

# KOMBUCHA DE GUABIROBA (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg) PARA VALORIZAÇÃO DA BIODIVERSIDADE BRASILEIRA

André Stocco Ferreira

Orientadora: Profa. Patrícia Matos Scheuer

## RESUMO

O Brasil, país mais biodiverso do mundo, esbanja recursos naturais aptos a enriquecer nossa alimentação. Contudo, nossa dieta baseia-se em poucas espécies, geralmente não nativas e produzidas em larga escala. Reverter esse cenário envolve promover os recursos nativos subutilizados. Este estudo focou no uso da guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg) para desenvolver um kombucha, chá fermentado artesanal e sustentável. Foram monitorados parâmetros essenciais para atender às normas brasileiras. Na primeira fermentação, aeróbia, temperatura, pH e sólidos solúveis totais estavam dentro dos padrões estabelecidos. Na segunda fermentação, anaeróbia, adicionado purê de guabiroba, o consumo de açúcar pelos microrganismos foi interrompido, resultando na falta de carbonatação (pressão) e variação na densidade, afetando a medição do volume alcoólico. Tal ocorrência demonstra ter havido alguma interferência na microbiota da bebida a partir da inclusão do fruto, levantando-se como possibilidades para tal fato a eventual contaminação durante a manipulação dos insumos e utensílios ou características inerentes ao fruto que podem ser futuramente estudadas.

Palavras Chave: Biodiversidade; Gastronomia; Guabiroba; Kombucha; Sustentabilidade.

## ABSTRACT

Brazil, the most biodiverse country in the world, boasts an abundance of natural resources capable of enriching our diet. However, our diet relies on a limited number of species, usually non-native and produced on a large scale. Addressing this issue involves promoting underutilized native resources. This study focused on using guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg) to develop a kombucha, a fermented tea that is both artisanal and sustainable. Essential parameters were monitored to meet Brazilian standards. During the first, aerobic fermentation, temperature, pH, and total soluble solids were within the established norms. In the second, anaerobic fermentation, when guabiroba puree was added, the sugar consumption by microorganisms was halted, resulting in a lack of carbonation (pressure) and variation in density, which affected the measurement of alcohol content. This incident suggests an imbalance in the drink's microbiota due to the fruit's inclusion, raising possibilities of contamination during handling or inherent fruit characteristics that warrant further study.

Keywords: Biodiversity; Gastronomy; Guabiroba fruit; Kombucha; Sustainability.

## INTRODUÇÃO

A preservação e o devido emprego da biodiversidade na produção de alimentos é um elemento importante para a promoção da sustentabilidade nas suas dimensões ambiental, econômica e social. Na dimensão ambiental, ao contrário das monoculturas em larga escala, a variedade de cultivares resulta em benefícios como a manutenção da qualidade do solo e da água, além de sinergias que fomentam a perenidade dos agroecossistemas. Já nas dimensões econômica e social, o uso da biodiversidade local gera oportunidades de fonte de renda para comunidades que praticam a agricultura familiar, bem como a valorização de alimentos que representam parte das tradições de comunidades locais. Apesar dos benefícios mencionados, a produção agrícola e a dieta das populações vêm, ao longo dos anos, passando por um processo de homogeneização, sendo reduzidas, cada vez mais, as variedades de alimentos produzidos e consumidos (FAO, 2019). No Brasil, a tendência não é diferente. Ainda que sejamos o país mais biodiverso do planeta, fazemos pouco proveito desse privilégio e, além de consumirmos pouca variedade, damos preferência a alimentos que não são originários do nosso país (CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011). Tal fenômeno é explicado como uma herança do pensamento colonial, onde aquilo que vem de fora tem mais valor do que os recursos locais e disponíveis (SILVA et. al., 2019). Desta forma, para que se alcancem os benefícios do emprego da biodiversidade, é importante que iniciativas sejam tomadas para valorizar os recursos brasileiros, sendo a gastronomia uma das plataformas para desenvolvimento e promoção de produtos desta natureza (DUTRA, 2021).

A guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) é um fruto da biodiversidade brasileira, proveniente da guabirobeira, árvore nativa da mata atlântica, presente especialmente nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011). Embora seja comum encontrá-la em propriedades rurais ou quintais, e ainda que possua características sensoriais atraentes, como seu sabor, aroma e cor, além de propriedades nutricionais relevantes, como a vitamina C e antioxidantes, sua exploração comercial ainda é incipiente (SERENO, 2023). Trata-se de um exemplo entre uma infinidade de recursos nativos que, conforme supramencionado, são de fácil acesso a pequenos agricultores locais, possuem potencial para comercialização associada à sustentabilidade ambiental, uma vez que a maior parte das árvores se encontra em reservas legais e a exploração do fruto pode ocorrer pelo método extrativista, ou seja, sem desmatamento; mas, são subvalorizados, deixando de cumprir um importante papel no contexto alimentar e social (SILVA, 2021). Embora este potencial para exploração comercial da guabiroba exista, há uma ressalva que precisa ser

considerada: o fruto é sensível e de rápida perecibilidade. Desta forma, o processamento e desenvolvimento de produtos a partir do fruto são interessantes para proporcionar, não somente valor agregado ao produtor, como também a possibilidade de difusão do fruto para mercados mais distantes dos locais de produção a partir de uma logística de acondicionamento e transporte facilitados, levando consigo a valorização daquilo que é nativo e a consciência do consumo sustentável em todas as suas dimensões (RODRIGUES, 2017; SERENO, 2023).

Uma das possibilidades de processamento da guabiroba é utilizá-la como insumo para a produção de bebidas. Entre essas bebidas, vislumbra-se a potencialidade para o desenvolvimento de kombucha saborizado com o fruto. O kombucha é uma bebida milenar obtida a partir da fermentação do chá produzido das folhas da *Camellia sinensis*. Para a realização da fermentação, o chá é inoculado com uma colônia de bactérias contidas em uma placa celulósica chamada *SCOBY* (*Symbiotic Culture Of Bacteria and Yeast*, em português Cultura Simbiótica de Bactérias e Leveduras), além de uma porção de kombucha previamente fermentada, denominada *starter* (CARVALHAES E ALVES, 2020). É uma bebida associada a produtos naturais de produção artesanal, além de se atribuir à ela propriedades probióticas e antioxidantes. Tais condições, além das suas características sensoriais e a grande margem para desenvolvimento de diferentes sabores, levaram ao aumento de popularidade da bebida nos últimos anos, inclusive no Brasil (LINDNER E MARTIN, 2022). Neste sentido, em 2019 foi publicada a Instrução Normativa 41/2019 (BRASIL, 2019), que regulamenta as condições para a elaboração de kombucha no Brasil, além de questões de comercialização, como rotulagem. Entre os parâmetros estabelecidos estão contidos valor de pH e álcool. Outros parâmetros, ainda que não estejam expressos na norma como determinantes para a caracterização da bebida, estão diretamente relacionados ao pH e ao álcool. O consumo de açúcar pelas leveduras produzirá álcool e CO<sub>2</sub> como metabólitos. O álcool é necessário para a redução do pH a partir do seu consumo pelas bactérias presentes na bebida, enquanto o CO<sub>2</sub> proporciona a característica de carbonatação associada ao kombucha. Outro elemento relevante para a produção é a temperatura, que regula diretamente a velocidade da reprodução dos microrganismos e da fermentação do kombucha, o que afeta as características finais do produto (CARVALHAES E ALVES, 2020).

O objetivo do presente trabalho foi buscar a valorização de uma espécie da biodiversidade brasileira, com potencial para ser um elemento de propagação da sustentabilidade nas suas dimensões ambiental, econômica e social, por meio de seu processamento e associação a uma bebida que agrega valor ao produto e que também é vinculada ao artesanal e ao saudável. Assim, propõe-se o desenvolvimento de kombucha

saborizada com guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*), com acompanhamento dos principais parâmetros que caracterizam a bebida, sejam aqueles que estejam expressos na Instrução Normativa 41/2019 (BRASIL, 2019) ou demais parâmetros que os suportem.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O kombucha

#### 2.1.1 Histórico e definição

O kombucha é uma bebida milenar resultante da fermentação do chá. Atribui-se a origem do kombucha à região da Manchúria, na China, durante a dinastia *Tsin* (MARTENS, 2023). Segundo Greenwalt, Steinkraus e Ledford (2000), trata-se de uma bebida consumida desde 220 a.C. em função de supostas propriedades mágicas e que, ao longo dos tempos, passou a ser difundida em outras regiões, como a Rússia e a Europa Oriental, por meio de rotas comerciais. Diferentes versões são abordadas para a origem do nome da bebida: no idioma japonês, a palavra *kombu* significa alga, enquanto a palavra *chá* remete à infusão de folhas da planta *Camellia sinensis* (CARVALHAES; ALVES, 2020). Em outra versão, um médico japonês, doutor Kombu, teria levado a bebida para o Japão em 414 d.C. para tratar problemas digestivos do imperador Inkyo (DUFRESNE; FARNSWORTH, 2000). A partir da segunda guerra mundial, a bebida se difundiu na Europa Ocidental e norte da África (BLANC, 1996).

