



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CAMPUS I - CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA INDUSTRIAL

Gabriella Saraiva de Lira Silva

**AVALIAÇÃO CINÉTICA DA OBTENÇÃO DE KOMBUCHA À BASE DE CHÁ
MATE (*ILEX PARAGUARIENSIS*) COM DIFERENTES FONTES DE CARBONO**

João Pessoa-PB

2023

Gabriella Saraiva de Lira Silva

**AVALIAÇÃO CINÉTICA DA OBTENÇÃO DE KOMBUCHA À BASE DE CHÁ
MATE (*ILEX PARAGUARIENSIS*) COM DIFERENTES FONTES DE CARBONO**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em Química
Industrial, submetido ao Curso de Graduação
em Química Industrial – Bacharelado, da
Universidade Federal da Paraíba.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Bispo de Sousa

João Pessoa-PB

2023

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586a Silva, Gabriella Saraiva de Lira.

Avaliação cinética da obtenção de kombucha à base de chá mate (*ilex paraguariensis*) com diferentes fontes de carbono / Gabriella Saraiva de Lira Silva. - João Pessoa, 2023.

42 f. : il.

Orientação: Carlos Alberto Bispo de Sousa.
TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. bebida fermentada; alimento funcional; SCOBY. I.
Bispo de Sousa, Carlos Alberto. II. Título.

UFPB/CT

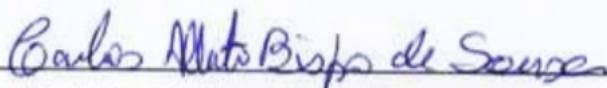
CDU 66.01(043.2)

Gabriella Saraiva de Lira Silva

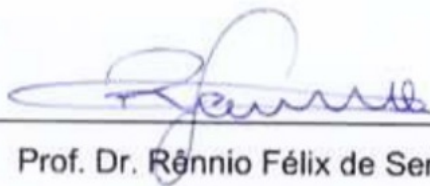
**AVALIAÇÃO CINÉTICA DA OBTENÇÃO DE KOMBUCHA À BASE DE CHÁ
MATE (*ILEX PARAGUARIENSIS*) COM DIFERENTES FONTES DE CARBONO**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em Química
Industrial, submetido ao Curso de Graduação
em Química Industrial – Bacharelado, da
Universidade Federal da Paraíba.

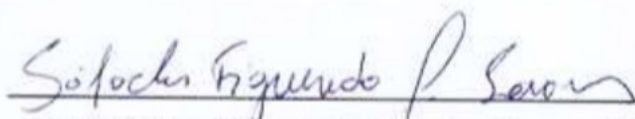
Data de aprovação: 06/11/2023



Prof. Dr. Carlos Alberto Bispo de Sousa
(Presidente/Orientador)



Prof. Dr. Rênio Félix de Sena (Examinador)
(DEQ/CT/UFPB)



Dr. Sófacles Figueredo Carreiro Soares (Examinador)
(DEQ/CT/UFPB)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a mim, por ter perseverado e enfrentado todas as dificuldades para finalmente chegar até aqui.

Agradeço a instituição UFPB e a todos os professores que foram essenciais para o meu processo de formação profissional e acadêmica, em especial o meu orientador, Prof. Dr. Carlos Alberto Bispo de Souza, que não mediu esforços para me ajudar a desenvolver este trabalho.

Agradeço também aos meus pais (Hiratelma e Francisco) e a meus irmãos (Maria Izabella e Thalles) por me apoiarem, acreditarem e se orgulharem de mim desde o começo.

Agradeço imensamente ao meu noivo (Juan) que esteve presente durante toda a minha graduação, me ajudando em todos os momentos, fáceis ou difíceis, incentivando-me de todas as formas possíveis, e que sempre demonstrando seu enorme interesse em tudo que eu aprendo ou tenho para falar.

Agradeço aos amigos feitos durante o curso em especial aos queridos irmãos que a graduação me deu (Elisabely, Thiago e Eudes) com quem dividi 4 anos de risadas, brincadeiras, tristezas e problemas. Com vocês os momentos pesados e difíceis se tornaram muito mais fáceis, e assim todo o processo se tornou mais suave. Obrigado por estarem sempre comigo.

“Acreditando apaixonadamente em alguma coisa que ainda não existe, nós a criamos. O inexistente é tudo que não desejamos o suficiente” – Franz Kafka

RESUMO

A kombucha é uma bebida de origem chinesa com propriedades probióticas tradicionalmente preparada a partir da fermentação do chá verde ou preto (*Camellia Sinensis*). Para iniciar o processo de fermentação, é usado como inóculo o SCOBY, uma sigla em inglês para *Symbiotic Culture Of Bacteria and Yeast*, que contém as colônias de bactérias e leveduras responsáveis pela fermentação. O carboidrato mais comumente utilizado no processo de fermentação da kombucha é o açúcar comum, que consiste em cerca de 99% de sacarose em sua composição. Além disso, outras fontes ricas em carboidratos, juntamente com outros componentes de interesse, incluem o mel de abelha (*apis mellifera*) e o xarope de agave. Neste trabalho foi realizado o acompanhamento cinético durante as fermentações das kombuchas a base de chá mate usando mel de abelhas, xarope de agave e açúcar cristal como fontes de carboidratos. Para a fermentação foi utilizado: 10% de inóculo e 50 g/L das diferentes fontes de carbono. A fermentação foi acompanhada durante 14 dias. Durante esse trabalho pode-se observar que tanto a kombucha preparada com mel de abelha, quanto a preparada com xarope de agave tiveram resultados semelhantes com relação ao pH e a acidez. Em relação ao consumo de carboidratos, as três kombuchas apresentaram apenas pequenas variações, nos levando a acreditar que os microrganismos fizeram uso de outros componentes presentes no chá.

Palavras-chave: bebida fermentada; alimento funcional; SCOBY; chá Mate; mel; xarope de agave.

ABSTRACT

Kombucha is a beverage of Chinese origin with probiotic properties traditionally prepared from the fermentation of green or black tea (*Camellia Sinensis*). To start the fermentation process, SCOBY is used as an inoculum, an acronym in English for *Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*, which contains the colonies of bacteria and yeasts responsible for fermentation. The most used carbohydrate in the kombucha fermentation process is common sugar, which consists of around 99% sucrose in its composition. Other sources rich in carbohydrates, along with other components of interest, include bee honey (*Apis mellifera*) and agave syrup. In this work, kinetic monitoring was carried out during the fermentations of kombuchas based on mate tea using bee honey, agave syrup, and crystal sugar as carbohydrate sources. For fermentation, 10% inoculum, and 50 g/L of different carbon sources were used. The fermentation was monitored for 14 days. During this work, it was observed that both the kombucha prepared with bee honey and the one prepared with agave syrup had similar results in relation to pH and acidity. Regarding carbohydrate consumption, the three kombuchas showed only small variations, leading us to believe that the microorganisms used other components in the tea.

Keywords: Fermented drink; Functional food; SCOBY; Yerba mate Tea; Honey; Agave syrup.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Principais gêneros de bactérias e leveduras em kombuchas de origens diferente	17
Figura 2 - Fluxograma de produção da Kombucha	21
Figura 3 - Atividade metabólica dos micro-organismos da kombucha.	24
Figura 4 - Representação da estrutura de sacarose, composta por glicose (D) e frutose (E), ligadas por uma ligação glicosídica.	26
Figura 5 - Meios de fermentação A, B e C.	28
Figura 7- Fontes de carboidratos utilizadas neste trabalho.	29
Figura 6 - Erva mate utilizada para obtenção do chá.	29
Figura 8 - Comportamento do pH durante a fermentação	31
Figura 9 - Carboidratos durante a fermentação.....	33
Figura 10 - Acidez total durante a fermentação.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- pH das kombuchas e seus respectivos desvios padrões.	31
Tabela 2 - Teores dos principais açúcares presentes nas fontes de carbono.....	31
Tabela 3 - °Brix das kombuchas e seus respectivos desvios padrões. Erro! Indicador não definido.	
Tabela 4 - Acidez total das kombuchas e seus respectivos desvios padrões.	Erro! Indicador não definido.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1. Objetivo Geral	13
2.2. Objetivos Específicos	13
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
3.1. Kombucha	14
3.1.1. Composição química	14
3.1.2. Microrganismos presentes na kombucha	15
3.1.3. Benefícios da Kombucha	18
3.1.4. Modo de preparo	20
3.1.5. Legislação brasileira	21
3.2. Erva-mate	22
3.3. Processo fermentativo	23
3.3.1. Temperatura	25
3.3.2. Açúcar cristal	25
3.3.3. Mel	26
3.3.4. Xarope de Agave	27
4. METODOLOGIA	28
4.1. Preparação dos meios de fermentação	28
4.2. Metodologia analítica	29
4.2.1. Análise de pH	29
4.2.2. Análise de sólidos solúveis	30
4.2.3. Determinação de acidez	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
5.1. Variações de pH	31
5.2. Consumo de carboidratos	33
5.3. Variação de acidez	34
6. CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

A kombucha é uma bebida obtida a partir da fermentação do chá verde ou preto adoçado, por uma cultura fermentativa que consiste em um consórcio de microrganismos (bactérias e fungos) atuando de forma simbiótica. (DUFRESNE; FARNWORTH, 2000). A bebida, após produzida, tem características semelhantes a espumantes, refrescante e com sabor ácido, similar à sidra de maçã (MEDEIROS, 2019). Por se tratar de uma bebida rica em substâncias com propriedades bioativas, especialmente compostos fenólicos, alguns estudos apontam que o consumo da kombucha pode ser benéfico para saúde. (Cardoso et al., 2020). Vale ressaltar que a presença desses compostos resulta das diferentes fontes de carbono e dos tipos chás usados como base da fermentação. Um exemplo de fonte de compostos fenólicos é a erva mate (*Ilex paraguariensis*) (OLIVEIRA; BASTOS, 2011)

Embora a kombucha seja comumente produzida a base de chá verde ou chá preto (*Camellia sinensis*), existem diversos trabalhos que utilizaram outras matérias primas como diferentes fontes de carbono, ervas ou especiarias, para a obtenção dessa bebida.

