactérias acéticas são as predominantes na kombucha, com os principais gêneros sendo *Acetobacter*, *Komagataeibacter* e *Gluconacetobacter* e as principais espécies sendo *A. xylinum*, *A. aceti*, *A. pasteurianus*, *K. xylinus* e *Gluconacetobacter oxydans*. A bactéria *Acetobacter xylinum* produz a película de celulose presente na superfície da bebida fermentada (Freitas, 2022). A composição microbiológica da kombucha varia pelas condições de fermentação, como tempo e temperatura (Moreno; Stiebe; Michielin, 2021). A temperatura ideal desta etapa encontra-se entre 18 a 28 °C. Após o processo de fermentação, os microrganismos presentes no *SCOBY* continuam presentes na kombucha (Moreno; Stiebe; Michielin, 2021), caso a bebida não passe por nenhum tratamento térmico posterior.

As leveduras mais comumente encontradas na cultura do *SCOBY* e que participam da etapa de fermentação são: *Schizosaccharomyces pombe*, *Saccharomyces Ludwig*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Brettanomyces bruxellensis*, *Brettanomyces lambicus*, *Zygosaccharomyces bailli* e *Candida stellate*. De forma geral, estes microrganismos liberam a enzima sacarase que hidrolisa a sacarose em glicose e frutose, e fermentam gerando CO₂ e etanol. As leveduras pertencentes ao gênero *Zygosaccharomyces* e *Saccharomyces* são encarregadas pelos aromas frutados produzidos durante a fermentação da bebida. Já na fermentação das leveduras *Kloeckera* e *Hanseniaspora* são gerados ésteres voláteis e ácidos orgânicos, responsáveis por proporcionar o aroma semelhante ao da sidra (Moreno; Stiebe; Michielin, 2021).

As bactérias ácido lácticas dos gêneros *Liquorilactobacillus*, *Ligilactobacillus*, *Lactobacillus* e a espécie mais encontrada *Lactobacillus kefiranofaciens* subsp. *kefirgranum*. Estas auxiliam no crescimento das bactérias acéticas e atuam conferindo propriedades probióticas juntamente com a produção de prebióticos, como polissacarídeos produzidos pelo *Liquorilactobacillus satsumensis* (Freitas, 2022).

Podem ocorrer variações na concentração de bactérias acéticas, bactérias lácticas e leveduras encontradas no *SCOBY*, ocasionadas pelos diferentes tipos de gêneros, espécies e classes desses microrganismos que são encontrados e identificados em cada região, matérias-primas utilizadas e condições de tempo e temperatura na fermentação. Essas variações resultam em mudanças no teor de ácidos orgânicos, vitaminas, enzimas e compostos com atividade antioxidante produzidos, dando origem a bebidas com uma diversidade de características organolépticas (Freitas, 2022).

Algumas referências de condições de tempo e temperatura comumente utilizadas para a fermentação de kombucha, utilizando chá verde e chá preto, encontram-se listadas na Tabela 2.

Tabela 2: Condições de tempo e temperatura para fermentação de kombucha

Substrato	Tempo (dias)	Temperatura (°C)
	10	28
Chá verde	17	20-22
	21	30
Chá preto	15	30
	21	24
	25	20

Fonte: Martin; Lindner, 2022.

Dessa forma, diferentes combinações de binômio tempo x temperatura são possíveis, com períodos variando entre sete e trinta dias de fermentação, e faixas de temperatura entre 20 a 30 °C. Devido a variação do binômio de acordo com a espécie e, dessa forma, não existindo uma padronização quando ao binômio ideal, utiliza-se a medida do pH para determinar o momento ideal para interromper o processo fermentativo. Sendo assim, valores próximos a 3,0 são considerados adequados para o término da fermentação, tendo em vista que a maior parte dos microrganismos deterioradores não são capazes de crescer em valores abaixo de 4,0. Além

disso, deve-se respeitar os valores de pH determinados pela legislação vigente, com o pH mínimo 2,5 e máximo 4,2 (Martin; Lindner, 2022).

4.4 Composição química da Kombucha

Como mencionado nos tópicos anteriores, a kombucha apresenta uma composição rica devido à presença de diferentes tipos de compostos orgânicos, vitaminas, minerais e outras substâncias antioxidantes. A presença e a proporção entre cada um deles podem variar (Martin; Lindner, 2022). Na Tabela 3 é definida a composição química geral da kombucha, considerando a concentração inicial da sacarose e o tempo de fermentação.

Tabela 3: Composição química geral da kombucha

Composto	Concentração	Concentração inicial da sacarose (g/L)	Tempo (dias)
	5,6 g/L	70	15
Ácidos orgânicos	Ácido acético	8,36 g/L	100
		11 g/L	100
	Ácido glucônico	39 g/L	100
	Ácido glicurônico	0,016 g/L	70
	Ácido láctico	0,18 g/L	100
Vitaminas	Vitamina B1	0,74 mg/mL	70
	Vitamina B2	8 mg/100 mL	70
	Vitamina B6	0,52 mg/mL	70
	Vitamina B12	0,84 mg/mL	70
	Vitamina C	25 mg/L	70
Outros compostos	Etanol	5,5 g/L	100
	Proteínas	3 mg/mL	100
	Poli fenóis	7,8 Mm GAE	100
Minerais	Cu, Fe, Mn, Ni, Zn	0,1 - 0,4 ug/mL	70
Ânions	F, Cl, Br, I, NO ₃ , HPO ₄ , SO ₄	0,04 - 3,2 mg/g	100

Fonte: Martin; Lindner, 2022.

As mudanças na composição química da kombucha ocorrem durante o processo de fermentação, variando de acordo com o chá utilizado, quantidade de açúcar e folhas, período de fermentação, temperatura de incubação e composição do *SCOBY*. Além disso, na fermentação acontece a liberação de compostos bioativos e a concentração inicial desses compostos pode ser alterada devido à atividade metabólica dos microrganismos presentes no *SCOBY* (Medeiros *et al.*, 2023).