De acordo com Carvalhaes e Alves (2020), a cultura de kombucha na antiguidade era tradicionalmente elaborada utilizando apenas as folhas da planta *Camellia sinensis*, na forma de chá preto. Atualmente também se enquadram como kombucha as bebidas elaboradas com a fermentação dos chás verde ou branco, preparados a partir da mesma espécie de planta com diferentes níveis de oxidação. Ainda de acordo com os mesmos autores, a produção da bebida teve grande expansão nos Estados Unidos e na Europa oriental a partir da década de 1990, obtendo popularização em velocidade superior a qualquer outro tipo de alimento fermentado em função de sua simplicidade para a manutenção da cultura e grande margem para criatividade em sua saborização, resultando em diferentes produtos. Lindner e Martin (2022) corroboraram esta afirmação, destacando o grande crescimento repentino de um produto a base de chá e o aumento da escala de produção tanto artesanal quanto industrial, inclusive no Brasil. Os autores ainda atribuíram este crescimento do mercado às propriedades funcionais

relacionadas aos bioativos presentes no kombucha, bem como pela tendência de resgate dos produtos milenares. Em 2019, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil publicou a Instrução Normativa nº 41, cujo objetivo, previsto no seu Artigo 1º, é “Estabelecer o padrão de identidade e qualidade do kombucha em todo o território nacional” (BRASIL, 2019). Esta Instrução Normativa define o kombucha conforme transcrito a seguir:

Kombucha é 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*) (BRASIL, 2019, p. 13)

Considerando os processos de fermentação e os ingredientes envolvidos, Carvalhaes e Alves (2020) apontaram que o resultado da produção do kombucha será uma bebida que apresentará acidez, dulçor e carbonatação características.

### **2.1.2 Ingredientes**

São ingredientes obrigatórios para a composição do kombucha: a água, as folhas da planta *Camellia sinensis*, o açúcar e o *SCOBY* (*Symbiotic culture of bacteria and yeast - Cultura simbiótica de bactérias e leveduras*) (BRASIL, 2019).

#### *2.1.2.1 Água*

A água é o ingrediente com ampla prevalência na composição do kombucha, o que torna sua escolha relevante para o resultado do produto final (LINDNER; MARTIN, 2022). Como solvente universal, a água solubiliza e transporta nutrientes para o interior das células, de forma que os micronutrientes possam aproveitá-los, o que não seria possível caso os nutrientes se encontrassem em seu estado original (MELLO; MARTINS; SILVA, 2018). Além de ser potável, também é importante que a água utilizada no kombucha não possua altos teores de carbonato de cálcio e magnésio (água dura), o que pode ocasionar o aparecimento de película indesejável ao chá, assim como também deve ser evitada a água mole, com baixos teores destas mesmas substâncias, que promove extração excessiva das folhas do chá resultando em sabor salino. As águas muito alcalinas também não são apropriadas, tendo em vista que o substrato inicial do kombucha deve ser ácido, com pH por volta de 5. Já as águas destiladas não possuem minerais que contribuem para o sabor do produto. Assim é importante

que a água empregada no kombucha seja equilibrada em termos de presença de minerais e pH (SANTOS, 2016).

### 2.1.2.2 Folhas de *Camellia sinensis*

De acordo com Braibante e Colaboradores (2014), os chás são obtidos a partir da infusão de plantas, e seu consumo, hoje difundido pelo mundo, se iniciou na China há mais de 4000 anos, sendo a *Camellia sinensis*, cujo nome significa Camélia da China em função da semelhança das suas flores com as Camélias, a planta original utilizada para a elaboração do chá. Diferentes tipos de chá podem ser obtidos por meio de diversos processamentos da folha da *Camellia Sinensis*, conforme os mesmos autores explicam no trecho transcrito a seguir:

Após o desenvolvimento de muitas pesquisas, os chás foram classificados em quatro principais tipos: branco, verde, oolong e preto. Dessa forma, pode-se afirmar que todos possuem a mesma origem, provenientes da *Camellia sinensis*, mas se diferem na modalidade de seu processamento. Sendo assim, o grau de oxidação é o que determina o tipo de chá que será obtido (BRAIBANTE et al., 2014, p.169).

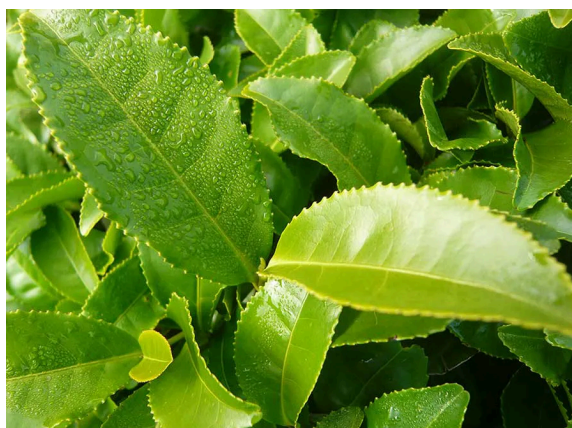


Figura 1: Folhas da *Camellia sinensis*  
Fonte: Bernadete Alves, 2020.

Ainda sobre os tipos de chá obtidos a partir da *Camellia sinensis*, Nishiyama e colaboradores (2010) detalharam que o chá preto, mais consumido no Brasil, passa por etapa de fermentação em seu processo produtivo, enquanto que no processo do chá verde as folhas são escaldadas e fervidas para manutenção da sua cor. Já o oolong é um processo intermediário onde a fermentação é mais branda do que aquela realizada no chá preto, obtendo-se, assim, aroma menos acentuado. Os mesmos autores ainda reportaram que o cultivo da *Camellia sinensis* no Brasil ocorre principalmente no Vale do Ribeira, no estado de

São Paulo, onde a maior parte da produção é destinada à elaboração de folhas de chá preto, embora o incremento de demanda para o chá verde venha nos últimos tempos ocasionando a ampliação de sua produção.



Figura 2: Folhas preparadas para chás verde e preto.  
Fonte: Casa Perris, 2024.

A infusão das folhas permite que sejam transferidos para a água utilizada, além de sabor e aroma, compostos bioativos presentes na planta. Na *Camellia sinensis*, os principais compostos são os flavonoides e os polifenóis, como as catequinas, que possuem ação antioxidante. Satoh, Tohyama e Nishimura (2005) verificaram maior capacidade antioxidante do chá verde, menos oxidado em seu processo produtivo, em relação às capacidades dos chás preto, oolong e tostado, mais oxidados.

Também é relevante destacar que, embora a norma brasileira (BRASIL, 2019) enquadre como kombucha apenas o fermentado que contenha as folhas de *Camellia sinensis* em sua composição, estudos vêm sendo realizados a partir da infusão de outras plantas, como a cidreira e a erva mate (LINDNER; MARTIN, 2022).

### 2.1.2.3 Açúcares

Os açúcares atuam como fonte de alimento para que bactérias e leveduras possam realizar a fermentação do chá, sendo assim, um componente fundamental do kombucha. Reiss (1994) e Jayabalan (2008), apud Martens (2023, p. 204) destacaram:

Segundo Reiss (1994) o açúcar é considerado o melhor substrato para a fermentação do kombucha. Durante o processo de fermentação, a sacarose é

degradada por meio de enzimas produzidas por leveduras presentes no *SCOBY*, que a convertem em glicose e frutose. Posteriormente, as leveduras transformam a glicose em CO<sub>2</sub> e álcool etílico, que são as principais fontes para a produção de ácidos responsáveis pelas características sensoriais do produto (JAYABALAN, 2008).