A *Ilex paraguariensis* ou mais conhecida popularmente por erva-mate é uma planta nativa da América do Sul, e abundante em grande parte da vegetação da Argentina, Paraguai e Brasil, nos três países o cultivo desta erva é feito em sua maioria por pequenos produtores e pelas próprias ervateiras, e possui uma grande importância social, cultural e econômica, além de possuir propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antimutagênicas e hipoglicemiantes. (RESENDE et al., 2000; BRACESCO et al., 2011). No Brasil, a erva-mate é amplamente consumida na região sul do país, e principalmente nas formas de chá, tererê e chimarrão.

Segundo Dallabrida et al., (2016) ao pesquisar junto as empresas do setor ervateiro, foi possível atestar pouquíssimos avanços no quesito de inovação e introdução de novos produtos à base da erva-mate no mercado, abrindo assim espaço para pesquisa e desenvolvimento de novos produtos utilizando a erva-mate como matéria prima.

Uma das fontes de carbono mais utilizada para a fermentação da kombucha é o açúcar cristal branco, por ser de fácil acesso e barato. (MACHADO, 2012). Mas o açúcar de mesa não é a única fonte de carboidrato que pode ser utilizada para a

produção dessa bebida, outras fontes ricas em carboidratos são o mel de abelha e o xarope de agave.

O mel é produzido pelas abelhas a partir do néctar de flores e pode ser considerado como um alimento de alto valor nutricional pois em sua composição além dos açúcares temos; sais minerais, vitaminas, antioxidantes e entre outros nutrientes. O xarope de agave possui cerca de 80% de frutose em sua composição e devido ao seu baixo índice glicêmico, este produto tornou-se popular como substituto de adoçantes tradicionais, como açúcar de mesa (sacarose) e mel. (SARAIVA et al., 2022)

Tendo em vista os pontos apresentados acima, este trabalho tem como objetivo estudar a aplicação da erva-mate na produção de um tipo kombucha e avaliar o comportamento cinético dos microrganismos presentes ao utilizar diferentes fontes de carbono.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Produzir um tipo kombucha à base do chá de erva-mate (*Ilex paraguariensis*), e observar o comportamento cinético utilizando o açúcar, mel de abelha (*Apis mellifera L.*) e xarope de agave como fontes de carboidratos.

2.2. Objetivos Específicos

- Realizar o acompanhamento cinético da kombucha; com mel e xarope de agave (sólidos solúveis, pH);
- Produzir uma kombucha usando açúcar para controle;
- Caracterizar as kombuchas realizando análise de sólidos solúveis, pH e acidez durante toda a fermentação.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Kombucha

Assim como o chá, uma bebida de origem asiática consumida largamente há alguns milênios, a kombucha também surgiu na China, mais precisamente na Manchúria no século 220 A.C, após o seu surgimento, foi consumida na Rússia e em seguida se espalhou por todo o planeta (SREERAMULU et al., 2000). Sua produção fácil e segura, e o uso como uma bebida funcional em busca de benefícios para a saúde fez com que a kombucha se tornasse uma bebida famosa com muita facilidade, visto que os alimentos fermentados têm conquistado popularidade ao longo dos anos.

De acordo com a normativa Nº 41, de 17 de setembro de 2019 do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), a kombucha pode ser definida e classificada com:

“[...] 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 micro biologicamente ativas (SCOBY)”

A kombucha não apenas oferece um sabor agridoce e refrescante, mas também é valorizada por seus efeitos positivos sobre a digestão, sistema imunológico e equilíbrio da microbiota intestinal, muitos dos efeitos que a kombucha proporciona tem sido creditado aos seus componentes ácidos, como por exemplo o ácido glucurônico, ou o ácido lático. (LEAL et al., 2018)

3.1.1. Composição química

De acordo com Santos (2016), a composição química da kombucha é variável, já que ela depende de vários fatores como a temperatura, os tipos de microrganismos presentes no inóculo, os tipos de açúcares, chás e suas respectivas concentrações.

Com base em análises químicas é possível detectar a presença de vários ácidos orgânicos na kombucha, tais como: o ácido acético, glucônico,

glucurônico, láctico, málico, cítrico, tartárico, fólico, malônico, oxálico e pirúvico; também é possível encontrar açúcares, tais como a sacarose, glicose e frutose; as vitaminas B1, B2, B6, B12, e C; aminoácidos, aminas biogênicas, purinas, pigmentos, lipídios, proteínas, algumas enzimas hidrolíticas, etanol, glicerol, compostos com capacidade antibiótica ativa, dióxido de carbono, compostos fenólicos, bem como alguns polifenóis do chá, minerais, DSL (*D-saccharic, acid-1,4-lactone*), bem como metabólitos dos microrganismos (JAYABALAN et al., 2014). Portanto, podemos afirmar que sabor agri-doce característico da kombucha é fruto da presença destes ácidos orgânicos e açúcares na sua composição.

Os benefícios que foram atribuídos ao Kombucha são, principalmente devido ao conteúdo de catequinas, que são derivadas dos polifenóis. Essas substâncias agem como potentes antioxidantes e protegem contra o desenvolvimento de doenças, (MOURA, 2019) além disso, há estudos que indicam que os polifenóis do chá demonstraram grande potencial de proteção contra o desenvolvimento de alguns tipos de câncer, exibindo enzimas e interrompendo processos que resultam no crescimento de células cancerígenas (LEAL et al., 2018; SALAFZOON et al., 2018).

3.1.2. Microrganismos presentes na kombucha

Os microrganismos presentes na Kombucha são encontrados tanto no líquido quanto na camada gelatinosa que se forma em sua superfície, conhecido como SCOBY. A cada ciclo de fermentação, novas camadas de película gelatinosa são formadas na parte superior do SCOBY que está em contato com o ar, formando assim camadas, sendo a primeira camada a mais recente. (JARRELI; CAL; BENNETT, 2000).

Da mesma forma que o kefir, derivado do leite, a composição microbiana exata de kombuchá não pode ser dada pois dependendo da fonte do inóculo para a fermentação do chá ela pode variar (JAYABALAN et al., 2014).

Estudos relatam que existe uma grande variedade de microrganismos isolados em kombuchas, sendo que as bactérias abundantemente disponíveis

pertencem aos gêneros *Acetobacter* e *Gluconobacter*, e as leveduras disponíveis na cultura da kombucha pertencem ao gênero *Brettanomyces/Dekkera*, *Candida*, *Kloeckera*, *Mycotorula*, *Mycoderma*, *Pichia*, *Saccharomyces*, *Schizosaccharomyces*, *Torulospora* e *Zygosaccharomyces* (JAYABALAN et al., 2014).

À medida que a fermentação prossegue, o pH da Kombucha diminui devido à presença desses ácidos orgânicos produzidos pelas bactérias. Além disso, a cor do líquido tende a clarear em comparação com a cor original do chá, devido às mudanças na estrutura dos complexos fenólicos causadas pela atividade enzimática dos microorganismos (LIU et al., 1996)

As leveduras que já foram isoladas de kombucha pertencem a várias espécies e, principalmente, aos seguintes gêneros: *Saccharomyces*, *Saccharomycodes*, *Schizosaccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Brettanomyces/Dekkera*, *Candida*, *Torulospora*, *Kloeckera/Hanseniaspora*, *Pichia*, *Torula*, *Torulopsis*, *Mycotorula* e *Mycoderma* (JAYABALAN et al., 2014).

Apesar de não existir um conjunto universal de leveduras presentes na kombucha, as leveduras osmotolerantes, fermentativas e produtoras de ácido encontram-se entre os isolados mais comuns (TEOH et. al., 2004).

As leveduras e bactérias presentes no kombucha desempenham atividades metabólicas distintas e complementares. As leveduras convertem a sacarose em glicose e frutose por meio da invertase e, em seguida, produzem etanol por meio da glicólise, com uma preferência pela frutose como substrato. Por outro lado, as bactérias ácido-acéticas utilizam a glicose para gerar ácido glucônico e o etanol para produzir ácido acético (DUFRESNE; FARNWORTH, 2000).

Na figura 1, abaixo, encontram-se listados os principais gêneros de bactérias e leveduras da kombucha e suas origens que foram identificados em análises de microrganismos.