4.5 Benefícios à saúde associado ao consumo de Kombucha

A denominação de alimento funcional surgiu nos anos 90, no Japão, como “*foods for specified health use*” traduzido como “alimento específico para a saúde”. Essa denominação começou a ser adotada para alimentos utilizados em dietas direcionadas para promover benefícios à saúde, além de oferecerem ao indivíduo os nutrientes básicos dos quais necessita (Barbosa; Costa; Araújo, 2020).

A Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999 (ANVISA), define alegações de alimentos funcionais como:

“Alegação de propriedade funcional é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano”.

Nesta mesma resolução, tem-se também a definição de alegação de propriedade de saúde, definida como:

“Aquele que afirma, sugere ou implica a existência da relação entre o alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada à saúde”.

O mercado dos alimentos funcionais se relaciona com a conscientização dos consumidores que estão em busca de uma alimentação mais saudável, o reconhecimento dos órgãos reguladores dos benefícios desses alimentos e o potencial econômico do produto. Em suma, é um mercado novo, com previsão de alto crescimento, inovações e diversificação de produtos, como a kombucha (Barbosa; Costa; Araújo, 2020).

O aumento do consumo da kombucha nos últimos anos foi ocasionado pela preocupação dos consumidores com a saúde e, conseqüentemente, a busca constante de novos alimentos e bebidas que apresentem efeitos benéficos e que estejam disponíveis no mercado alimentício. Esta bebida funcional está inserida em um mercado em ascensão, com crescimento promissor nos próximos anos. A kombucha, bebida fermentada com efeitos funcionais, é rica em compostos bioativos e diversos efeitos benéficos têm sido associados ao seu consumo

frequente. Existem estudos e pesquisas sendo realizados para avaliação do seu benefício à saúde e em melhorias no processamento, formulação e embalagens, a fim de otimizar a produção da bebida e aumentá-la para uma escala maior (Barros; Freitas, 2020).

O chá proveniente da planta *Camellia sinensis* é um alimento funcional que apresenta benefícios à saúde, sendo este o chá mais utilizado da produção de kombucha. Antigamente, este chá era consumido como erva medicinal com fins fitoterápicos e, devido aos seus diversos efeitos funcionais, pode ser considerado como um alimento funcional (Barbosa; Costa; Araújo, 2020). A presença de compostos químicos como: polifenóis (catequinas e flavonoides), alcaloides (cafeína, teobromina, teofilina), óleos voláteis, aminoácidos, polissacarídeos e vitaminas, são importantes para os efeitos funcionais relacionados ao consumo desse chá (Freitas, 2022).

Além do chá, a composição química e microbiana da kombucha é um dos aspectos mais estudados, com o objetivo de compreender os efeitos da ingestão desta bebida na saúde dos consumidores. Os compostos presentes em sua composição química, como polifenóis, flavonoides, fenóis, carotenoides e microrganismos probióticos possuem função tecnológica na bebida e são capazes de fornecer benefícios à saúde dos consumidores, sendo um alimento funcional, que possui efeito antibiótico, ação antioxidante, potencializa as funções hepáticas, possui capacidade de combater a hipertensão, pode provocar redução dos níveis de colesterol e inibição da oxidação da lipoproteína de baixa densidade (LDL) devido aos polifenóis presentes, evitando o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, entre outros (Freitas, 2022). Dentre os compostos que possuem vasta importância em seu potencial benéfico, os principais presentes em sua composição química são: polifenóis, ácido acético e ácido glucurônico. O efeito sinérgico desses componentes torna a kombucha uma bebida com propriedades essenciais para o organismo. Além disso, a cultura de microrganismos probióticos presentes na kombucha atua na exclusão de patógenos, na estimulação do sistema imunológico, no tratamento de problemas gastrointestinais, aumento de vitaminas no organismo e redução de problemas no sistema nervoso (Barros; Freitas, 2020).

Alguns estudos são relacionados ao efeito da kombucha na redução da propagação do câncer, melhoramento do sistema imune, inibição do desenvolvimento e crescimento de doenças neurodegenerativas, entre outros casos. Em um estudo realizado na Índia, com o objetivo de avaliar os efeitos do consumo da kombucha em ratos com diabetes induzida, foram observados níveis reduzidos de glicose no soro após o consumo do chá preto e kombucha de chá preto liofilizado. Entretanto, a kombucha foi mais efetiva que o chá preto durante o processo

de reparação dos danos causados no tecido pela indução da diabetes através da aloxana (Bhattacharya; Gachhui; Sil, 2013).

Ademais, em outro estudo relacionado à diabetes do tipo 1, a qual apresenta sintoma característico de perda de peso, a kombucha feita através de chá verde auxiliou no controle da perda de peso. Isto foi atribuído à presença das catequinas e dos ácidos acético e glucurônico presentes na bebida (Hosseini *et al.*, 2015).