A sacarose é a fonte de açúcar mais comum na fabricação do kombucha (JAYABALAN et. al., 2014). Em estudo sobre os impactos de diferentes fontes de açúcares (açúcar cristal, mel e açúcar mascavo) com relação às propriedades físico-químicas do kombucha, Nascimento e Lima (2019) concluíram que o pH do preparo é reduzido de forma mais célere quando se aplica o açúcar cristal, enquanto o pH ao final da primeira fermentação é menor quando o mel é empregado. Já o açúcar mascavo traz o maior impacto na cor do produto, tendo em vista sua cor acastanhada. Embora Watawana e Colaboradores (2016) tenham apontado a viabilidade do uso do mel ou do açúcar mascavo para a preparação da bebida, o que proporciona a inclusão de micronutrientes ausentes nos açúcares refinados, Carvalhaes e Alves (2020) recomendaram a utilização de açúcares já refinados, como o açúcar cristal ou o demerara, em função de suas estruturas moleculares menores que facilitam o consumo pelos microrganismos. Já os edulcorantes não são aplicáveis como fontes de alimento para as leveduras, o que inviabiliza a fermentação.

#### 2.1.2.4 *SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast) e Starter*

O *SCOBY*, cultura simbiótica de bactérias e leveduras, é uma comunidade microbiana que se apresenta em forma de placa celulósica, cujo nome técnico é zoogléia (LINDNER; MARTIN, 2022).



Figura 3: *SCOBY*

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Já o *starter*, ou chá de arranque, se trata de um kombucha não saborizado fermentado anteriormente. Ambos elementos são responsáveis pela inoculação dos microrganismos que atuarão na fermentação do kombucha, sendo o *SCOBY* o elemento principal para este fim. O *starter*, além do seu papel como inoculador, também tem a função de reduzir de imediato o pH do chá preparado tornando o meio ácido e desfavorável para a reprodução de microrganismos patogênicos (CARVALHAES; ALVES, 2020).

O uso do *SCOBY*, portanto, é imprescindível para a produção do kombucha. No entanto, pode-se, inicialmente, utilizar apenas chá previamente fermentado para uma primeira fermentação; neste caso, o tempo necessário para que obtenham as características de interesse é significativamente maior, de no mínimo vinte dias, período também necessário para o desenvolvimento de uma nova matriz celulósica (LINDNER; MARTIN, 2022. p.308).

A microbiota presente no *SCOBY*, no *starter* e no próprio kombucha poderá ter diferentes composições a depender de variáveis como a microbiota natural da região onde a bebida foi preparada e a relação entre temperatura e tempo de fermentação (LINDNER; MARTIN, 2022). Além das variáveis mencionadas, as proporções de folhas de chá e de açúcares adicionados ao preparo também contribuirão para a ocorrência de diferentes relações simbióticas entre os microrganismos, resultando em produtos com diferentes características sensoriais (JAYABALAN et. al, 2014). Também é importante destacar que a prevalência de cada microrganismo será alterada durante a produção conforme ocorrerem modificações químicas no líquido preparado, como a redução do pH e dos sólidos solúveis. Até mesmo o diâmetro do recipiente, que proporcionará maior ou menor contato da superfície do líquido com o oxigênio trará interferência na composição microbiológica do produto (LAUREYS; BRITTON; CLIPPELEER, 2020). O fato de o kombucha ser um produto tradicionalmente artesanal colabora para este caráter único de cada produção. Contudo, atualmente já existem empresas que fornecem culturas com microbiotas controladas, que facilitam a padronização para produção comercial (LINDNER; MARTIN, 2022).

Ainda que haja esta variabilidade na composição dos microrganismos do kombucha, os principais responsáveis para que as devidas metabolizações ocorram ao longo dos períodos de fermentação aeróbia e anaeróbia são determinadas espécies de leveduras e bactérias ácido acéticas (BAA), enquanto que as bactérias lácticas (BAL) são pouco relevantes na caracterização do produto ou não se fazem presentes (LAUREYS; BRITTON; CLIPPELEER, 2020). No Quadro 1 constam os microrganismos comumente encontrados na microbiota do kombucha.

LEVEDURAS	BACTÉRIAS ACÉTICAS
<i>Brettanomyces</i>	<i>Acetobacter xylinum</i>
<i>Brettanomyces bruxellensis</i>	<i>Acetobacter aceti</i>
<i>Brettanomyces intermedius</i>	<i>Acetobacter pasteurianus</i>
<i>Candida</i>	<i>Gluconobacter</i>
<i>Candida famata</i>	
<i>Mycoderma</i>	
<i>Mycotorula</i>	
<i>Pichia</i>	
<i>Pichia membranaefaciens</i>	
<i>Saccharomyces</i>	
<i>Saccharomyces cerevisiae subsp. aceti</i>	
<i>Saccharomyces cerevisiae subsp. cerevisiae</i>	
<i>Schizosaccharomyces</i>	
<i>Torula</i>	
<i>Torulasporea delbrueckii</i>	
<i>Torulopsis</i>	
<i>Zygosaccharomyces</i>	
<i>Zygosaccharomyces bailii</i>	
<i>Zygosaccharomyces rouzii</i>	

Quadro 1: Microrganismos mais comuns na microbiota do kombucha.  
 Fonte: Adaptado de Greenwalt; Steinkraus; Ledford, 2000.

As leveduras atuam na metabolização dos açúcares, após a quebra da sacarose em frutose e glicose. por ação enzimática (LONCAR et. al., 2014) . O consumo da glicose e frutose pelas leveduras tem como resultado a redução dos sólidos solúveis da bebida e a ocorrência de CO<sub>2</sub> e etanol como metabólitos. Na primeira fermentação, aeróbia, parte do álcool é liberado para a atmosfera e outra parte é metabolizada pelas BAA, que o transformam em ácido acético e outros ácidos orgânicos (JAYABALAN et al., 2014). Ainda na primeira fermentação, a maior parte do CO<sub>2</sub> também é liberado para a atmosfera. Já na segunda fermentação, anaeróbia, quando o líquido fermentado é engarrafado, o álcool deixa de ser consumido pelas BAA, ficando retido no líquido (CARVALHAES; ALVES, 2020), fazendo-se necessária sua verificação ao longo da produção tendo em vista as especificações normativas (BRASIL, 2019) quanto à presença do álcool na composição. Da mesma forma, o

CO<sub>2</sub> produzido também fica retido no líquido, resultando na carbonatação característica da bebida (CARVALHAES; ALVES, 2020). As leveduras também trazem impacto para os sabores percebidos no produto. Os gêneros *Zygosaccharomyces* e *Saccharomyces* estão relacionados à produção de compostos aromáticos frutados, enquanto *Kloeckera* e *Hanseniaspora* sintetizam substâncias que proporcionam aroma semelhante ao da sidra (SANTOS, 2016).

As BAA são responsáveis pela transformação do álcool em ácido acético e outros ácidos orgânicos como cítrico, fólico, glicônico, glicurônico, láctico, málico, malônico, oxálico, pirúvico e tartárico (BLANC, 1996), o que caracteriza a acidez presente na bebida, bem como a complexidade de sabores. A produção destes ácidos também têm como consequência a redução do pH da bebida, o que contribui para a inibição de desenvolvimento de microrganismos patogênicos, como *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, e *Clostridium botulinum*, que não se desenvolvem em ambientes com pH abaixo de 4,7 (LAUREYS; BRITTON; CLIPPELEER, 2020), além de proporcionar a ocorrência da variação da microbiota e relação simbiótica dos microrganismos ao longo da fermentação.

As BAA também são responsáveis pela formação da placa celulósica que abrigará uma nova colônia de bactérias e leveduras, ou seja, um novo *SCOBY*, a cada novo ciclo de fermentação (LAUREYS; BRITTON; CLIPPELEER, 2020). Esta nova placa ocorrerá sempre na interface entre a fração líquida da preparação e o ar, e seu objetivo é facilitar a interação das bactérias aeróbias com o oxigênio em função da flutuação da placa celulósica (MARTENS, 2023). A BAA identificada como principal responsável pela construção do *SCOBY* é a *Acetobacter xylinum* (GREENWALT; STEINKRAUS; LEDFORD (2000).

A formação de uma nova cultura sempre acontece na superfície do pote de fermentação, de forma lenta e gradual. No primeiro estágio surgem pontos esbranquiçados na superfície (do primeiro ao quarto dia), que evoluem para uma fina película transparente (do quinto ao décimo dia) e ganham mais cor e espessura com, pelo menos, mais 20 dias (CARVALHAES; ALVES, 2020, p. 70).

A ilustração contida na Figura 4 mostra os processos que ocorrem nas primeira e segunda fermentações do kombucha.