Figura 1– Principais gêneros de bactérias e leveduras em kombuchas de origens diferente

Bactérias	Leveduras	Origem do SCOBY	Fonte
<i>Gluconacetobacter xylinus</i> , <i>Gluconacetobacter</i> <i>saccharivorans</i> , <i>Gluconacetobacter</i> <i>intermedius</i> , <i>Gluconacetobacter</i> <i>kombuchae</i> , <i>Gluconobacter</i> <i>oxydans</i>	<i>Pichia</i> sp., <i>Brettanomyces/Dekkera</i> <i>anomala</i> , <i>Candida</i> sp., <i>Zygosaccharomyces bailii</i>	Ucrânia	Reva et al. (2015)
<i>Gluconacetobacter</i> sp., <i>Gluconobacter</i> sp., <i>Bifidobacterium</i> , <i>Collinsella</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Weissella</i> , <i>Lactobacillus</i>	<i>Candida stellimalicola</i> , <i>Candida</i> <i>tropicalis</i> , <i>Candida parapsilosis</i> , <i>Lachancea fermentati</i> , <i>Eremothecium cymbalariae</i> , <i>Kluyveromyces marxianus</i> , <i>Meyerozyma caribbica</i> , <i>Zygowillipsia californica</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Saccharomycopsis fibuligera</i>	Índia	Chakravorty et al. (2016)
<i>Gluconacetobacter</i> <i>intermedius</i> , <i>Gluconacetobacter rhaeticus</i> , <i>Gluconobacter entanii</i>	<i>Zygosaccharomyces parabailii</i> , <i>Brettanomyces/Dekkera</i> <i>bruxellensis</i>	Inglaterra	Gaggia et al. (2018)
<i>Oenococcus oeni</i> , <i>Lactobacillus nagelii</i> , <i>Lactobacillus satsumensis</i> , <i>Gluconobacter oxydans</i> , <i>Acetobacter okinawensis</i> , <i>Acetobacter tropicalis</i> , <i>Acetobacter syzygii</i> , <i>Gluconacetobacter</i> <i>europaeus</i> , <i>Gluconacetobacter xylinus</i>	<i>Brettanomyces/Drekera</i> <i>anomala</i> , <i>Brettanomyces/Drekera</i> <i>bruxellensis</i> , <i>Hanseniaspora</i> <i>valbyensis</i> , <i>Zygorulasporea</i> <i>florentina</i> , <i>Pichia</i> <i>membranifaciens</i> , <i>Pichia</i> <i>anomala</i> , <i>Saccharomyces</i> <i>uvarum</i> , <i>Saccharomyces</i> <i>cerevisiae</i>	França	Coton et al. (2017)
<i>Acetobacter</i> , <i>Gluconacetobacter</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Lactococcus</i> , <i>Leuconostoc</i> , <i>Bifidobacterium</i> , <i>Thermus</i> ,	<i>Zygosaccharomyces</i> , <i>Brettanomyces/Dekkera</i> , <i>Davidiella</i> , <i>Pichia</i> , <i>Wallemia</i> , <i>Lachancea</i> , <i>Leucosporidiella</i> ,	Canadá	Marsh et al. (2014)
<i>Gluconacetobacter</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Lactococcus</i> , <i>Thermus</i> ,	<i>Zygosaccharomyces</i> , <i>Brettanomyces/Dekkera</i> , <i>Kazachstania</i>	Reino Unido	Marsh et al. (2014)

<i>Gluconacetobacter</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Allobaculum</i> , <i>Ruminococcaceae Incertae</i> <i>Sedis</i> ,	<i>Zygosaccharomyces</i> , <i>Brettanomyces/Dekkera</i> , <i>Kazachstania</i>	Estados Unidos	Marsh et al. (2014)
<i>Acetobacter</i> , <i>Gluconacetobacter</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Thermus</i> , <i>Propionibacterium</i>	<i>Zygosaccharomyces</i> , <i>Brettanomyces/Dekkera</i> , <i>Pichia</i> , <i>Kazachstania</i> , <i>Kluyveromyces</i> , <i>Naumovozyma</i> ,	Irlanda	Marsh et al. (2014)

Fonte: BLAUTH, 2019

3.1.3. Benefícios da Kombucha

Foram identificados benefícios a saúde a partir de estudos feitos em amostras *in vitro* ou *in vivo*, dos quais podem ser listadas algumas propriedades como, desintoxicação, efeito antioxidante (Ahmed et. al., 2020), efeitos profiláticos e de recuperação da saúde através da estimulação imunológica; inibir o desenvolvimento de câncer, doenças cardiovasculares, e até diabetes (BASCHALI et. al., 2017).

A kombucha é rica em antioxidantes, como polifenóis, que ajudam a neutralizar os radicais livres e podem reduzir o estresse oxidativo no corpo. Embora estudos *in vitro* e em animais demonstrem atividade antioxidante da kombucha (SREERAMULU et. al., 2000) há também evidências da ação da Kombucha na flora intestinal de ratos, diminuindo a população bacteriana (*Allobaculum* and *Turicibacter*) envolvidas em esclerose hepática não alcoólica, um termo guarda-chuvas para doenças hepáticas envolvendo quem consome pouco ou nenhum álcool, e um aumento na população de *Mucispirillum*. Este último tem um efeito positivo na secreção de leptina, que é um hormônio que regula a fome e estimula a lipólise, melhorando assim a oxidação da gordura armazenada no fígado. Sugere-se que essa alteração da microbiota melhore a esclerose hepática não alcoólica (Jung et. al., 2019).

A kombucha também se mostrou eficaz no tratamento de diabetes (*Diabetes Mellitus*) de acordo com Zubaidah et. al., (2019), foi comparado a eficácia da kombucha feita a partir da fruta da serpente (*Salacca zalacca*), a kombucha de chá preto e o cloridrato de metformina, um fármaco largamente utilizado no tratamento de diabetes *mellitus* tipo II, que funciona aumentando a

sensibilidade do fígado e tecidos à insulina sem afetar a sua secreção e aumentando a captação de glicose nos tecidos periféricos com o propósito de reduzir a resistência à insulina. Os grupos tratados com a kombucha da salacca e o com o cloridrato de metformina tiveram resultados semelhantes no controle da diabetes induzida. Isso pode ser explicado pelo fato de a fruta possuir uma alta quantidade de compostos antioxidantes como ácidos orgânicos, fenólicos e taninos. O mesmo estudo também demonstrou uma melhora no perfil lipídico dos grupos de ratos com diabetes tratados com a kombucha da salacca, com uma performance melhor que a própria metformina, o motivo disso dá-se aos compostos bioativos citados acima pois realizam a doação de átomos de hidrogênio aos radicais lipídicos, tornando-os mais estáveis e diminuindo o nível de auto oxidação.

Os compostos fenólicos também podem aumentar o HDL-c e diminuir o colesterol total, triglicerídeos e LDL-c, auxiliando o metabolismo na geração de energia, contribuindo para o metabolismo da gordura, aumentando a excreção de ácidos biliares, diminuindo a absorção de colesterol total. Levantando assim a possibilidade do uso da kombucha de salacca como uma alternativa ao fármaco.

Também foi possível identificar em outro estudo uma ação antitumoral da kombucha em ratos com câncer de mama (SALAFZON et al., 2018) utilizando um chá de kombucha feita com o gengibre, além dos bioativos que a kombucha proporciona, o gengibre em adição oferece ativos como o [6]-gingerol, e o [6]-shogaol. Esses compostos têm atividades anti-inflamatórias e antitumorais, levando a efeitos inibitórios na proliferação tumoral e impactos estimuladores na apoptose do câncer. O estudo pode analisar que, as atividades de SOD (*Superóxido Dismutase*) e o nível de GSH (*Glutathione*) como antioxidantes diminuíram sem alteração na atividade da catalase. Esse recurso pode ser útil para danificar as células tumorais devido à superprodução de ROS após a proliferação de células tumorais.

Alguns estudos em animais sugerem que a kombucha pode ter efeitos benéficos no metabolismo da glicose e do colesterol. Um estudo em ratos observou que a kombucha reduziu significativamente os níveis de glicose no sangue e melhorou a tolerância à glicose (BHATTACHARYA et. al., 2011). Há

evidências de que a kombucha contém bactérias probióticas benéficas, como *Lactobacillus* e leveduras, que podem ajudar a promover o equilíbrio da microbiota intestinal. A kombucha contribuiu para melhorar o perfil das bactérias intestinais e exerceu efeitos benéficos na saúde intestinal (JAYABALAN et. al., 2014).