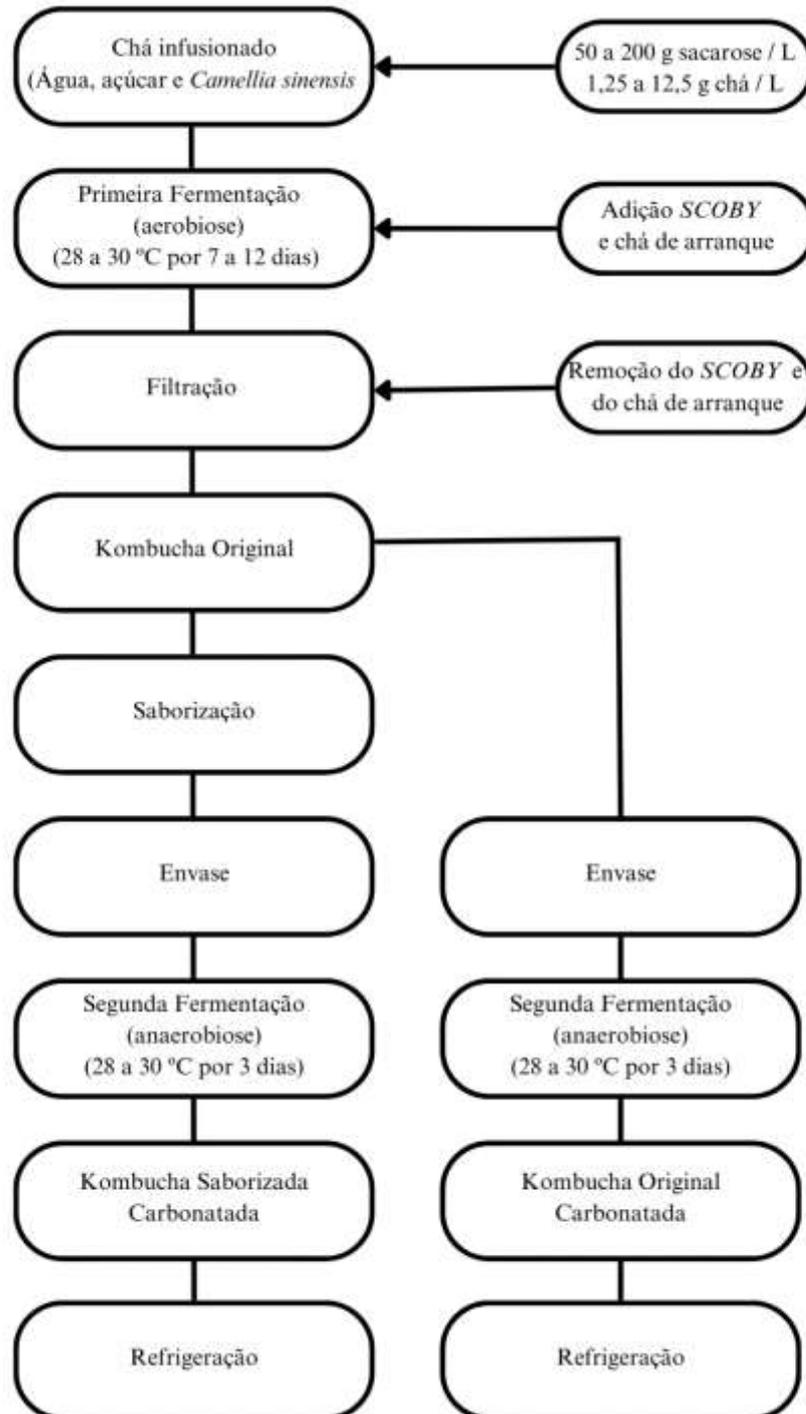
Em outro estudo feito Bellassoued *et al.* (2015), foi avaliado a redução dos níveis de colesterol total, triglicerídeos e colesterol lipoprotéico de baixa densidade (LDL-Colesterol) em ratos com alimentação rica em colesterol, após o consumo 5 mL de chá verde e kombucha de chá verde, todos os dias durante 16 semanas, percebeu-se que a kombucha contribuiu na diminuição dos níveis de LDL-Colesterol. Este resultado foi relacionado com o efeito da kombucha na inibição da absorção do colesterol dietético pelo organismo ou pelo auxílio da excreção do colesterol através das fezes. Por fim, o efeito da kombucha de chá preto em ratos com danos hepáticos induzidos foi avaliado por 3 semanas em um estudo realizado por Kabiri *et al.* (2014). Neste estudo, observou-se a capacidade do consumo de kombucha em manter a integridade celular das células hepáticas danificadas.

Em suma, a kombucha possui elevado valor nutricional, promovendo benefícios à saúde pela sua composição química, auxiliando no bom funcionamento do organismo e no bem-estar. Além disso, os processos fermentativos ajudam na bioconversão de compostos em metabólitos utilizados pelo organismo, aumentando seu potencial antioxidante. A kombucha pode possuir efeitos relacionados à prevenção do câncer, alívio de artrites, melhora na imunidade, atividade anti-hipertensiva, anticolerestêmica, anti-inflamatória e antimicrobiana (Martin; Lindner, 2022; Medeiros *et al.*, 2023).

4.6 Processamento tecnológico de kombucha

A kombucha pode ser produzida de maneira artesanal ou em escala industrial, variando de acordo com a infraestrutura disponível para sua fabricação. Entretanto, a forma de preparo e os cuidados de manipulação de sua produção são os mesmos (Martin; Lindner, 2022), como demonstrado no fluxograma de processamento na Figura 1.

Figura 1: Fluxograma de processamento de Kombucha



Fonte: Autor, 2024.

De forma breve, as etapas de processamento da kombucha iniciam-se com o preparo do chá infusado, seguido da primeira fermentação em aerobiose. Em seguida, a bebida é saborizada e carbonatada em garrafas ou latas adequadas, passando para a segunda fermentação.

As embalagens devem suportar a pressão que é ocasionada pelo gás presente na bebida (Martin; Lindner, 2022). Em seguida, cada etapa de fabricação da kombucha será abordada.

4.6.1 Chá Infusionado

Para o preparo do chá infusionado de chá verde ou chá preto, é necessário realizar o processo de recepção das matérias-primas e insumos para posterior inspeção e seleção de acordo com os parâmetros de qualidade. Em seguida, os produtos devem ser identificados como forma de registro e controle de data de fabricação, lote, prazo de validade e quantidade recebida. O armazenamento das matérias-primas e insumos deve ser realizado em local adequado, variando de acordo com a dependência do tipo de variável que o produto necessita para preservar sua qualidade (Érika *et al*, 2022).

Após a seleção, os insumos são previamente pesados e posteriormente encaminhados para a infusão do chá. Nessa etapa, a água potável deve ser aquecida até atingir seu ponto de ebulição ou temperatura acima de 75 °C. Em seguida, as folhas da *Camellia sinensis* são inseridas na proporção de 1,25 a 12,5 g de chá / L, por cerca de 5 a 10 minutos. Devido à sua alta capacidade antioxidante, esse tempo garantirá a extração de uma alta quantidade de compostos bioativos presentes nas folhas. A sacarose é então adicionada na proporção de 50 a 200 g de sacarose por L, e será dissolvida no chá quente. Posteriormente, o chá é resfriado até próximo à temperatura ambiente, variando de 25 a 36 °C (Érika *et al*, 2022; Nascimento, 2022; Martin; Lindner, 2022).