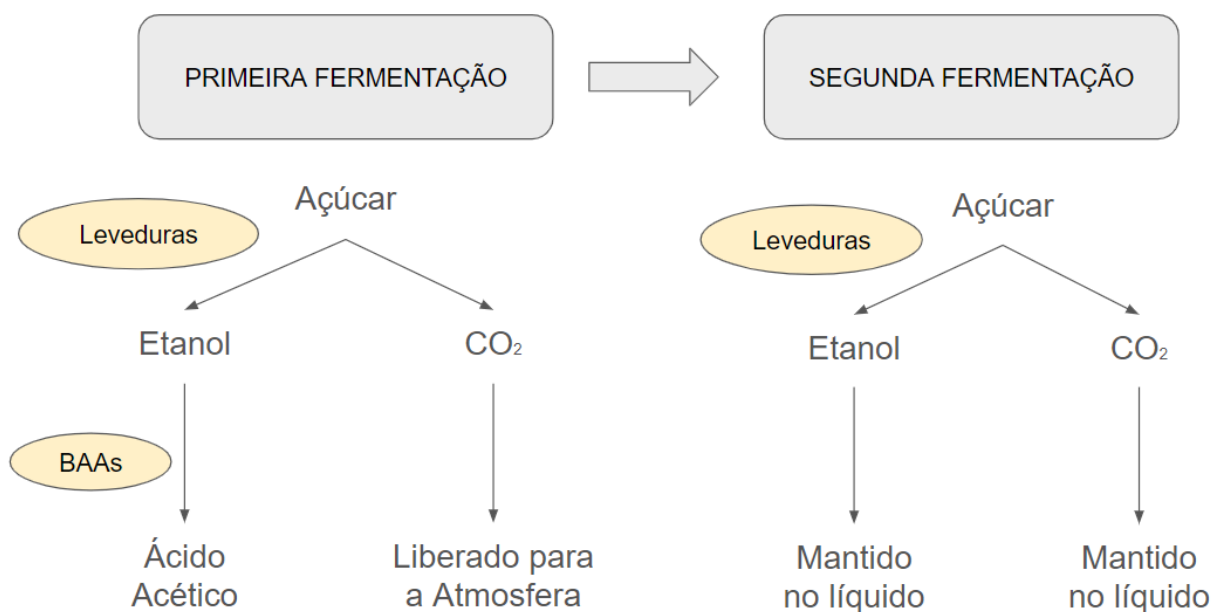


Figura 4: Processos da primeira e segunda fermentações.  
Fonte: Adaptado de Carvalhaes e Alves, 2020.

Segundo Lindner e Martin (2022), as alterações que ocorrem durante o processo de fermentação, como a redução de açúcares e a presença de diferentes tipos de ácidos, bem como ações enzimáticas sobre os polifenóis presentes no chá, reações esperadas a partir da inoculação do chá com a adição do *SCOBY* e do *starter*, também são responsáveis pelas alterações de cor e turbidez apresentadas na produção do kombucha.

Ainda que sejam conhecidas as funções das leveduras e bactérias ácido acéticas presentes no *SCOBY* de uma forma geral, Martens (2023) afirma que ainda não se conhece exatamente como todos estes microrganismos interagem, bem como a concentração dos componentes chave para a produção da bebida, sua capacidade de produção de álcool e ácido acético, além da melhor metodologia para sua avaliação sensorial. Assim sendo, é notória a margem ainda existente para estudos relacionados ao kombucha.

### 2.1.3 Elaboração do kombucha

O primeiro passo para a produção de kombucha é a elaboração do chá, composto por água e folhas da espécie *Camellia sinensis*. Para tal, a água deve ser aquecida e posteriormente infundida com as folhas. De acordo com Lindner e Martin (2022) a quantidade de folhas de chá utilizadas na elaboração do kombucha varia entre 1,25 a 12,5g por litro de água, enquanto Carvalhaes e Alves (2020) apresentam variação entre 4 e 20g por litro. Com relação à temperatura ideal para a realização da infusão com maior extração de

bioativos da planta, Perva-Uzunalić e Colaboradores (2006) concluíram que diferentes relações de tempo de infusão e temperatura da água ocasionarão diferentes níveis de extração dos bioativos das folhas da *Camellia sinensis*, estando a infusão por 10 minutos a 95°C entre aquelas mais eficientes neste sentido. O tempo de 10 minutos é reiterado por Nishiyama e colaboradores (2010), que afirmaram que a partir deste intervalo o chá passa a apresentar sabor amargo e liberar taninos que conferem ao produto uma sensação de adstringência, tornando-se, assim, menos atraente aos consumidores. Ainda de acordo com estudo realizado pelos mesmos autores, a agitação do chá durante a infusão resulta em maior extração de bioativos em relação à infusão estática, assim como a utilização de folhas de *Camellia sinensis* à granel também promoverá extrações superiores àquelas obtidas quando da utilização de sachês.

Na sequência, o produto da infusão deve ser adoçado, de forma que estes açúcares sejam solubilizados e sirvam de alimento para os microrganismos no processo de fermentação. Conforme já abordado em tópico específico, o emprego de diferentes tipos de açúcares, seja em função de sua composição molecular ou processamento, ocasionará diferentes resultados no processo de fermentação e na característica final do produto. Outro fator importante neste contexto são as quantidades de açúcares adicionados à infusão em relação à quantidade do líquido utilizado para o chá. Lindner e Martin (2022) apontaram uma variação entre 50 e 200g de açúcares por litro para a preparação da bebida. Já Greenwalt, Steinkraus e Ledford (2000) limitaram a variação até 150g por litro de chá.

O próximo passo é a adição dos itens responsáveis pela inoculação dos microrganismos ao chá: *SCOBY* e *starter*. Antes deste procedimento, é importante que o chá tenha sido resfriado até a temperatura ambiente, de forma a não inativar os microrganismos por alta temperatura (CARVALHAES; ALVES, 2020; MARTENS, 2023). O tamanho e espessura entre *SCOBYS* pode variar, e seu tamanho influenciará na velocidade da fermentação. Crum e LaGory (2016) recomendam cerca de 30 a 45 gramas por litro de chá, enquanto Freitas (2022) utilizou 100 gramas de *SCOBY* por litro em seu estudo. Com relação ao *starter*, que é chá previamente fermentado, recomenda-se cerca de 10% do volume do chá a ser utilizado para a produção.

Na sequência inicia-se o processo de primeira fermentação, quando o chá adoçado e inoculado se manterá em repouso e em aerobiose. O tempo e temperatura necessários para esta primeira etapa de fermentação varia bastante de acordo com a literatura. Schroeder (2019) realizou apuração destas condições em diferentes publicações, obtendo tempo médio de 16 dias quando da utilização de chá verde na preparação em temperaturas que variam entre

20 e 30°C. Já Greenwalt, Steinkraus e Ledford (2000) afirmaram que a partir de 10 dias de fermentação a bebida pode chegar a níveis de acidez prejudiciais aos consumidores, enquanto Crum e LaGory (2016) recomendaram um período entre 7 e 21 dias de fermentação. Tendo em vista não haver um consenso na literatura em relação ao binômio tempo/temperatura para a primeira fermentação, Lindner e Martin (2022) apontaram que um dos critérios que podem ser utilizados é a aferição do valor do pH da preparação, onde se sugere um resultado próximo a 3,0 para o encerramento desta etapa do processo, o que vai ao encontro dos parâmetros estabelecidos pela norma brasileira (BRASIL, 2019), que serão demonstrados adiante. Carvalhaes e Alves (2020) também afirmaram não haver tempo específico para a primeira fermentação, incluindo a prova do sabor do preparado como critério para finalizar esta etapa. Tal afirmação é ratificada por Crum e LaGory (2016), que são enfáticos ao dizer que o pH não indicará quando a bebida estará pronta para o próximo passo, mas apenas seu sabor. Com relação à temperatura ambiente no período de fermentação, o ideal é a manutenção entre 18 e 23°C, pois acima desta faixa de temperatura a fermentação será muito acelerada prejudicando a profundidade de sabor e proporcionando acidez demasiada com sabor avinagrado (CARVALHAES E ALVES, 2020). Na transcrição a seguir, Martens (2023) também tratou deste tema:

Baixar a temperatura em que determinada fermentação é conduzida pode trazer algumas vantagens e desvantagens. Se por um lado a fermentação irá ocorrer de forma mais lenta, por outro, o aumento do tempo de fermentação permitirá a síntese de metabólitos secundários, que irão enriquecer o sabor final do produto obtido (MARTENS, 2023. p. 55).