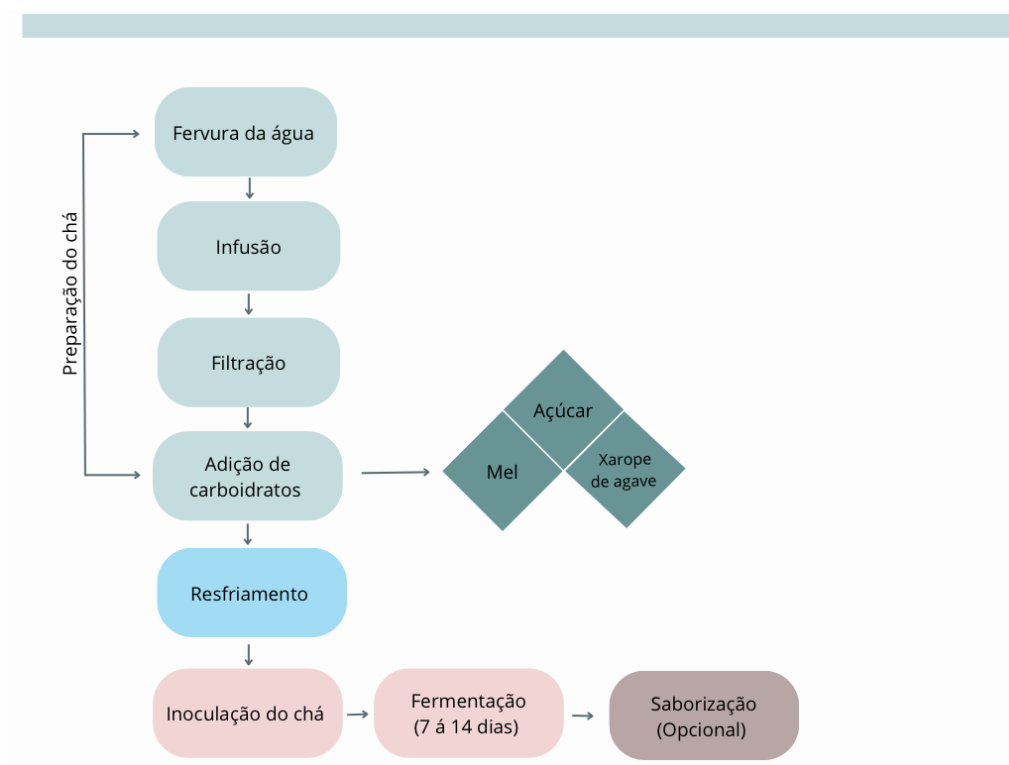
Não há, porém, estudos que suportem com evidências a eficácia clínica da bebida em pessoas, (Ernst, 2003) o que torna esse um campo bastante propenso para novas descobertas. A maioria dos estudos sobre kombucha foi realizada em animais ou em culturas celulares, e mais pesquisas clínicas bem controladas são necessárias para confirmar esses benefícios em seres humanos. Além disso, como a composição da kombucha pode variar devido aos diferentes métodos de fermentação e ingredientes utilizados, é essencial garantir a qualidade e segurança do produto consumido.

3.1.4. Modo de preparo

É possível obter a kombucha a partir da fermentação do chá verde ou preto (*Camellia sinensis*). Para o preparo são necessários uma cultura iniciadora, o SCOBY, o chá, a sacarose ou alguma fonte alternativa de carboidrato, parte de uma kombucha que já sofreu fermentação e um recipiente que será o fermentador.

Na água fervida é feita a infusão do chá e a dissolução do açúcar. Após resfriar, a solução é transferida para o recipiente fermentador, coberto com um material que permite o contato com o oxigênio do ar. A fermentação é realizada em temperatura ambiente, a partir do SCOBY. A fermentação pode levar de 7 a 14 dias para finalizar, o produto resultante então pode ser consumido, saborizado ou conservado no refrigerador. Pode-se ser realizada uma segunda fermentação para carbonatar a kombucha, adicionando-se uma nova fonte de açúcar à bebida já fermentada (SUHRE, 2018).

Figura 2 - Fluxograma de produção da Kombucha



Fonte: Autor

3.1.5. Legislação brasileira

O Art 3º da portaria nº 103, de 20 de setembro de 2018, traz a seguinte definição para a Kombucha:

“Kombucha é uma bebida gaseificada, não pasteurizada, obtida através da respiração aeróbica e fermentação anaeróbica de um mosto composto de infusão de origem vegetal e açúcares por um consórcio de bactérias e leveduras simbióticas micro biologicamente ativas, resultando em uma bebida ácida e doce.”

De acordo com essa Portaria, alguns parâmetros físico-químicos devem ser atendidos. O pH da Kombucha deve estar na faixa entre 2,5 e 3,5, e o teor mínimo de acidez permitido é de 6,0%, expresso em porcentagem de equivalentes de gramas de ácido acético.

Além disso, a legislação permite a adição de suco, polpa de fruta, extrato vegetal, mel e outros aditivos aprovados pela ANVISA. A kombucha também deve ser rotulada como "Kombucha de (seguido do nome da espécie vegetal

utilizada na infusão)," com a adição de "(seguido do ingrediente acrescentado após a fermentação)," refletindo a composição final do produto. No caso de Kombucha que contenha vitaminas e minerais naturalmente produzidos no processo de fabricação, desde que atendam aos valores mínimos estabelecidos pela regulamentação específica da ANVISA, podem utilizar as expressões "Fontes naturais de (nome da vitamina ou mineral)" e "Naturalmente rico em (nome da vitamina ou mineral)" em seu rótulo, de acordo com a legislação brasileira em vigor (BRASIL, 2018).

3.2. Erva-mate

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é uma espécie de planta do gênero *Ilex* nativa da América do Sul com uma ocorrência majoritária no território brasileiro. Esta erva já era consumida por algumas comunidades nativas antes mesmo da chegada dos europeus na América, atualmente no Brasil, o seu consumo se tornou cultural na região Sul do país, constituindo uma matéria-prima de grande importância para a região, sua produção anual é de aproximadamente 650.000 toneladas de folha (ESMELINDRO et. al., 2002).

Diversos grupos de pesquisa científica têm investigado a composição química da erva-mate, revelando suas propriedades medicinais e nutritivas. Nas folhas e ramos desta planta, os principais compostos ativos identificados com as concentrações mais elevadas incluem os polifenóis, como o ácido clorogênico, e as xantinas, como a cafeína e a teobromina. Além disso, foram encontrados alcaloides de purina, como o ácido caféico, o ácido 3,4-dicaffeoilquinico e o ácido 3,5-dicaffeoilquinóico, bem como flavonoides, tais como a quercetina, a kaempferol e a rutina. A erva-mate também contém aminoácidos, minerais como fósforo, ferro e cálcio, e vitaminas, incluindo vitamina C, vitamina B1 e vitamina B2. Além desses componentes, é importante ressaltar que a erva-mate demonstra atividade antimicrobiana contra bactérias e fungos (CARDOZO et. al., 2021).

Entretanto, apesar dos benefícios, estudos demonstraram a presença de pequenas quantidades de HPAs (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos) no chá produzido a partir da erva (CAMARGO, TOLEDO, 2002); essa contaminação se dá a

partir da poluição ambiental, e o processo de secagem das folhas os responsáveis pela contaminação, apesar de que apenas uma pequena quantidade é passada para o chá através do processo de infusão (SAMPAIO et. al., 2021)

Trabalhos acerca das propriedades biológicas da erva-mate são inferiores em número aos trabalhos existentes acerca de bebidas como o café ou o chá da erva verde (*Camelia Sinensis*), assim como trabalhos relacionados aos seus benefícios analisados em pessoas quando comparado a estudos in vivo, in vitro, ou em animais, como ratos.

De acordo com Saldanha (2012) o consumo de chá mate aumenta a resistência à oxidação, como também a capacidade antioxidante do plasma sanguíneo. Esses resultados sugerem que consumir chá mate pode atuar como antioxidante através de vários mecanismos e contribuir para prevenir doenças relacionadas a processos oxidativos.

3.3. Processo fermentativo

O processo de fermentação é uma via metabólica que ocorre na ausência de oxigênio e é utilizada por vários microrganismos para produzir energia através da quebra parcial de compostos orgânicos, como açúcares, álcool e ácidos orgânicos. Este processo tem sido amplamente utilizado por humanos na produção de vários alimentos e bebidas, incluindo pão, queijo, cerveja, vinho e a própria kombucha (FARIA et al., 1998).

As vias de fermentação utilizadas estão diretamente ligadas aos microrganismos responsáveis, levando à produção de vários produtos. Alguns dos tipos de fermentação bem conhecidos incluem, fermentação alcoólica, fermentação láctica, acética ou propiônica. Além da importância que exerce na indústria alimentícia, existe a fermentação de açúcares derivados da biomassa em biocombustíveis, como o etanol, que representa uma etapa crucial na produção de energia sustentável e na redução das emissões de carbono.