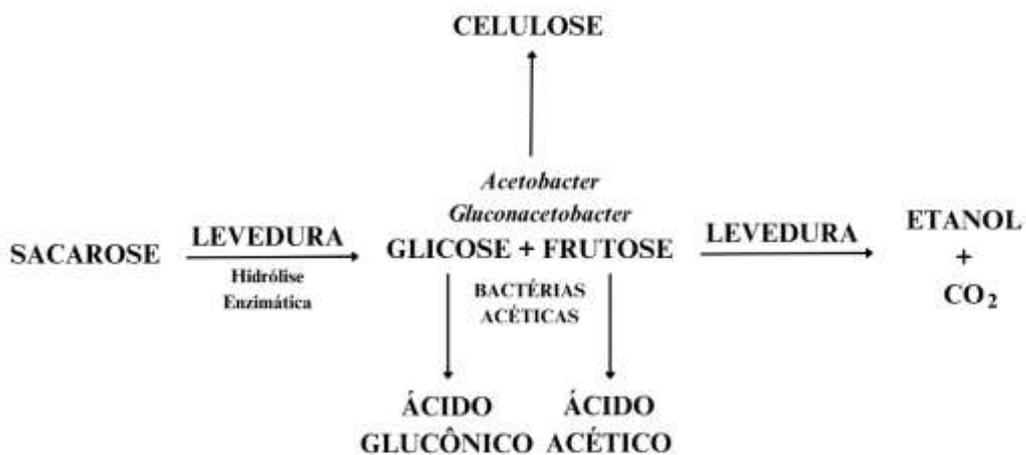
4.6.2 Primeira Fermentação

O processamento da kombucha consiste na mistura do chá infusionado e adoçado com a cultura simbiótica de bactérias e leveduras. O *SCOBY* necessita de um cuidado específico, visto que precisa ser continuamente alimentado quando não estiver em uso nos tanques de fermentação, de forma que o seu acondicionamento deve ser feito em tanques de descanso junto com água mineral, para sua higienização a cada produção realizada, e sacarose (Correa, 2023).

A produção de kombucha consiste em duas principais etapas: primeira fermentação e segunda fermentação. A primeira fermentação ocorre através da respiração aeróbia, na faixa de temperatura entre 28 a 30 °C (Nascimento, 2022; Martin; Lindner, 2022). Esta etapa de fermentação deve ocorrer de 7 a 10 dias, períodos maiores podem ocasionar acidez excessiva e sabor avinagrado na bebida. Além disso, esse processo pode ser realizado em dornas de fermentação de diferentes tamanhos, com a capacidade variando de acordo com a quantidade a ser produzida (Nascimento, 2022).

No início da fermentação, as leveduras atuam no processo de hidrólise enzimática da sacarose em glicose e frutose, por serem capazes de liberar a enzima invertase no meio fermentativo. Assim, estes açúcares fermentescíveis serão utilizados na produção de etanol e gás carbônico (CO₂), pela própria levedura. As bactérias acéticas são responsáveis por produzirem a película celulósica que irá gerar um novo *SCOBY* e realizam a produção do ácido acético, ácido glucônico e ácido glucurônico (Martin; Lindner, 2022), conforme demonstrado na Figura 2. Estas utilizam o álcool produzido pela levedura na produção de ácido acético, a partir da conversão de etanol em acetaldeído pela enzima álcool desidrogenase e pela conversão do acetaldeído a ácido acético pela enzima aldeído desidrogenase (Martin; Lindner, 2022). Após esse processo, devido à produção dos ácidos orgânicos, ocorre a redução do pH, o que torna a bebida com caráter acético, influenciando em seu sabor (Martin; Lindner, 2022).

Figura 2: Principal atividade metabólica da fermentação



Fonte: Autor, 2024.

Ao final do processo da primeira fermentação, as espécies de leveduras e bactérias atuam juntas, produzindo dois produtos, sendo eles o líquido fermentado e o material celulósico (Leonarski, 2020). O crescimento acelerado das bactérias acéticas no processo diminui o oxigênio dissolvido no líquido fermentado e, então, inicia-se a produção da celulose bacteriana, com crescimento maior na região próxima à interface líquido/ar, pela presença da maior quantidade de oxigênio. Portanto, a transformação do substrato ocorre na fração líquida, no

caso o chá infusado e adoçado, e na fração sólida, no caso da película de celulose bacteriana (Martin; Lindner, 2022).

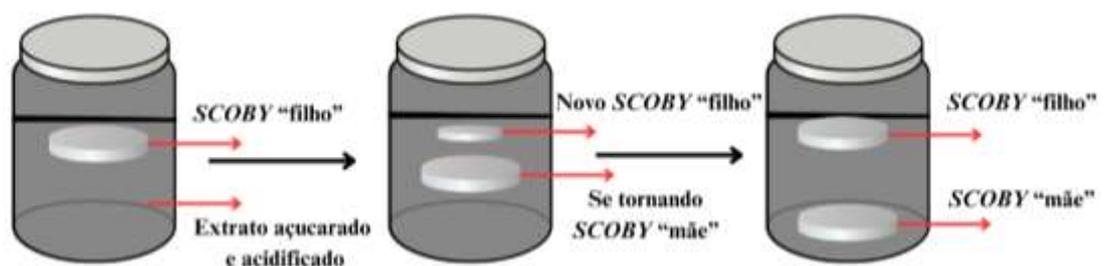
No início da fermentação, o teor de sólidos solúveis (TSS) deve ser de 8,0 – 10,0 °Brix e o pH entre 4,0 – 4,5. Já no fim do processo fermentativo, deve-se encontrar TSS de 5 – 6 °Brix e pH 3,0 - 3,5. O controle destes parâmetros de qualidade na etapa de fermentação é importante para garantir a qualidade do produto (Correa, 2023).