Outro fator importante abordado pela literatura visando a obtenção de maior eficiência em fermentação e a segurança do processo é o recipiente empregado para a realização da primeira fermentação. Segundo Lindner e Martin (2022), o emprego de recipientes com maior abertura permite maior superfície de contato dos microrganismos com o oxigênio, o que é imprescindível no primeiro período de fermentação. Ainda com relação aos recipientes, Carvalhaes e Alves (2020) recomendaram que seu material seja de vidro, inox 304 ou plástico de uso alimentício. Não devem ser utilizados alumínio, ferro, cobre e outros metais, pois as bactérias lácticas e acéticas presentes no líquido podem extrair substâncias tóxicas destes materiais. Em função da necessidade de troca de oxigênio durante a fermentação aeróbia, não é possível tampar o recipiente, mas é importante cobri-lo com algum tipo de tecido que permita a entrada do oxigênio e impeça o contato de insetos, pois é comum que os odores da fermentação atraiam espécies como a mosca da fruta, por exemplo (LINDNER E MARTIN, 2022). Neste contexto da segurança dos alimentos no processo de produção, é importante que

todos os materiais e insumos estejam devidamente higienizados para evitar contaminações pelos fungos presentes no ar e microrganismos patogênicos.

As últimas etapas do processo de produção do kombucha serão a sua saborização e envase para a realização do segundo período de fermentação, em ambiente anaeróbio, onde ocorrerá a gaseificação da bebida. De acordo Brasil (2019), a saborização da bebida é opcional. Desta forma, o kombucha que não seja saborizado e mantenha um teor alcoólico até 0,5% v/v pode ser classificado como “kombucha original”.

Com relação à saborização, existe a possibilidade de utilização de ingredientes como frutas, vegetais, especiarias e até mesmo a injeção de CO<sub>2</sub>, vitaminas e corantes naturais à bebida resultante do primeiro período de fermentação (BRASIL, 2019). No caso de saborização com frutas, é possível a utilização de sucos, pedaços e purês acondicionados na garrafa ou mesmo a realização de uma pré saborização executada por meio de infusão das frutas na bebida em ambiente refrigerado entre 12 e 72 horas, com posterior filtragem e envasamento. Este último método tem como objetivo evitar a degradação da fruta no interior da garrafa quando armazenada por tempos maiores, tendo em vista que os elementos adicionados ao chá já fermentado terão seus perfis de sabor alterados pelos microrganismos na segunda fermentação, o que pode causar sabores indesejados caso ocorra ação microbiana em demasia (CARVALHAES; ALVES, 2020; CRUM; LAGORY, 2016). A inclusão de ingredientes para a saborização também poderá acelerar a carbonatação da bebida fermentada em meio anaeróbio, considerando a quantidade de açúcar novo que estes elementos incorporaram ao líquido (CRUM; LAGORY, 2016). Tendo em vista a ocorrência de carbonatação no interior da garrafa, Martens (2023) recomendou o uso de material plástico (garrafas PET) para o envase da bebida.

O kombucha se adapta bem a diversos sabores, tanto doces quanto salgados. A quantidade de ingredientes utilizados nesta etapa de saborização, bem como o tempo de fermentação anaeróbia são agentes que influenciarão no resultado do produto. Em função da variabilidade de possibilidades, Crum e Lagory (2016) recomendaram que sejam realizadas experimentações para se chegar aos sabores desejados. Carvalhaes e Alves (2020) afirmaram que ao se saborizar o kombucha com outros ingredientes, não se deve ultrapassar uma diluição de 10% do chá após a primeira fermentação, de modo que não sejam perdidas suas características sensoriais, enquanto Lindner e Martin (2022) orientaram que frutas em pedaços ou purês representem cerca de 25% do volume do chá, o que demonstra não haver um padrão definido na literatura. Já no tocante ao tempo de fermentação anaeróbia, a literatura

consultada apresentou variação entre 1 e 10 dias (MARTENS, 2023; CARVALHAES, 2020; CRUM; LAGORY, 2016).



Figura 5: Kombuchas comerciais  
Fonte: Santa Maria, 2024.

Finalmente, para atendimento à norma brasileira (BRASIL, 2019), o resultado final da produção deverá estar enquadrada nos parâmetros apresentados na tabela 1, abaixo:

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	0,8
Acidez volátil (mEq/L)	30	130
Pressão (atm a 20°C) na kombucha adicionada de CO <sub>2</sub>	1,1	3,9

Tabela 1: Parâmetros normativos para enquadramento do kombucha  
Fonte: Brasil, 2019.

## 2.2 A Biodiversidade como ferramenta para sustentabilidade na alimentação

De acordo com a *Food And Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, 2019), biodiversidade é toda a variedade de seres vivos existentes, bem como as interações que ocorrem entre as espécies, que constituem os ecossistemas. Como uma subcategoria da biodiversidade existe a agrobiodiversidade, ou biodiversidade para alimentos e agricultura, que representa toda a variedade de animais, plantas e microrganismos utilizados para

consumo pelo ser humano em forma de alimento ou outros produtos, se estendendo, ainda, às espécies que sustentam as produções, como aquelas que atuam na polinização, na difusão de sementes, na manutenção da qualidade do solo e da água, na proteção da produção em eventos climáticos, no controle natural de pragas ou mesmo participando da produção nos processos agroindustriais, como os microrganismos que promovem a fermentação. Neste sentido, Coradin, Siminski e Reis (2011) atribuíram à biodiversidade valor ecológico, genético, social, cultural e científico, além do valor econômico, devendo, no escopo da agrobiodiversidade, ser base para as atividades de agricultura, pecuária, piscicultura e extrativismo de uma região, suprindo não apenas a cadeia de alimentos, mas também outras cadeias como a indústria farmacêutica, de cosméticos e de biotecnologia. A diferenciação entre os conceitos de biodiversidade e agrobiodiversidade, portanto, tem como principal elemento a ação humana, presente na agrobiodiversidade, cuja manifestação se dá por meio das técnicas de cultivo e manejo, além das tradições e costumes, formando os agroecossistemas. Desta forma, a agrobiodiversidade é composta por aspectos biológicos, como as espécies, ecossistemas e suas interações, assim como por aspectos socioculturais, envolvendo especialmente comunidades tradicionais, povos indígenas e a agricultura familiar (BRASIL, 2015).

No contexto dos agroecossistemas, a promoção da biodiversidade é importante para a superação do atual desafio de incremento dos níveis de produção para atender às necessidades de segurança alimentar e disponibilidade de nutrientes de uma população mundial crescente, evitando levar à exaustão os recursos naturais com a limitação dos impactos negativos da atividade humana ao meio ambiente e fomento do desenvolvimento sustentável. A biodiversidade proporciona equilíbrio ecológico e uma série de sinergias que permitem ganhos de produção e contribuem para a perenidade dos ecossistemas fornecendo, de forma natural, serviços como limpeza da água, incremento e continuidade da fertilidade dos solos e da ciclagem de nutrientes, controle de pragas e da invasão de espécies exóticas, além do aumento da resiliência às variações climáticas. Já com relação ao seu valor econômico e social, o emprego de maior variedade de alimentos, característica de produções em menor escala provenientes da agricultura familiar, provê importante fonte de renda e subsistência para pequenas comunidades rurais e costeiras (FAO, 2019).

Segundo Brasil (2015), as comunidades que desempenham a agricultura familiar são aquelas que tradicionalmente trabalham de forma mais eficiente a agricultura sob o ponto de vista de conservação e uso sustentável dos recursos, pois conciliam a atividade agrícola à biodiversidade e ao território, além de expressarem parte de seu patrimônio cultural por meio dos alimentos. Tal conceito é ratificado por Simonetti, Simonetti e Fariña (2021), que

afirmam que a agricultura familiar, por equilibrar dimensões econômicas, sociais e ambientais, é determinante para o desenvolvimento sustentável. No trecho transcrito a seguir, Coradin, Siminski e Reis (2011) tratam das populações mais associadas ao uso dos recursos nativos da biodiversidade brasileira na região sul do país.

Atualmente, o uso dos recursos nativos na Região Sul está fortemente associado às comunidades locais, sobretudo em pequenas propriedades agrícolas, e às comunidades caiçaras, quilombolas e indígenas, especialmente no que se refere ao uso desses recursos para fins energéticos (lenha), para o consumo esporádico de frutas, além do uso de plantas para fins medicinais e ornamentais. Apesar de o uso para segurança alimentar predominar, alguns produtos ainda possuem contribuição direta na geração de renda para os agricultores e comunidades tradicionais (CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011, p. 21).