O processo de fermentação da kombucha é conhecido como fermentação acética e alcoólica, O período de fermentação da kombucha varia de 3 a 60 dias, ocorrendo à temperatura ambiente, com a sacarose sendo o principal carboidrato utilizado. Para iniciar o processo de fermentação, o SCOBY é combinado com o

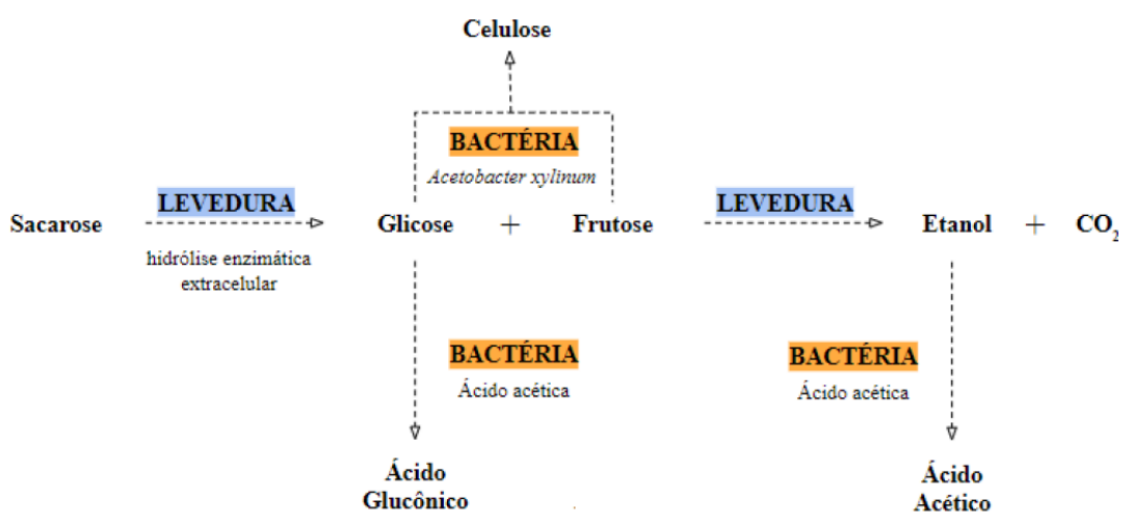
líquido resultante da fermentação anterior, na proporção de 10% a 20% em relação ao volume desejado (LEAL et al., 2018).

Durante o processo de fermentação, tanto as leveduras quanto as bactérias atuam simultaneamente na produção da kombucha e do biofilme. Dentre os diversos gêneros de bactérias capazes de produzir o biofilme, destacam-se *Aerobacter*, *Agrobacterium*, *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Salmonella* e *Gluconacetobacter*. A espécie *Acetobacter xylinum* desempenha um papel fundamental na produção da celulose (VILLARREAL-SOTO et al., 2018).

As bactérias acéticas, como a *Acetobacter xylinum*, são responsáveis pela conversão do álcool etílico produzido pelas leveduras em ácido acético. Por outro lado, as leveduras, como *Saccharomyces cerevisiae* e *Brettanomyces bruxellensis*, são responsáveis pela fermentação alcoólica, convertendo o açúcar presente no chá em etanol. Este processo ocorre em várias etapas, e a composição final da bebida depende da seleção de bactérias e leveduras presentes no SCOBY, bem como do tipo de chá utilizado e das condições de fermentação, como temperatura e tempo de fermentação. O produto resultante é uma bebida rica em probióticos, compostos bioativos e enzimas (JAYABALAN et. al., 2014).

Na figura 3 abaixo, podemos ver o esquema do metabolismo da fermentação da Kombucha.

Figura 3 - Atividade metabólica dos micro-organismos da kombucha.



Fonte: SANTOS (2020)

3.3.1. Temperatura

A temperatura é um dos parâmetros cinéticos que detém grande influência no processo fermentativo da kombucha ao manter a temperatura ideal durante toda a fermentação garantimos um melhor crescimento microbiano e atividade enzimática.

Além disso, de acordo com Hur et al., 2014, a atividade antioxidante dos alimentos de origem vegetal pode ser influenciada pelas variações de temperatura, como por exemplo, a produção de compostos fenólicos.

Geralmente, os valores de temperatura da fermentação do Kombucha variam entre 22°C e 30°C, entretanto, Vitas et al., (2013) realizou a fermentação de produtos lácteos utilizando dois *starters* de kombucha, sob temperaturas de: 37°C, 40°C e 43°C e de acordo com seus resultados, a temperatura foi o fator mais significativo para a duração da fermentação, e os maiores valores de atividade antioxidante foram obtidos com valores de temperatura entre 37°C e 42°C.

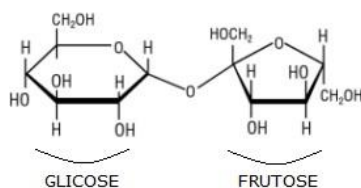
3.3.2. Açúcar cristal

A instrução normativa nº 47, de 30 de agosto de 2018 define o açúcar como:

“O produto obtido a partir da cana-de-açúcar pertencente às cultivares provenientes da espécie *Saccharum officinarum* L. através de processos adequados; é constituído por cristais, com exceção do açúcar líquido”.

O açúcar desempenha um papel essencial no processo de fermentação da Kombucha, pois serve como o substrato primordial para os microrganismos da cultura simbiótica. Como o açúcar é composto majoritariamente por sacarose, quando submetida à hidrólise, a sacarose se converte em glicose e frutose. Esses açúcares redutores são obtidos por meio da reação de inversão da sacarose (PALUDO, 2017; BATISTA 2019).

Figura 4 - Representação da estrutura de sacarose, composta por glicose (D) e frutose (E), ligadas por uma ligação glicosídica.



3.3.3. Mel

De acordo com Instrução Normativa Nº 11, de 20 de outubro de 2000, entende-se por mel:

“O produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia.”

De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, a produção de mel no Brasil é considerada baixa em comparação com outros países, isso se dá pois os responsáveis pela produção de mel no Brasil são em maior parte os pequenos produtores (VIDAL, 2020). A criação de abelhas no Brasil é predominantemente conduzida por famílias, pois requer um baixo custo de investimento, não exige dedicação exclusiva e permite uma produção constante ao longo do ano. A apicultura se apresenta como uma atividade que possibilita aos produtores uma renda adicional (PAULA et. al., 2016).

Segundo o IBGE 2021, a região sul do país é responsável pela maior parte das colmeias, representando cerca de 49,9% do total. Em seguida, vem a região nordeste, que contribuiu com aproximadamente 25,1% da produção. As regiões sul e nordeste se destacam notavelmente e juntas representam 75% da produção total de mel no Brasil.

O mel é constituído por aminoácidos, vitaminas, minerais, lipídios, enzimas e outros fitoquímicos, presença de flavonoides e ácidos fenólico, além dos açúcares. (CARVALHO et. al., 2023).

3.3.4. Xarope de Agave

O xarope de agave, é um adoçante líquido extraído da seiva da planta *Agave tequilana*, popularmente conhecida como agave-azul. Pode-se encontrar na composição do xarope: xilose, frutose, glicose, sacarose e maltose, além de carboidratos mais complexos, como seu principal polissacarídeo, chamado inulina. (RIBEIRO et. al., 2020).

Durante a produção do xarope, a inulina é convertida por meio de hidrólise ácida ou enzimática em frutose, que representa 90% da concentração do xarope. (RIBEIRO et. al., 2020). Mesmo apresentando alta concentração de frutose, o agave contém nutrientes antioxidantes, fitoquímicos e pode ser utilizado como um açúcar dietético, pois a frutose não requer insulina em sua via metabólica.

4. METODOLOGIA

4.1. Preparação dos meios de fermentação

Para a fermentação foi usado um SCOBY adquirido na Universidade Federal da Paraíba, os demais ingredientes como o chá mate, açúcar, mel de abelhas e xarope de agave foram obtidos em um mercado local de João Pessoa.

Foram preparados três meios fermentativos com três fontes de carbono distintas.

Para a preparação dos meios fermentativos, foram fervidos 3 L de água destilada até a temperatura de 85°C, e em seguida foi adicionado $24,0 \pm 0,1$ g de chá mate, o equivalente a 8 g/L (TSURU, et. al. 2021) e deixado em infusão por 6 minutos. Em seguida as infusões foram filtradas e transferidas para três potes de vidro estéreis e idênticos (900 mL de chá em cada pote) onde foram solubilizados no pote “A”, 50 g de açúcar cristal, no pote “B”, 50 g de mel de abelhas (*Apis mellifera* L.) e no pote “C”, 50 g de xarope de agave.

Figura 5 - Meios de fermentação A, B e C.



Fonte: Autor.

Após resfriados até a temperatura ambiente, os chás foram inoculados com 100 mL (10% v.v⁻¹) de inóculo, vedados com um papel toalha e fermentados por aproximadamente 14 dias em ambiente com temperatura controlada a 24°C.

Foram coletadas, diariamente por 14 dias, alíquotas de 20 mL de cada reator, para leitura de pH e °Brix, e em seguida essas amostras foram armazenadas em tubos Falcon e congeladas, para que posteriormente realizássemos as outras análises descritas neste trabalho.

Nas figuras 6 e 7 abaixo são apresentadas imagens dos substratos e a erva usados no presente trabalho.

Figura 7 - Erva mate utilizada para obtenção do chá.



Fonte: Autor

Figura 6- Fontes de carboidratos utilizadas neste trabalho.



Fonte: Autor

4.2. Metodologia analítica

4.2.1. Análise de pH

O pH foi determinado com o pHmetro da marca ASKO, ref. AK900, com eletrodo de vidro combinado e sensor de temperatura, previamente calibrado, operado de acordo com as instruções do fabricante e de acordo com o método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). O pH foi medido diretamente da amostra.