4.6.2.1 Produção da Celulose

O material celulósico é produzido na fermentação pelas bactérias do ácido acético, as quais são capazes de produzir celulosas de alto grau de cristalinidade e pureza. Os principais gêneros de bactérias produtoras de celulose são *Acetobacter xylooides*, *Acetobacter xylinus*, *Acetobacter aceti*, *Acetobacter pasteurianus*, e *Gluconacetobacter sacchari* (Leonarski, 2020).

O processo de formação da celulose na fermentação da kombucha consiste no alargamento do *SCOBY* “filho” que foi previamente fermentado, se tornando o *SCOBY* “mãe”. Logo, o novo *SCOBY* “filho” é formado na superfície do líquido açucarado e será utilizado novamente em uma próxima fermentação, enquanto o *SCOBY* “mãe” se deposita no fundo do recipiente (Leonarski, 2020), conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3: Formação do *SCOBY* “filho” a partir do *SCOBY* “mãe”



Fonte: Autor, 2024.

A celulose bacteriana é composta por fibrilas de celulose pura, apresentando alta capacidade retenção de água e termoestabilidade. Considerada como um produto secundário de produção, seu custo é inferior quando comparado à produção por outros métodos. Dessa forma, sua produção durante o processo de fabricação da kombucha, torna a bebida um potencial

alternativo de produção da celulose (Leonarski, 2020). Um exemplo de membrana de celulose está demonstrado na Figura 4.

Figura 4: Demonstração de membrana de celulose



Fonte: Rigoni, 2022.

4.6.3 Filtração

Após a etapa da primeira fermentação, a bebida é filtrada com o objetivo de remover o *SCOBY*, o chá de arranque e sólidos suspensos presentes na bebida. Em seguida, a kombucha pode ser encaminhada para a etapa de saborização (etapa opcional), seguida do envase e, por fim, a segunda fermentação.

4.6.4 Envase, segunda fermentação e etapas adicionais

A segunda fermentação ocorre em anaerobiose, entre 28 a 30 °C durante 2 a 4 dias, em equipamentos fechados ou já dentro da embalagem, para ocorrer a carbonatação da bebida. De forma alternativa, as indústrias também podem utilizar a carbonatação forçada para garantir que o teor alcoólico seja inferior a 0,5% (v/v), limite estabelecido pela legislação, para ser denominada como bebida não alcoólica (Medeiros et al., 2023).

Nessa etapa, pode-se adicionar aromas, frutas, sucos de frutas, especiarias, entre outros aditivos que auxiliam no aumento da carbonatação e na saborização da bebida, sendo um processo opcional (Medeiros *et al.*, 2023; Nascimento, 2022), conforme demonstrado no

fluxograma da Figura 1. Com a adição dos novos ingredientes, a segunda fermentação é uma etapa utilizada para acrescentar sabor à kombucha. Entretanto, essa etapa também contribui para a melhora da composição química da bebida, aumentando sua atividade antioxidante e agregando os benefícios à saúde ocasionados com o consumo da bebida (Nascimento, 2022).

O envase pode ser realizado em seguida da filtração da primeira fermentação, no caso da kombucha original, sem saborização. Assim, ainda na embalagem, ocorre a segunda fermentação em anaerobiose, formando a “Kombucha Original Carbonatada”. No caso de kombuchas saborizadas, o envase é feito após a saborização da bebida. Neste caso, após o envase das kombuchas saborizadas, ocorre a segunda fermentação em anaerobiose formando, assim, a “Kombucha Saborizada Carbonatada” (Martin; Lindner, 2022).

Em ambos os casos, a bebida pode ser envasada em garrafas previamente esterilizadas e que possuem fecho hermético, evitando a saída do gás formado durante a fermentação. As embalagens utilizadas podem ser garrafas de vidro ou de polietileno tereftalato (PET). Os volumes mais encontrados atualmente no mercado são de 310 mL (Érika *et al*, 2022). O envase pode ser feito de forma manual ou com o auxílio de máquina dosadora semiautomática, variando de acordo com o porte e estrutura da empresa fabricante.

Como etapa opcional, a carbonatação é realizada na segunda fermentação em embalagens com vedação hermética. Nesse processo, o CO_2 é retido no líquido devido ao tipo de vedação utilizada, criando pressão de gás, o que ajuda a preservar a bebida e inibir o crescimento de bactérias indesejáveis. Além disso, a pressão criada favorece a produção de compostos orgânicos ao invés do etanol (Martin; Lindner, 2022). De forma adicional, para evitar a produção de etanol durante a segunda fermentação, é necessário controlar o tempo de fermentação, pois durante esta etapa, as bactérias acéticas convertem o álcool, produzido pelas leveduras na primeira fermentação, em ácido acético e outros compostos, diminuindo a concentração de etanol produzida. Dessa forma, interromper a fermentação no tempo correto evita a produção de bebidas com menor graduação alcoólica (Martin; Lindner, 2022).

A kombucha envasada deve ser mantida em temperatura ambiente, para que ocorra a segunda fermentação da bebida. Após as etapas citadas anteriormente, as embalagens serão rotuladas, declarando o teor alcoólico (se contém acima de 0,5% v/v) e as demais informações exigidas pela legislação. É proibido o uso de termos que atribuem características superlativas ou que não são aprovadas pela legislação vigente no rótulo da kombucha (Érika *et al*, 2022).

Conforme estabelecido pela legislação citada no tópico 4.2, é autorizado o uso de processos tecnológicos adicionais aos citados para fabricação da kombucha. A pasteurização é um dos processos autorizados que visa reduzir os riscos de contaminantes indesejados na

bebida, em que o binômio tempo por temperatura utilizado nesse processo é de 82,2 °C / 30 segundos, seguido de envase. Após esse processo, a bebida deve conter pH entre 2,5 e 4,2 (Tabela 1) e pode ser armazenada em temperatura ambiente. Em seu rótulo, deve possuir a indicação de que é uma bebida pasteurizada (Martin; Lindner, 2022).

4.6.5 Armazenamento

Com a finalização da segunda fermentação, a kombucha é acondicionada em câmaras frias com temperatura média de 4,0 °C. Estas ficam acondicionadas até serem encaminhadas para os centros de distribuições a fim de serem comercializadas (Correa, 2023). Na sua comercialização, devem ser refrigeradas para garantir o consumo da bebida de forma refrescante (Érika *et al*, 2022), sendo esta uma etapa não obrigatória.