A conservação da biodiversidade e a possibilidade de geração de recursos e subsistência a partir dela se tornam, neste sentido, importantes elementos para a manutenção destas populações no meio rural, contribuindo para a preservação do meio ambiente, para a segurança alimentar e nutricional, além de permitir a reprodução das práticas culturais dos povos e auxiliar na luta contra a fome e a pobreza.

A gestão da conservação da biodiversidade desempenha, portanto, papel essencial e significativo no desenvolvimento sustentável da agricultura, no qual o fortalecimento de sistemas agroalimentares de base ecológica perfaz estratégias concretas contra a pobreza, a fome, a insegurança alimentar e a desnutrição. A integração do uso sustentável da biodiversidade com a segurança alimentar e nutricional e políticas de combate à fome pode gerar amplos benefícios sociais, econômicos, culturais e ambientais, inclusive apoiar os esforços de redução da pobreza, mais do que qualquer outra estratégia (BRASIL, 2015. p. 452).

Embora sejam evidentes as vantagens associadas à preservação da biodiversidade, é fato que a variedade de espécies componentes da agrobiodiversidade vêm diminuindo ao longo dos tempos. Existem cerca de 332000 espécies de plantas no mundo, das quais cerca de 6000 já foram empregadas como recurso alimentar para o ser humano, enquanto no mundo contemporâneo pouco menos de 200 espécies vegetais são utilizadas para tal fim. Entre estas 200 espécies, apenas 9 (cana de açúcar, milho, arroz, trigo, batata, soja, dendê, beterraba e mandioca) representam 66% do peso da produção mundial (FAO, 2019). Em outra abordagem, Coradin, Siminski e Reis utilizaram a energia produzida para consumo humano como critério e apontam que 80% dela é obtida a partir de cerca de 15 espécies, sendo duas açucareiras, quatro produtoras de amido, cinco cerealíferas, duas frutíferas e duas oleaginosas.

Entre estas espécies, arroz, batata, milho e trigo são responsáveis por mais de metade dessa energia.

No Brasil, ainda que o país esteja em privilegiada posição em relação ao seu nível de biodiversidade, ocupando a primeira posição entre os países megadiversos e abrigando em seu território cerca de 20% das espécies do planeta (BRASIL, 2017), a situação quanto ao restrito emprego de espécies no escopo de sua agrobiodiversidade não diverge do contexto geral. Grande parte da produção nacional é voltada a espécies exóticas como a cana de açúcar, café, arroz, soja, laranja e cacau. No sul do Brasil, a imigração de europeus determinou a introdução e cultivo de produtos como aveia, uva, centeio, maçã, pêra, pêssego, entre outros (CORADIN 2006; CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011).

Na verdade, o Brasil utiliza uma parcela muito pequena da sua vasta biodiversidade, que se reflete na baixa diversificação dos alimentos consumidos pela população e em uma dieta altamente simplificada. Infelizmente, em razão de padrões culturais impostos e fortemente arraigados, que privilegiam produtos e cultivos exóticos, originários de outros países, a biodiversidade brasileira continua à espera de uma oportunidade para mostrar toda a sua relevância e potencial. A potencialidade da nossa flora nativa não está, portanto, refletida nos supermercados, nas feiras e, muito menos, na cozinha do brasileiro (SANTIAGO; CORADIN, 2018. p 25).

Corroborando com a afirmação de que o Brasil explora pouco sua rica biodiversidade, Vieira (2017) realizou estudo sobre a variedade de frutas ofertadas ao longo de um ano no CEASA/SC (Centrais de Abastecimento do Estado de Santa Catarina), unidade São José, que atende toda a região metropolitana de Florianópolis. Nesta oportunidade, foram identificadas 35 diferentes espécies de frutas, sendo apenas 8 delas nativas do Brasil, ainda que já sejam identificadas cerca de 580 frutas nativas (LORENZI; LACERDA; BACHER, 2015). Tal cenário ilustra o grande potencial ainda inexplorado de utilização da biodiversidade brasileira para obtenção dos ganhos em produção e sustentabilidade nas dimensões ambiental, social e econômica, conforme já abordado.

Como origem do paradoxo entre a abundância de biodiversidade disponível para a alimentação e o restrito emprego de espécies para este fim, Silva e colaboradores (2019) apontaram que este fenômeno se intensificou a partir da revolução verde, ocorrida na segunda metade do século XX, quando a agricultura passou a adotar um modelo industrial de produção visando aumentar a produtividade, priorizando o sistema de monocultura intensiva e expansionista, com o uso de maquinário, defensivos químicos e sementes geneticamente alteradas. FAO (2019) complementou afirmando que os fenômenos da globalização, do

crescimento da população mundial, da urbanização, bem como as preferências e necessidades do mercado consumidor em relação à sua dieta também direcionaram o sistema produtivo a buscar métodos para produzir quantidades cada vez maiores de poucas espécies, de forma padronizada e sem atenção à sazonalidades. Com relação à situação Brasileira, Silva e colaboradores (2019) afirmaram que podem ser somados aos fenômenos globais um pensamento colonial ainda presente que valoriza aquilo que vem de fora e deprecia não somente os recursos locais, como também os saberes e fazeres dos nativos. No trecho a seguir, Lima (2018), tratando especificamente da guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) ratificou esta visão:

Existem também questões culturais envolvidas que levam o fruto, assim como outras espécies nativas, à uma subvalorização em relação às espécies originais de outros países, sendo a produção de frutas nativas desfavorecida em função do interesse em um modelo de produção que discrimina os saberes populares e locais, que extermina, destrói e corrompe toda a cadeia alimentícia local, principalmente da fauna, que dependem desses alimentos para a sobrevivência (LIMA, 2018, p. 17).

Ainda que este sistema produtivo implementado a partir da revolução verde tenha em um primeiro momento atingido nível de escala nos volumes de produção, ele não se mostra sustentável em função de uma série de consequências impostas ao meio ambiente e à sociedade, estando entre as principais consequências a perda da biodiversidade dos agroecossistemas, que resulta, entre outras questões, no desequilíbrio ambiental, na perda das sinergias ocasionadas pela integração entre diferentes espécies, erosão e redução de fertilidade do solo, homogeneização da dieta, consumo de alimentos com agrotóxicos, além de uma tendência de eliminação das culturas alimentares dos povos e da sua capacidade de subsistência a partir dos recursos regionais (FAO, 2019). Nesse contexto, o aumento da capacidade produtiva indissociado do combate à fome e de garantias de incremento de renda e melhores condições para os produtores em pequena escala, privilegiando o processo produtivo de monocultura e larga escala, promoverá ao longo do tempo a degradação dos ecossistemas em um nível no qual a manutenção dos patamares atuais de produção será ameaçada. Assim, é importante o desenvolvimento de políticas e investimentos que tenham como objetivo a vinculação dos sistemas de produção de frutos nativos à linha agroecológica, fundamentada na valorização da biodiversidade local e do trabalho da agricultura familiar, em oposição um sistema de extrativismo desequilibrado com monopólio industrial (SERENO, 2023; BRASIL, 2015, CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011).

Com relação à valorização da biodiversidade e do produtor local, Dutra (2021) afirmou que esta prática pode levar a agricultura familiar a acessar os mercados especiais, onde os consumidores valorizam o caráter exótico, bem como os nutrientes envolvidos. O mesmo autor ainda destaca o impacto positivo na integração entre a agricultura, a gastronomia, a cultura e o turismo para as economias de países biologicamente diversos como o Brasil, apontando que esta é uma tendência que deve ser seguida pelo país e que já é consolidada em outros locais, onde os produtos regionais e artesanais representam diferentes biomas, identidades, práticas e hábitos tradicionais, além de proporcionarem experiências sensoriais únicas de grande interesse dos estabelecimentos de hospitalidade e consumidores do mundo gastronômico. Zaneti (2017) foi ao encontro das afirmações de Dutra (2021), tendo indicado o prestígio dos produtos locais, tradicionais, com características únicas e produzidos por métodos ecológicos como uma das tendências da gastronomia contemporânea, sendo esta tendência responsável por uma recente aproximação entre chefs de cozinha e pequenos produtores rurais. No mesmo sentido, Simonetti, Simonetti e Fariña (2021) sustentaram que a procura por produtos ligados ao conceito de sustentabilidade vem crescendo no Brasil por meio de canais comerciais como feiras, lojas especializadas e também o mercado institucional, como no caso do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). Desta forma, fica demonstrada a oportunidade brasileira de uso de sua biodiversidade a favor de seu meio ambiente e da sua sociedade.