4.2.2. Análise de sólidos solúveis

A concentração de sólidos solúveis foi determinada através do uso do refratômetro portátil a do tipo ATC, calibrado e operado de acordo com o fabricante. Os resultados expressos em °Brix (IAL, 2008).

4.2.3. Determinação de acidez

As análises de acidez total da kombucha foram determinadas de acordo com metodologia descrita pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008):

$$\frac{n * f * N * 1000}{V}$$

n = volume em mL de solução de hidróxido de sódio gasto na titulação

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio

N = normalidade da solução de hidróxido de sódio

V = volume da amostra

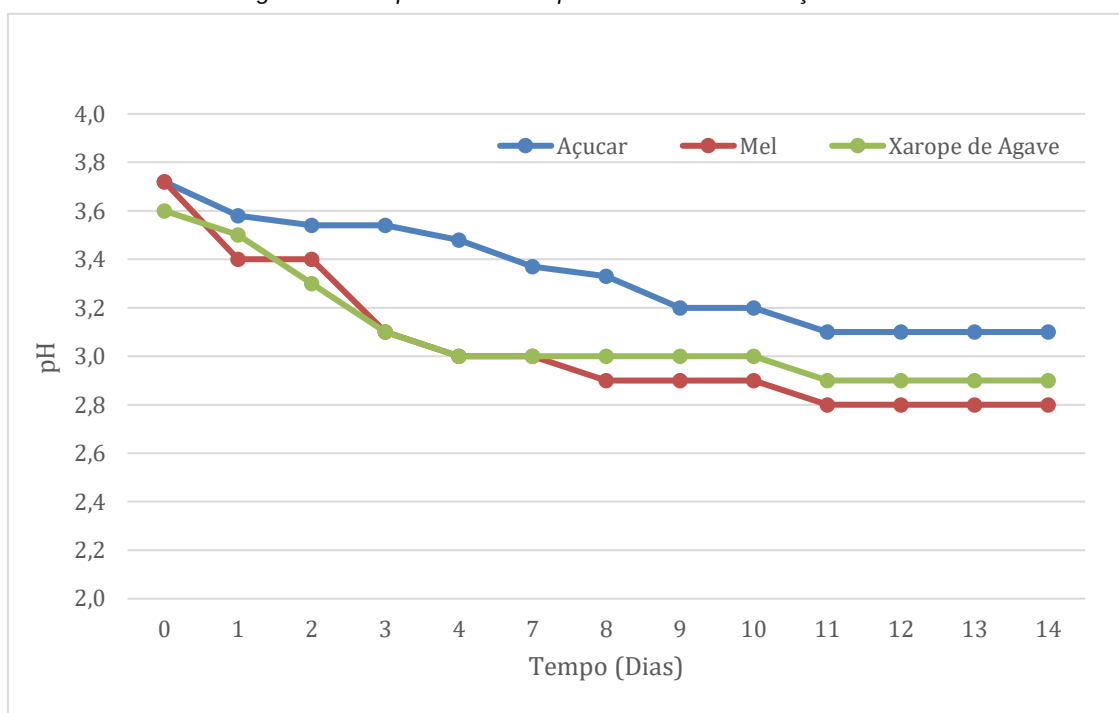
Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos em mEq/L.

5. RESULTADOS E DISCUÇÕES

5.1. Variações de pH

Na figura abaixo estão dispostos os valores de pH coletados durante o todo o processo fermentativo.

Figura 8 - Comportamento do pH durante a fermentação



Fonte: Autor

Tabela 1- pH das kombuchas e seus respectivos desvios padrões.

	pH inicial	pH final	Desvio padrão
Açúcar	3,7	3,1	± 0,2
Mel abelha (<i>Apis mellifera</i> L.)	3,7	2,8	± 0,3
Xarope de agave	3,6	2,9	± 0,2

Fonte: Autor

Podemos observar na figura 8 que os valores de pH estão próximo no início da fermentação para os três biorreatores. As amostras preparadas com mel e açúcar

cristal iniciam a fermentação com um pH de 3,7 enquanto a amostra preparada com o xarope de agave inicia o processo com um pH de 3,6. Após 24h de fermentação foi possível observar uma queda mais brusca na amostra preparada com mel de abelha, quando comparado aos biorreatores contendo xarope de agave e açúcar.

Ao decorrer dos dias foi possível detectar que o pH do biorreator contendo mel de abelha foi o que mais sofreu alteração, chegando ao fim da fermentação com uma queda de aproximadamente 1 ponto em relação ao pH inicial.

O declínio dos valores de pH durante a fermentação pode ser explicado pela produção de ácidos orgânicos pelos microrganismos presentes na kombucha (JAYABALAN et. al., 2014). A sacarose é hidrolisada em frutose e glicose pelas leveduras, que usam a enzima invertase para produzir etanol pela via glicolítica. Por outro lado, as enzimas *álcool desidrogenase* (ADH) e *aldeído desidrogenase* (ALDH) são usadas pelas bactérias acéticas para oxidar o etanol e produzir ácido acético. (DE MIRANDA et al., 2021).

Embora a composição do mel varia basicamente de acordo com sua base floral, ele possui majoritariamente na sua composição, glicose e frutose, (ASHAGRIE TAFERE, 2021) que são facilmente utilizados pelos micro-organismos fermentadores. Ao contrário de alguns açúcares mais complexos, como a sacarose, que precisam ser quebrados em seus componentes simples antes de serem fermentados, a glicose e a frutose estão prontamente disponíveis para as leveduras e bactérias da kombucha, acelerando o processo de fermentação. Um comportamento semelhante em relação ao pH foi observado para a fermentação com o xarope de agave.

Tabela 2- Teores dos principais açúcares presentes nas fontes de carbono.

	Sacarose	Frutose	Glicose
Açúcar	> 99,6%	-	-
Mel de abelha (<i>Apis mellifera</i> L.)	1,3%	38,4%	30,3%
Xarope de agave	1,5%	75-90%	10-25%

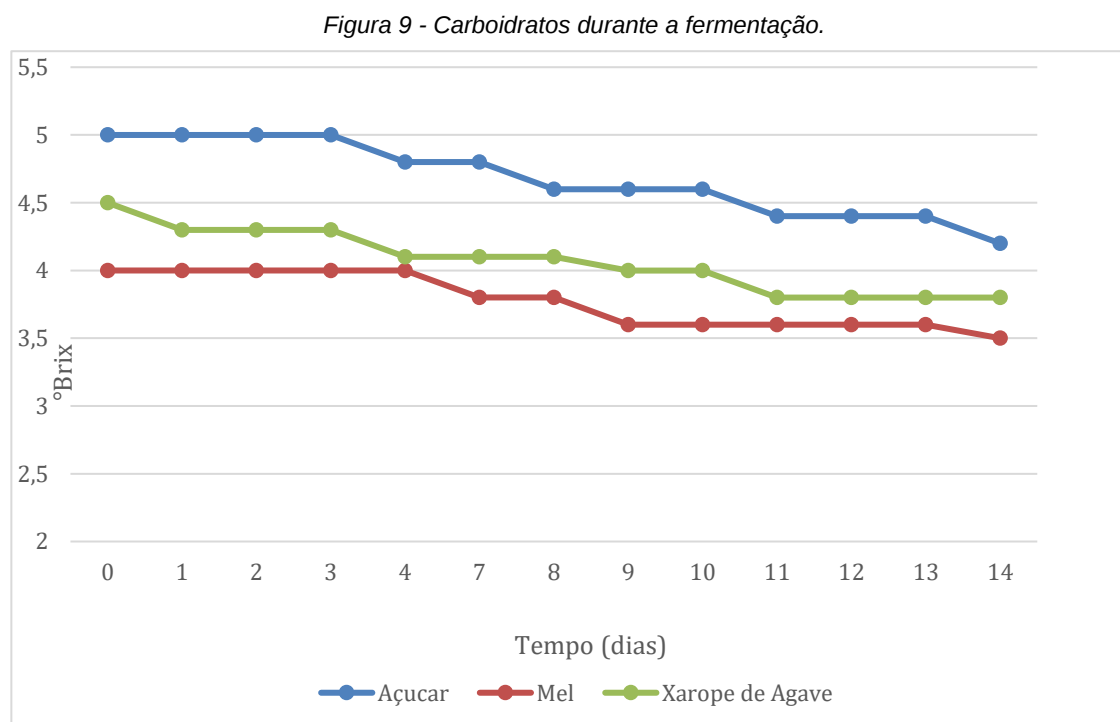
Fonte: LBA-UFPB; Hooshmand et. al., 2014

O pH é um dos parâmetros mais importantes durante um processo fermentativo visto que ele é diretamente relacionado com o crescimento microbiano. (HUR et. al., 2014)

De acordo com a normativa Nº 41, de 17 de setembro de 2019 os limites inferiores e superiores para o consumo da kombucha são 2,5 e 4,5, isso ocorre pois, valores de pH menores que 2,5 podem indicar alta concentração de ácido, oferecendo riscos à saúde do consumidor e redução na qualidade sensorial da bebida, enquanto valores de pH maiores que 4,5 podem proporcionar o crescimento de microrganismos contaminantes indesejáveis além de favorecer a contaminação por patógenos que podem causar problemas de saúde como tontura e náuseas, reações alérgicas e dores de cabeça. (VILLARREAL-SOTO et al., 2018; PAKRAVAN et al., 2018).