4.6.6 Controle de qualidade

Para a obtenção de um produto final de qualidade, garantindo seu consumo de forma segura, todo o processamento deve ser realizado de forma adequada, seguindo as Boas Práticas de Fabricação e Procedimentos Operacionais Padrão, com pessoas treinadas e qualificadas para realizar o processo, respeitando as condições higiênico-sanitárias necessárias (Érika *et al*, 2022). O controle de qualidade precisar ser feito em todos os processos: matérias-primas, ingredientes, equipamentos, produção, manipulação, embalagem, armazenamento, transporte e comercialização (Nascimento, 2022).

As principais etapas do controle de qualidade são: a higienização e sanitização nos ambientes de produção, equipamentos e embalagens. Também se deve analisar as temperaturas de fermentação e o pH da água. Para garantir o valor adequado de dulçor e acidez no produto final, o TSS e o pH devem ser analisados nas etapas de fermentação, averiguando se estão dentro dos limites estabelecidos pela legislação (Tabela 1). Esses fatores também auxiliam na verificação de contaminação microbiológica na bebida, visto que a faixa do pH deve estar dentro do limite, caso contrário, pode indicar crescimento microbiológico indesejável e influenciar em sua qualidade (Correa, 2023).

5. MERCADO

A alimentação é uma das atividades humanas com maior importância, sendo que a nutrição, saúde, bem-estar físico e mental do indivíduo estão relacionados diretamente com a boa alimentação. Devido à sua importância, esse mercado alcança um montante superior a outros setores da economia (Barbosa; Costa; Araújo, 2020).

Os alimentos funcionais abrangem diversas categorias. Dentre elas, a categoria de bebidas é o setor mais eficaz e ativo no mercado, devido à praticidade em atender demandas distintas dos consumidores. Essas demandas variam de acordo com o conteúdo da bebida, tamanho, forma, aparência e modificações visando incorporar compostos bioativos e outros nutrientes. Além disso, a distribuição e armazenamento das bebidas apresenta uma maior facilidade se comparada à de outros alimentos (Almeida; Neto; Michielin, 2023).

O mercado consumidor de bebidas com propriedades funcionais obteve crescimento devido à conscientização da população, reconhecimento dos órgãos reguladores nos benefícios desses alimentos e seu potencial econômico. Por exemplo, o consumo da kombucha ocorreu pela substituição dos consumidores que gostariam de deixar de ingerir ou reduzir o consumo de bebidas carbonatadas, como refrigerantes, por bebidas funcionais que apresentam benefícios à saúde. Consequentemente, essa ação gerou um aumento no consumo da kombucha. Além disso, o interesse nesta bebida funcional também surgiu em consumidores de grupos de riscos, como crianças, gestantes e pacientes imunocomprometidos (Almeida; Neto; Michielin, 2023). Percebe-se então que o perfil desse mercado consumidor abrange pessoas que buscam uma alimentação funcional ou que possuem problemas de saúde, como pressão alta, diabetes, colesterol alto, desconfortos gastrointestinais, dentre outros (Barros; Freitas, 2020). Mesmo com a vasta variedade de alimentos no mercado, os estes consumidores relatam que não se importam em investir um valor a mais se o benefício do consumo lhe agrada (Barbosa; Costa; Araújo, 2020).

Conforme mencionado no parágrafo anterior, com o aumento da conscientização da população sobre a importância de se ter uma alimentação mais saudável, o consumo de bebidas funcionais e a necessidade de complementar a ingestão nutricional diária impulsionou o mercado de kombucha. Com isso, marcas próprias estão expandindo e investindo no setor de pesquisa e desenvolvimento, na busca de inovações no processo produtivo da bebida, como a combinação de novos sabores que possam agradar ao público, sabores exóticos com gengibre, limão, açafrão, abacaxi, entre outros (Mordor Intelligence, 2023). Quando se trata da escolha dos consumidores, pessoas mais idosas preferem as kombuchas originais com sabor tradicional, enquanto pessoas mais novas preferem as kombuchas saborizadas, sendo este o principal perfil consumidor das novas tendências e inovações de sabores do produto (Barros; Freitas, 2020).

Atualmente no Brasil, as principais empresas que comercializam a kombucha, são: Red Bull GmbH, Búcha Live Kombucha, Reed's Inc., The Humm Kombucha LLC, Townshend's Tea, GT's Kombucha, Kombucha Wonder Drink, Hain Celestial Group, Live Soda Kombucha, Makana Beverages Inc., KeVita, Inc, Kosmic Kombucha, Revive Kombucha, Unity Vibration

e Nessalla Kombucha (Barros; Freitas, 2020). Entretanto, espera-se que o mercado global de kombucha deva crescer a uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 9,48% durante o período de 2023 a 2028. No momento presente, este mercado contém US\$2,71 bilhões com previsão de crescimento para US\$4,26 bilhões até 2028, obtendo o dobro do faturamento em 6 anos (Mordor Intelligence, 2023).

Em suma, o mercado de kombucha encontra-se em ascensão, contando com investimentos em novas tendências de aplicações de diferentes matérias-primas e processos de produção. A busca por novas alternativas de matérias-primas na kombucha amplia as opções de sabores, alterando sua composição química e tornando a bebida com diversas possibilidades de composição bioativa, acarretando em um aumento na aceitação sensorial e podendo ampliar o perfil dos consumidores da bebida (Medeiros *et al.*, 2023).