### 2.2.1 A Guabiroba

A Guabiroba é o fruto da espécie *Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O.Berg, popularmente conhecida como guabirobeira. Trata-se de espécie arbórea nativa do Brasil, prevalente no bioma da Mata Atlântica, com ocorrência desde o estado de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul, sendo encontrada, ainda, na Argentina e Paraguai (CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011), conforme ilustração a seguir:

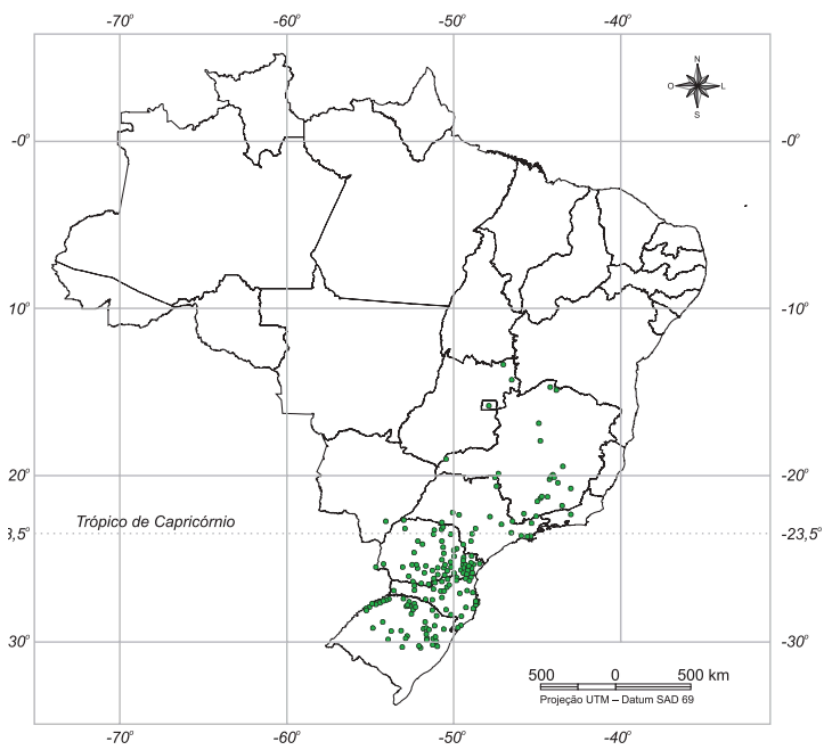


Figura 6: Dispersão da *Campomanesia Xanthocarpa* O. Berg  
 Fonte: Carvalho, 2006.

A planta pertence à família *Myrtaceae*, sendo a mesma família de outras espécies que geram frutos como a goiaba, pitanga, jabuticaba, araçá e jambo (SERENO, 2023). As árvores podem chegar a medir 15m de altura e seu tronco chegar a 70 cm de diâmetro (MARCHIORI; SOBRAL, 1997 apud CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011). A guabirobeira é uma planta rústica, pouco exigente em relação ao tipo de solo, resistente ao frio, às regiões úmidas das matas e aos solos tropicais (REITZ, 1983; LORENZI, 1992; ABE, 2014, apud SERENO, 2023). “Devido à devastação das áreas florestais, a ocorrência da guabirobeira restringe-se às áreas de preservação permanente, resultando em risco de extinção” (HERZOG et. al., 2012. p. 1360). Segundo Carvalho (2006), em publicação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) sobre esta espécie arbórea, a copa da árvore é densa e contém muitos ramos com folhas verde-escuras na parte superior e mais claras na parte inferior. As folhas possuem formato oval-oblongo, medindo entre 5 e 12,5 cm de comprimento por 2 a 7 cm de largura, enquanto suas flores, que florescem entre setembro e novembro, são brancas e apresentam 5 pétalas. O crescimento da guabirobeira é lento e a produção de frutos ocorre por volta dos 6 anos. Sua frutificação ocorre entre os meses de setembro e janeiro e a dispersão dos frutos é zoocórica, ou seja, por meio de animais que o consomem.



*Figura 7: Guabirobeira (Campomanesia Xanthocarpa O. Berg*  
Fonte: Flora Digital UFSC, 2014.

A guabiroba, cujo nome em tupi-guarani significa “fruto picante”, é uma baga globosa que mede de 15 a 20 mm de diâmetro. Sua cor é verde quando jovem e amarela ou alaranjada quando madura. Segundo Silva (2011), esta alteração na cor se inicia com cerca de 50 dias após a abertura dos botões das flores. Contém entre duas e 6 sementes, que são achatadas, castanhas e medem entre 3 e 8 mm de diâmetro. Conforme Santos e colaboradores (2013), a composição média do fruto é de 7% de cálice, 16% de sementes, 17% de casca e 60% de polpa. A casca do fruto é fina e lisa. Sua polpa é suculenta e aromática, apresentando sabor agradável, doce e acidulado. Uma leve picância também é característica do fruto (CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011). Tem padrão de respiração climatérico, ou seja, continua amadurecendo após a colheita. É, desta forma, altamente perecível, durando cerca de 6 dias em ambiente refrigerado (SERENO, 2023).



Figura 8: Frutos da *Campomanesia Xanthocarpa* O. Berg  
Fonte: Viveiro Ciprest, 2017.

Em estudo realizado em uma propriedade de Goioxim/PR, foram obtidos 98,4 kg do fruto a partir da colheita em 5 pés, o que resulta em aproximadamente 20 kg de frutos por pé em cada safra, embora o mesmo estudo tenha apontado a possibilidade de incremento nesta produtividade e a inexistência de pesquisas sobre este tema (LIMA, 2018).

Com relação às suas propriedades nutricionais, em estudo sobre a composição química da *Campomanesia xanthocarpa*, Vallilo e Colaboradores (2008) apresentaram resultados que demonstraram que o fruto possui baixo valor calórico, e que cerca de 10 frutos contribuem aproximadamente com 5,4% em fibras, 1,6% em vitamina B2 e 8,5% em vitamina C na dieta diária de um adulto. Na conclusão deste estudo, a guabiroba foi apontada como um possível complemento nutricional para vertebrados, enquanto Santos e colaboradores (2009) concluiu que o fruto pode ser considerado um alimento funcional tendo em vista seu alto conteúdo de vitamina C, sais minerais e compostos fenólicos, que lhe conferem capacidade antioxidante, especialmente a partir dos óleos essenciais extraídos de sua semente, motivo pelo qual, do ponto de vista nutricional, se recomenda que a casca e a semente estejam presentes nas preparações, considerando, ainda, a presença do triplo de fibras nestas partes do fruto em relação à polpa (SANTOS et. al., 2012; ALVES et. al., 2013).

A coleta da guabiroba ocorre no formato de sistema extrativista, podendo ser considerada sustentável por se tratar de matéria prima oriunda de ecossistema nativo e não madeireiro (SILVA, 2021).

Ressalte-se que o agroextrativismo e os sistemas agroflorestais contrapõem o modelo destrutivo e excludente da monocultura extensiva e intensiva. Eles levam em conta o estreito relacionamento entre os extrativistas, a floresta e seus recursos – solo, água, fauna e flora – e a agricultura, que se explora tanto para o consumo quanto para o comércio. Esses sistemas comportam estratégias bastante diversas em termos de processos de desenvolvimento sustentável, contemplam a manutenção de práticas tradicionais e auxiliam na definição de políticas agrárias (BRASIL, 2015. p. 51).

Coradin, Siminski e Reis (2011) informaram não haver conhecimento de plantios comerciais de guabiroba, e que sua preservação se dá pela manutenção de seus habitats naturais. Ainda segundo o mesmo autor, na região sul do Brasil a guabiroba é plantada por diversos viveiristas e suas mudas são comercializadas, seja para paisagismo, pomares domésticos ou mesmo para repovoamento de áreas ambientais, sendo a guabirobeira recomendada para composição de sistemas agroflorestais. A adequação da planta para recuperação ambiental é, inclusive, também abordada por Carvalho (2006), que destacou que a boa quantidade de frutos gerados e a disseminação das sementes por diversas espécies de animais são características favoráveis para o uso da guabirobeira com este fim.