5.2. Consumo de carboidratos

Na figura 9 é possível acompanhar a progressão dos valores de °Brix durante o todo o processo fermentativo.



Fonte: Autor

Tabela 3 - °Brix das kombuchas e seus respectivos desvios padrões.

	°Brix inicial	°Brix final	Desvio padrão
Açúcar	5,0	4,2	$\pm 0,3$
Mel abelha (<i>Apis mellifera</i> L.)	4,0	3,5	$\pm 0,2$
Xarope de agave	4,5	3,8	$\pm 0,2$

Fonte: Autor

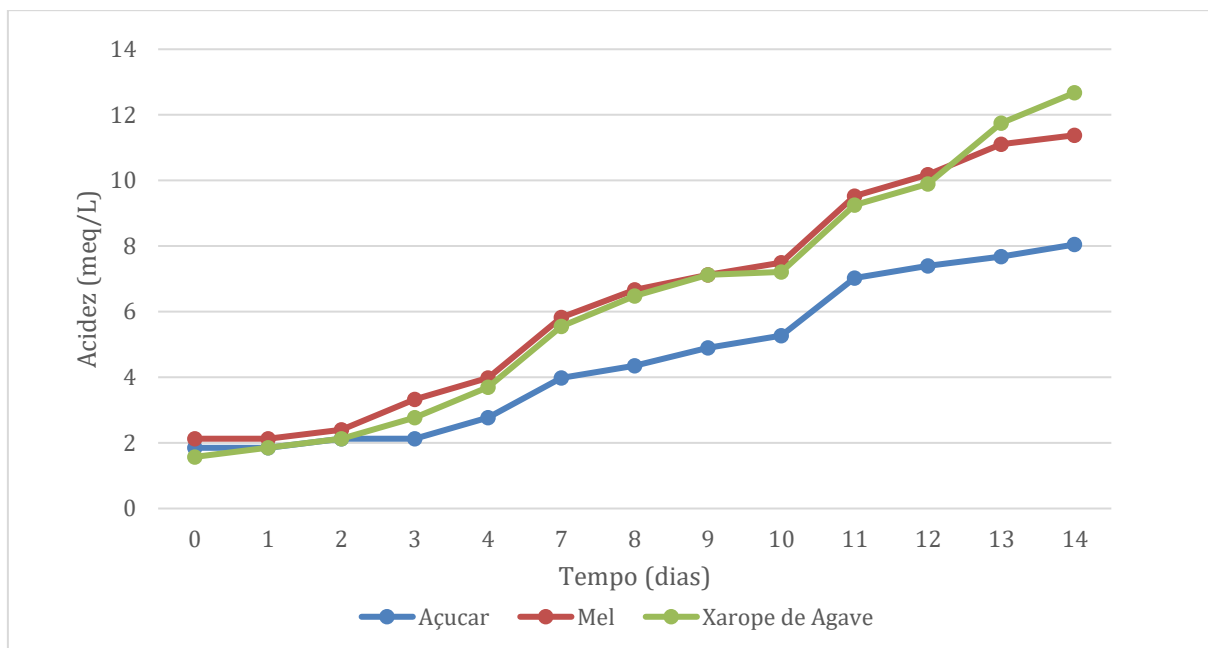
No início do processo fermentativo a concentração de sólidos solúveis (°Brix) das amostras contendo açúcar, mel de abelhas (*Apis mellifera* L.), xarope de agave e indicavam 5,00 °Brix, 4,50 °Brix e 4,00 respectivamente.

De acordo com Paludo (2017), a Kombucha de chá mate apresenta uma velocidade inferior de conversão da sacarose quando comparada à de chá verde possivelmente pela microbiota presente no inóculo ainda não estar devidamente adaptada ao novo substrato. As pequenas flutuações nos resultados da fermentação também nos levam a acreditar que, pode ter ocorrido interferência dos ácidos e do ethanol produzidos na kombucha na medida refratométrica e/ou as bactérias e leveduras do SCOBY não consumiram muito das fontes de carboidratos adicionadas, possivelmente utilizando outros compostos, como a cafeína presente no chá, como fonte de carbono para produzir ácidos.

5.3. Variação de acidez

Na figura 10 é possível acompanhar a progressão da acidez durante o todo o processo fermentativo.

Figura 10 - Acidez total durante a fermentação.



Fonte: Autor

Assim como no trabalho realizado por Moura (2019), no qual foi monitorado o processo fermentativo da kombucha usando chá mate, pode-se notar um aumento na concentração de ácido acético com o passar dos dias de fermentação.

Como podemos observar, houve uma maior produção de ácidos nas kombuchas com mel de abelha (*Apis mellifera* L.) e xarope de agave em relação a kombucha preparada com açúcar cristal. Podemos atribuir isso a velocidade de conversão das bactérias e leveduras presentes no meio, as leveduras não precisaram produzir a enzima invertase nas kombuchas de mel e xarope de agave pois diferente do açúcar cristal, que é majoritariamente sacarose e precisa ser quebrado em frutose e glicose, essas kombuchas continham açúcares que já são naturalmente ricos em frutose e glicose, facilitando assim a ação os microrganismos e consequentemente diminuindo o tempo de fermentação.

Tabela 4 - Acidez total das kombuchas e seus respectivos desvios padrões.

	Acidez total inicial	Acidez total final	Desvio padrão
Açúcar	1,85 mEq/L	8,04 mEq/L	± 2,4
Mel abelha (<i>Apis mellifera</i> L.)	2,12 mEq/L	11,37 mEq/L	± 3,4
Xarope de agave	1,57 mEq/L	12,67 mEq/L	± 3,8

Fonte: Autor

6. CONCLUSÃO

Ao final deste trabalho foram produzidas kombuchas a partir do chá mate usando mel de abelhas, xarope de agave e açúcar cristal como fontes de carbono para a fermentação. Foi realizado o acompanhamento cinético dos parâmetros: pH, sólidos solúveis e acidez total.

Neste trabalho pudemos observar que kombuchas produzidas com mel e xarope de agave se comportaram de maneira similar durante o processo fermentativo provavelmente devido ao maior teor de frutose e glicose em relação ao açúcar cristal.

Também foi possível observar que com a utilização de mel e xarope de agave como fontes alternativas de carboidratos, o tempo de fermentação necessário da kombucha é menor se comparado aos métodos e receitas tradicionais, uma característica atrativa para o setor industrial que deseja reduzir o tempo de produção de suas bebidas.

REFERÊNCIAS

- AHMED, RANIA F., et al. "Biological, Chemical and Antioxidant Activities of Different Types Kombucha". *Annals of Agricultural Sciences*, vol. 65, no 1, junho de 2020, p. 35–41. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1016/j.aos.2020.04.001>.
- ASHAGRIE TAFERE, DESSIE. "Chemical composition and uses of Honey: A Review". *Journal of Food Science and Nutrition Research*, vol. 04, no 03, 2021. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.26502/jfsnr.2642-11000072>.
- BASCHALI, ARISTEA, et al. "Traditional Low-Alcoholic and Non-Alcoholic Fermented Beverages Consumed in European Countries: A Neglected Food Group". *Nutrition Research Reviews*, vol. 30, no 1, junho de 2017, p. 1–24. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1017/S0954422416000202>.
- BATISTA, Maira Eloisa. **Influência dos tipos de substratos na cinética mássica de produção da película celulósica do Kombucha**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná
- BHATTACHARYA, SEMANTEE, et al. "Hepatoprotective Properties of Kombucha Tea against TBHP-Induced Oxidative Stress via Suppression of Mitochondria Dependent Apoptosis". *Pathophysiology*, vol. 18, no 3, junho de 2011, p. 221–34. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1016/j.pathophys.2011.02.001>.
- BRACESCO, N. .; SANCHEZ, A. G. .; CONTRERAS, V. .; MENINI, T. .; GUGLIUCCI, A. *Recent advances on Ilex paraguariensis research: Minireview. Journal of Ethnopharmacology*, 136(3), 378–384. 2011 DOI: 10.1016/j.jep.2010.06.032
- BRASIL. Portaria nº 103 de 20 de setembro de 2018. Instrução Normativa que visa estabelecer em todo território nacional o padrão de identidade e qualidade de kombucha. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 188, seção 1, p. 18, 28 set. 2018.
- BRASIL. Instrução normativa nº 47, de 30 de agosto de 2018. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 2018.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), **Instrução Normativa Nº 11, de 20 de outubro de 2000**.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 41, DE 17 DE SETEMBRO DE 2019**.
- CAMARGO, Mônica Cristiane Rojo De; TOLEDO, e Maria Cecília Figueiredo; "Chá-Mate e Café Como Fontes de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) Na Dieta Da População de Campinas". *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol. 22, no 1, janeiro de 2002, p. 49–53. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1590/S0101-20612002000100009>.

CARDOSO, R. R. et al. Kombuchas from green and black teas have different phenolic profile, which impacts their antioxidant capacities, antibacterial and antiproliferative activities. **Food Research International**, v. 128, p. 108782, fev. 2020.