5.1 TENDÊNCIAS

Apesar de tradicionalmente a kombucha ser feita da infusão do chá verde ou chá preto, a bebida fermentada também pode ser obtida através de outras infusões de folhas, frutos, entre outros. Entretanto, é necessário utilizar a quantidade de açúcar e *SCOBY* apropriada. Em estudos que avaliaram a substituição do substrato do chá, concluiu-se que a quantidade de polifenóis, flavonoides e atividade antioxidante foram similares ao chá tradicionalmente utilizado da planta *Camellia sinensis* (Moreno; Stiebe; Michielin, 2021). Além disso, trabalhos que utilizaram o chá de erva mate na produção da kombucha encontraram um comportamento, durante o processo de fermentação, similar à fermentação realizada com chá verde, apenas apresentando uma velocidade mais lenta de conversão da sacarose em seus substratos. Na Tabela 5 encontram-se alguns dos substratos alternativos encontrados em estudos. A utilização de substratos alternativos é vantajosa, pois cada um resulta em composições químicas diferentes, variando nos diversos benefícios que podem agregar à bebida (Moreno; Stiebe; Michielin, 2021).

É importante salientar que se forem utilizadas outras fontes a não ser a *Camellia sinensis* na fabricação de kombucha, será necessária uma adequação na definição da bebida prevista pela legislação, uma vez que o uso desta planta é requisito obrigatório atualmente.

Tabela 4: Substratos alternativos na produção de kombucha

Substrato alternativo	Objetivo do estudo	Referência
Cidreira (<i>Melissa officinalis L.</i>)	Uso de chá de erva-cidreira (<i>Melissa officinalis L.</i>) como meio alternativo para produção de kombucha	Velicanski <i>et al.</i> , 2007
Erva-cidreira, tomilho, hortelã-pimenta e sálvia	Produção de kombucha a partir de substratos alternativos	Velicanski <i>et al.</i> , 2014
Erva-mate (<i>Ilex paraguariense St. Hil.</i>)	Desenvolvimento e caracterização de kombucha produzida a partir de chá verde e extrato de erva-mate	Paludo, 2017
Café	Potencial antioxidante do café no melhoramento da fermentação da kombucha	Watawana <i>et al.</i> , 2015
Flor de café	Desenvolvimento de kombucha de flor de café	Kanniah, 2020
Hibisco	Caracterização química de kombucha à base de chá preto de hibisco	Santos <i>et al.</i> , 2018

Fonte: Martin; Lindner, 2022.

Além da substituição do substrato, a substituição da sacarose por outras fontes de açúcar também tem sido estudada, influenciando na composição química, propriedades sensoriais e biológicas da bebida. Essa alteração pode melhorar o potencial de polifenóis, atividade antimicrobiana e antioxidante, entre outros fatores (Freitas, 2022).

Outra tendência que se encontra no mercado é a fabricação da kombucha em pó, produzida por *spray dryer*. Este pó pode ser reidratado com água ou adicionado como ingrediente em alimentos e bebidas como, por exemplo, iogurtes, sopas, vitaminas, *shakes*, dentre outras aplicações, com o objetivo de agregar valor nutricional e potencializar o efeito funcional desses produtos (Martin; Lindner, 2022).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescente interesse por uma alimentação saudável e a busca por estilos de vida mais equilibrados têm impulsionado o mercado de bebidas funcionais, com destaque para a kombucha. Originária da fermentação do chá, açúcar e uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras conhecida como SCOBY, a kombucha tem conquistado consumidores em busca de benefícios para a saúde.

O reconhecimento das propriedades antioxidantes, antimicrobianas e diversos outros efeitos benéficos à saúde tem levado a um aumento significativo no consumo da bebida. A composição química rica em compostos orgânicos contribui para a prevenção de doenças, como câncer, além de oferecer propriedades anti-inflamatórias, anti-hipertensivas e melhorias na imunidade. A kombucha, nesse cenário, destaca-se como uma alternativa saudável para substituir bebidas carbonatadas, conquistando um público variado, desde aqueles que buscam uma alimentação funcional até os que enfrentam problemas de saúde específicos, como pressão alta, diabetes e colesterol elevado.

A inovação no setor, com o desenvolvimento de novos sabores e formulações, tem sido uma estratégia para atender às preferências diversificadas dos consumidores, sendo as kombuchas saborizadas preferidas pelos mais jovens, enquanto os consumidores mais velhos preferem os sabores tradicionais. Em síntese, o mercado de kombucha está em ascensão, impulsionado pela conscientização sobre hábitos alimentares saudáveis. O investimento em pesquisa e desenvolvimento, aliado à diversificação de sabores e matérias-primas, contribui para a aceitação crescente dessa bebida funcional. O desafio futuro reside na manutenção dos padrões de qualidade, regulamentação e na exploração de novas oportunidades para consolidar ainda mais o papel da kombucha no mercado de alimentos funcionais.

7. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA n° RDC N° 18, de 22 de novembro de 1999**. A Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, no uso da atribuição que lhe confere o art. 11 inciso IV do Regulamento da ANVS aprovado pelo Decreto n° 3.029, de 16 de julho de 1999, c/c o § 1° do art. 95 do Regimento Interno aprovado pela Resolução n° 1 de 26 de abril de 1999, em reunião realizada em 17 de novembro de 1999 adota a seguinte Resolução de Diretoria Colegiada e eu Diretor-Presidente determino a sua publicação. [S. l.], 17 set. 2019.

ALMEIDA, Fabiana B.; NETO, Paulo Lacerda; MICHIELIN, Eliane M. Zandonai. **Kombucha: fundamentos e perfil dos consumidores**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos com Ênfase em Alimentos Funcionais) - Instituto Federal de Santa Catarina, Xanxerê, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2863>. Acesso em: 22 nov. 2023.

BARBOSA, Sara Patrícia Chalis; COSTA, Barbara Regina Lopes; ARAÚJO, Richard Medeiros de. **Teste de conceito da bebida kombucha: um estudo de marketing**. Nucleus, Ituverava, v. 17, n. 1, p. 95-115, 28 fev. 2020. DOI 10.3738/1982.2278.3764. Disponível em: <https://nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/3764/3226>. Acesso em: 22 nov. 2023.

BARROS, Vinicius Costa; FREITAS, Adriana Crispim de. **Perfil de Consumidores de Kombucha no Brasil e no Mundo**. Convibra, Maranhão, 2020. Disponível em: https://convibra.org/congresso/res/uploads/pdf/artigo27320_4_20202443.pdf. Acesso em: 22 nov. 2023.