CARVALHO, NAGILA LESSA DE. et al. “Análises Físico-Químicas dos Méis Industrializados e Artesanais Comercializados em Araguaína - TO”. *Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde*, vol. 27, no 2, setembro de 2023, p. 231–36. <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2023v27n2p231-236>.

DALLABRIDA, V. R. et al. Com erva-mate não se faz só chimarrão! Situação atual e perspectivas de inovação no setor ervateiro do Planalto Norte Catarinense. **DRd - Desenvolvimento Regional em debate**, v. 6, n. 2, p. 247–273, 22 jul. 2016. DOI: 10.24302/drd.v6i2.1225.

DE MIRANDA, JENIFFER FERREIRA, et al. “Kombucha: A Review of Substrates, Regulations, Composition, and Biological Properties”. *Journal of Food Science*, vol. 87, nº 2, fevereiro de 2022, p. 503–27. DOI.org, <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16029>.

DE RESENDE, M. D. V., STURION, J. A., DE CARVALHO, A. P., SIMEÃO, R. M., & FERNANDES, J. S. C. **Programa de melhoramento da erva-mate coordenado pela EMBRAPA: resultados da avaliação genética de populações, progênies, indivíduos e clones**. Embrapa Florestas-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2000.

DUFRESNE, C., E E. FARNWORTH. “Tea, Kombucha, and Health: A Review”. *Food Research International*, vol. 33, no 6, julho de 2000, p. 409–21. DOI.org (Crossref), [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(00\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00067-3).

Ernst, E. “Kombucha: A Systematic Review of the Clinical Evidence”. *Complementary Medicine Research*, vol. 10, no 2, 2003, p. 85–87. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1159/000071667>.

ESMELINDRO, Maria Carolina, et al. “Caracterização Físico-Química Da Erva Mate: Influência Das Etapas Do Processamento Industrial”. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol. 22, no 2, agosto de 2002, p. 199–204. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1590/S0101-20612002000200016>.

Hooshmand, S., Holloway, B., Nemoseck, T., Cole, S., Petrisko, Y., Hong, M. Y., & Kern, M. (2014). Effects of Agave Nectar Versus Sucrose on Weight Gain, Adiposity, Blood Glucose, Insulin, and Lipid Responses in Mice. *Journal of Medicinal Food*, 17(9), 1017–1021. doi:10.1089/jmf.2013.0162

HUR, S. J., LEE, S. Y., KIM, Y.-C., CHOI, I., & KIM, G.-B. (2014). Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods. *Food Chemistry*, 160, 346–356. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.112>

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário, Florestal e Aquícola, 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da pecuária municipal – PPM, 2021.

JARRELL, J.; CAL, T.; BENNETT, J. W. The Kombucha consortia of yeasts and bacteria. *Mycologist*, Cambridge, v. 14, n. 4, p. 166-170, Nov. 2000.

JAYABALAN, RASU, et al. “A Review on Kombucha Tea-Microbiology, Composition, Fermentation, Beneficial Effects, Toxicity, and Tea Fungus: A Review on Kombucha...”. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 13, no 4, julho de 2014, p. 538–50. DOI.org, <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12073>.

JUNG, YOUNGMI, et al. “Effect of Kombucha on Gut-Microbiota in Mouse Having Non-Alcoholic Fatty Liver Disease”. *Food Science and Biotechnology*, vol. 28, no 1, fevereiro de 2019, p. 261–67. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1007/s10068-018-0433-y>.

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

LIU, C. -H. et al.. The isolation and identification of microbes from a fermented tea beverage, Haipao, and their interactions during Haipao fermentation. *Food Microbiology*, London, v. 13, n. 6, p. 407-415, Dec. 1996.

MACHADO, S. **Tecnologia da Fabricação do Açúcar** Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia. p. 21, 2012.

MEDEIROS, Stéphaney Christine Guimarães; CECHINEL-ZANCHETT, Camile Cecconi. Kombucha: Efeitos in Vitro E in Vivo. **Infarma-Ciências Farmacêuticas**, v. 31, n. 2, p. 73-79, 2019.

Mel de abelha. Universidade Federal da Paraíba - UFPB Laboratório de Análises e Pesquisas de Bebidas Alcoólicas, <http://www.ct.ufpb.br/lba/contents/menu/pesquisas/mel>. Acessado 9 de outubro de 2023.

MOURA, Aurea Barbosa de. Monitoramento do processo fermentativo da kombucha de chá mate. 28 de junho de 2019, <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/33633>.

N.; SPINOSA, W. A . Physicochemical, antioxidant and sensory properties of Kombucha beverages obtained from oolong or yerba mate tea fermentation. Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 11, p. e62101118790, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i11.18790.

OLIVEIRA, D. M.; BASTOS, D. H. Phenolic acids bioavailability. Química Nova, Vol. 34, No. 6, 1051-1056, 2011.

PAULA, MARISTELA FRANCHETTI DE, et al. “Análise da competitividade das exportações brasileiras de mel natural, segundo o modelo constant market share e o índice de vantagem comparativa revelada”. Revista Ceres, vol. 63, no 5, outubro de 2016, p. 614–20. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1590/0034-737x201663050004>.

PAKRAVAN, NAFISEH, et al. “Cosmeceutical Effect of Ethyl Acetate Fraction of Kombucha Tea by Intradermal Administration in the Skin of Aged Mice”. Journal of Cosmetic Dermatology, vol. 17, no 6, dezembro de 2018, p. 1216–24. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1111/jocd.12453>

PALUDO, Natália. Desenvolvimento e caracterização de kombucha obtida a partir de chá verde e extrato de erva-mate: processo artesanal e escala laboratorial. **Trabalho de conclusão de curso**. 2017

RIBEIRO, T. R.; PIROLLA, N. F. F.; NASCIMENTO-JÚNIOR, N. M. Adoçantes Artificiais e Naturais: Propriedades Químicas e Biológicas, Processos de Produção e Potenciais Efeitos Nocivos. Revista Virtual de Química, v. 12, n. 5, p. 1-41, 2020.

SALAFZON, SAMANEH, et al. “Evaluation of the antioxidant impact of ginger-based kombucha on the murine breast cancer model”. Journal of Complementary and Integrative Medicine, vol. 15, no 1, fevereiro de 2018. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1515/jcim-2017-0071>.

SALDANHA, Luciane Arias. Efeitos da ingestão de cafeína, café (*Coffea arabica*) e chá mate (*Ilex paraguariensis*) sobre a atividade lipolítica do tecido adiposo e parâmetros metabólicos em ratos submetidos ao exercício físico. 2012. Universidade de São Paulo, <https://doi.org/10.11606/T.6.2012.tde-13062012-105624>.

SAMPAIO, Geni Rodrigues, et al. “Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Foods: Biological Effects, Legislation, Occurrence, Analytical Methods, and Strategies to Reduce Their Formation”. International Journal of Molecular Sciences, vol. 22, no 11, junho de 2021, p. 6010. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.3390/ijms22116010>.

SANTOS, Amanda Rafaela. Avaliação cinética da fermentação de chá de erva-mate tostada por SCOBY de kombucha. 30 nov. 2020. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/218819>

SANTOS, Mafalda Jorge dos. Kombucha: caracterização da microbiota e desenvolvimento de novos produtos alimentares para uso em restauração. 2016. Master Thesis. run.unl.pt, <https://run.unl.pt/handle/10362/19346>.

SARAIVA, A. et al. Agave Syrup: Chemical Analysis and Nutritional Profile, Applications in the Food Industry and Health Impacts. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 12, p. 7022, 1 jan. 2022.

SUHRE, Tais. Kombuchas produzidas e comercializadas no Brasil: características físico-químicas e composição microbiana. 2020. [lume.ufrgs.br, https://lume.ufrgs.br/handle/10183/211888](https://lume.ufrgs.br/handle/10183/211888).

SREERAMULU, GUTTAPADU, et al. "Kombucha Fermentation and Its Antimicrobial Activity". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 48, nº 6, junho de 2000, p. 2589–94. DOI.org, <https://doi.org/10.1021/jf991333m>.

TEOH, Ai Leng, et al. "Yeast Ecology of Kombucha Fermentation". *International Journal of Food Microbiology*, vol. 95, no 2, setembro de 2004, p. 119–26. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2003.12.020>.

TSURU, VITOR HUGO, et al. "Physicochemical, antioxidant and sensory properties of Kombucha beverages obtained from oolong or yerba mate tea fermentation". *Research, Society and Development*, vol. 10, no 11, agosto de 2021, p. e62101118790. DOI.org, <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.18790>

VIDAL, MARIA DE FÁTIMA. Evolução da produção de mel na área de atuação do BNB. Caderno Setoria ETENE. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 5, n.112, abr. 2020.

VILLARREAL-SOTO, SILVIA ALEJANDRA, et al. "Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review". *Journal of Food Science*, vol. 83, no 3, março de 2018, p. 580–88. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14068>.

VITAS, JASMINA, et al. "The Antioxidant Activity of Kombucha Fermented Milk Products with Stinging Nettle and Winter Savory". *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, vol. 19, nº 1, 2013, p. 129–39. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.2298/CICEQ120205048V>.