BELLASSOUED, Khaled *et al.* **Protective effect of kombucha on rats fed a hypercholesterolemic diet is mediated by its antioxidant activity**. *Pharmaceutical Biology*, [S. l.], v. 53, n. 11, p. 1699–1709, 2015.

BHATTACHARYA, Semantee; GACHHUI, Ratan; SIL, Parames C. **Effect of Kombucha, a fermented black tea in attenuating oxidative stress mediated tissue damage in alloxan induced diabetic rats**. *Food and Chemical Toxicology*, v. 60, p. 328–340, 2013.

CAVICCHIA, Luis; ALMEIDA, Martha. **Health benefits of Kombucha: drink and its biocellulose production**. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, [S. l.], p. 1-3, 16 jan. 2023.

CORREA, Thulio. **Acompanhamento da cadeia produtiva da kombucha: uma experiência a partir da empresa DÊVI**. Orientador: Paulo Dabdab Waquil. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Agrônoma) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/259962>. Acesso em: 22 nov. 2023.

ÉRIKA, Francisquini Arruda *et al.* **Elaboração de Kombucha e Orientações sobre as Boas Práticas de Fabricação**. *Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente*, Rio de Janeiro, v.

2, n. 7, p. 1-22, 7 jan. 2022. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/alimentos/article/view/2026>. Acesso em: 22 nov. 2023.

FREITAS, ANA KAROLINE NOGUEIRA. **Efeito da adição de suco clarificado de caju nas características tecnológicas e propriedades sensoriais da kombucha**. Orientador: Nédio Jair Wurlitzer. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM ALIMENTOS) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, Fortaleza, 2022. Disponível em: <https://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/67712?mode=full>. Acesso em: 16 nov. 2023.

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.

HOSSEINI, Seyed Ahmad *et al.* **A comparison between the effect of green tea and Kombucha prepared from green tea on the weight of diabetic rats**. *Biomedical and Pharmacology Journal*, v. 12, p. 141–146, 2015.

KABIRI, Najmeh *et al.* **Protective effect of kombucha tea on liver damage induced by thioacetamide in rats**. *Journal of Biological Sciences*, v. 14, n. 5, p. 343–348, 2014.

KANNIAH, J. **Una tostaduría de Brasil lanza la kombucha de flor de café**. Perfect Daily Grind, 2020.

LEONARSKI, Eduardo. **Produção de bebida tipo kombucha e celulose bacteriana utilizando subproduto da acerola como matéria-prima**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/220480>. Acesso em: 22 nov. 2023.

MAPA. Instrução Normativa nº 41, de 17 de setembro de 2019. **Estabelece o Padrão de Identidade e Qualidade da Kombucha em todo o território nacional**. [S. l.], 18 set. 2019.

MARTIN, José; LINDNER, Juliano. **Microbiologia de Alimentos Fermentados**. [S. l.]: Blucher, 2022.

MEDEIROS, Jackson Andson de *et al.* **Ciência e Tecnologia de Alimentos: Pesquisas e Avanços**. 4. ed. São Paulo: Agron Food Academy, 2023. 413 p. v. 4. DOI doi.org/10.53934/9786585062060. Disponível em: https://convibra.org/congresso/res/uploads/pdf/artigo27320_4_20202443.pdf. Acesso em: 22 nov. 2023.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **INSTRUÇÃO NORMATIVA nº 41, de 17 de setembro de 2019**. O MINISTRO DE ESTADO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO SUBSTITUTO, no uso da atribuição que lhe confere o art. 87, parágrafo único, inciso II, da Constituição, com base no art. 1º, inciso III, do Decreto nº 8.851, de 20 de setembro de 2016, tendo em vista o disposto na Lei nº 8.918,

de 14 de julho de 1994, no Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, e o que consta do Processo nº 21000.052620/2017-51. [S. l.], 17 set. 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. [S. l.], 4 mai. 2021.

MORDOR INTELLIGENCE. **Tamanho do mercado de Kombucha e análise de ações: tendências e previsões de crescimento (2023 – 2028)**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/kombucha-market>. Acesso em: 22 nov. 2023.

MORENO, Helenita; STIEBE, Jessica; MICHIELIN, Eliane Maria Zandonai. **Kombucha: Produção, Consumo e Potencialidades, uma revisão**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos com Ênfase em Alimentos Funcionais) - Instituto Federal de Santa Catarina, [S. l.], 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2293>. Acesso em: 16 nov. 2023.

NASCIMENTO NETO, Luiz Silva do. **Processamento industrial de kombucha com resíduo do pseudofruto do cajueiro (*Anacardium occidentale*)**. 2022. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

PALUDO, Natália. **Desenvolvimento e caracterização de kombucha obtida a partir do chá verde e extrato de erva-mate: processo artesanal e escala laboratorial**. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

RIGONI, Carolina. **Produção de celulose bacteriana por scoby de kombucha em comparação à bactéria *Gluconacetobacter xylinus***. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Biotecnologia Industrial) - Universidade Cruzeiro do Sul, [S. l.], 2022. Disponível em: <https://repositorio.cruzeirodosul.edu.br/handle/123456789/3801>. Acesso em: 22 nov. 2023.

SANTOS, Y. M. A. *et al.* **Caracterização química de kombucha a base de chás de hibisco de preto**. Revista Brasileira de Agrotecnologia, v. 3, p. 0–5, 2018.

VELIĆANSKI, A. S, *et al.* **Antimicrobial and antioxidant activity of lemon balm kombucha**. *Acta Periodica Technologica*. v. 38. 2007.

VELIĆANSKI, A. S, *et al.* **Antioxidant and Antibacterial Activity of the Beverage Obtained by Fermentation of Sweetened Lemon Balm^[1](*Melissa officinalis* L.) Tea with Symbiotic Consortium of Bacteria and Yeasts**. *Food Technol Biotechnol*. 2014.

VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. **Indústria de bebidas**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2011. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 12 dez. 2023.

WATAWANA, M. I, *et al.* **Enhancement of the functional properties of coffee through fermentation by “tea fungus” (kombucha).** *Journal of Food Processing and Preservation*, v. 39, p. 2596-2603, 2015.