Ainda com relação ao uso da guabiroba, Coradin, Siminski e Reis (2011) apontaram a escassez da distribuição do fruto, seja *in natura* ou produtos que o utilizem como matéria prima, e que há um amplo nicho de mercado aberto a produtores e empreendedores que pretendam atuar na produção e beneficiamento da guabiroba, considerando suas qualidades organolépticas e apropriação especial para o mercado de bebidas artesanais ou industrial. Os mesmos autores ainda disseram que o fruto pode ser consumido *in natura* ou empregado em produtos como geléias, doces, sorvetes, licores, sucos, molhos, mousses, iogurtes, tortas, entre outros. Tendo em vista a alta perecibilidade do fruto, Rodrigues (2017) sugeriu o processamento como alternativa para o aumento da vida de prateleira dos produtos, mantendo suas qualidades sensoriais e viabilizando sua utilização em períodos fora da sazonalidade. Em estudo específico sobre o impacto de diferentes tipos de processamento sobre a guabiroba, Silva (2011) concluiu que o congelamento, a elaboração de doces com aquecimento e sucos obtidos a partir de extração enzimática, removendo a pectina do fruto, obtiveram satisfatória preservação dos micronutrientes e foram bem avaliados em testes de aceitabilidade, o que ratifica o potencial do fruto para a aplicação comercial em diversas preparações.

Embora exista a oportunidade de explorar a guabiroba comercialmente, alguns obstáculos são mencionados por diferentes autores: Herzog e Colaboradores (2012) mencionaram o ainda escasso conhecimento sobre as características morfológicas, fisiológicas e ecológicas das sementes, o que reduz a possibilidade de obtenção de sementes de alta

qualidade. Já Lima (2018) apontou a dificuldade de obtenção de mudas e o pouco conhecimento sobre o manejo como fatores que afastam possíveis produtores do trabalho com o fruto. No entanto, não são apenas técnicas as barreiras para que a guabiroba seja mais utilizada como produto. As barreiras culturais, já abordadas, ao emprego de frutas nativas também dificultam sua disseminação. No caso específico da guabiroba, é comum que o fruto seja visto como “comida de porcos” por pessoas do meio rural, como relataram Silva e Colaboradores (2019) em estudo relacionado à valorização de frutos nativos:

Segundo relatos dos agricultores da região, algumas frutas nativas, principalmente a guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) são classificadas como comida de porco. Se por um lado esta classificação pode ser explicada pela interação entre animais e plantas, sendo assim algo positivo, por outro ela é pejorativa. Em momentos de convívio com o público dessa pesquisa, foi possível registrar falas do tipo: “se criou comendo guabiroba e agora quer escolher o que vai comer”, remetendo à ideia de que comer frutas nativas é sinônimo de atraso (SILVA et. al., 2019, p. 116)

Com o objetivo de mudar esta condição de subvalorização de espécies nativas e fomentar melhor aproveitamento da biodiversidade brasileira, o governo federal ao longo dos anos promoveu uma série de iniciativas nas quais a guabiroba consta como uma das espécies contempladas (SERENO, 2023). O livro “Biodiversidade Brasileira - Sabores e Aromas” (SANTIAGO; CORADIN, 2018), propõe preparações com diversas espécies nativas. No caso da guabiroba há propostas de entradas, pratos principais e sobremesas, como salada de guabiroba com lentilhas, sobrecoxa ao molho de guabiroba e *cheesecake* com o uso do fruto. Outro projeto do Ministério do Meio Ambiente é o “Plantas para o Futuro”. A partir deste projeto foi publicado o livro “Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial” (CORADIN, SIMINSKI, REIS, 2011), que caracteriza as espécies e divulga informações sobre seus potenciais usos pela agricultura familiar, visando à promoção de renda a partir da agroecologia. Foram publicados diferentes livros, sendo um para cada região do Brasil. A guabiroba consta como uma das frutas com potencial econômico da região sul. Projetos regionais também ocorrem, como o “Projeto Guabiroba”, com participação da EMBRAPA e da iniciativa privada, em Irati/PR, onde se apoia uma pequena agroindústria para a produção de polpa de guabiroba, e os resíduos do fruto são vendidos para a indústria cosmética. O município de Irati também tem promovido a doação de mudas da planta para produtores (JORNAL CENTRO SUL, 2022). Assim, é notória a potencialidade da guabiroba como instrumento para incremento da diversidade alimentar e exploração sustentável com a

geração de diferentes produtos gerando fonte de renda para produtores regionais (SERENO, 2023).

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo Geral

Desenvolver bebida fermentada, denominada kombucha, usando a guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg), fruto nativo da biodiversidade brasileira.

##### 3.1.1 Objetivos Específicos

- Elaboração da bebida kombucha em consonância com as diretrizes legais de manipulação de alimentos e de orientação à regulamentação da bebida;
- Análises físico-químicas da bebida kombucha ao longo do seu processo de elaboração: pH (potencial hidrogeniônico), teor de sólidos solúveis (°Brix), graduação alcoólica, temperatura e pressão da garrafa.

### 4 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 4.1 Materiais

A obtenção dos recursos principais para a elaboração do kombucha ocorreu conforme a seguir:

- A cultura simbiótica de leveduras e bactérias (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast - SCOBY*), foi obtida por meio de doação da professora Cristiany Martins, do Instituto Federal de Santa Catarina. Encontrava-se em formato de placas de celulose frescas preservadas em kombucha previamente preparado (*starter*) em produção doméstica.
- A água mineral de marca Ouro Fino e o açúcar cristal orgânico de marca União, fonte de sacarose para o substrato, foram ambos adquiridos no supermercado Angeloni, em Florianópolis/SC;

- As folhas de *Camellia sinensis*, adequadas para a preparação de chá verde, na forma de folhas desidratadas, foram adquiridas à granel na loja Nutribom Produtos Naturais, situada em Florianópolis/SC;
- As guabirobas congeladas in natura foram adquiridas da empresa Bijajica Ecogastronomia, em Florianópolis/SC.

## 4.2. Métodos

### 4.2.1 Preparação do kombucha

Conforme expresso no referencial teórico, o método de elaboração do kombucha passa por dois diferentes períodos de fermentação, ocorrendo o primeiro período em ambiente aeróbio acondicionado em recipiente adequado e o segundo período em ambiente anaeróbio, após o envase. A elaboração da bebida ocorreu nas dependências dos laboratórios de cozinha e microbiologia do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Continente.

Os ingredientes e proporções utilizados para a elaboração do chá e acondicionamento do substrato com o *SCOBY* para a realização do primeiro período de fermentação estão expressos na tabela 2:

INGREDIENTE	%	Autores
Água mineral	100,00	(LIMA; MELO FILHO, 2011); SANTOS (2016)
Folhas de <i>Camelia sinensis</i> (chá verde)	1,00	(SATOH; TOHYAMA; NISHIMURA, 2005).
Açúcar cristal orgânico	10,00	(CARVALHAES; ALVES, 2020)
<i>Starter</i>	10,00	(CARVALHAES; ALVES, 2020)
<i>SCOBY</i>	7,63	(CRUM; LAGORY, 2016); (FREITAS, 2022)

Tabela 2: Ingredientes e referências para o preparo do kombucha (primeira fermentação)  
Fonte: Elaborado pelo autor (2023)



Figura 9: Pesagem de ingredientes

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Os primeiros procedimentos adotados foram a lavagem e sanitização do recipiente onde o substrato foi acondicionado (ANVISA, 2004; ANVISA 2005).

Para a preparação do chá verde, 1000g de água foram aquecidos até 95°C (PERVA-UZUNALIĆ, 2006) em fogão à gás. Na sequência, a fonte de calor foi interrompida e esta água foi despejada sobre as folhas de *Camelia Sinensis*. O recipiente com a infusão das folhas foi tampado e levemente agitado manualmente em movimentos circulares por 10 minutos (NISHYIAMA et. al., 2010). O açúcar foi adicionado e totalmente diluído ao chá resultante da infusão. O substrato foi filtrado e acondicionado no recipiente destinado à fermentação, onde também foram adicionados os 2000g restantes de água. O recipiente foi coberto com tecido de polipropileno, para permitir o contato do líquido com o ar, até que a temperatura do substrato chegasse a aproximadamente 23°C (CARVALHAES; ALVES, 2020). Por fim, foram adicionados o *starter* e o *SCOBY*, sendo o recipiente novamente coberto com o tecido e deixado em repouso durante 12 dias (CRUM; LAGORY, 2016) para fermentação aeróbia em temperatura ambiente, que foi periodicamente medida.



Figura 10: Preparação para primeira fermentação  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Terminado o período de fermentação aeróbia, foram realizados os procedimentos para a saborização do fermentado com a guabiroba e o seu posterior acondicionamento para a ocorrência da segunda fermentação. Para tal, inicialmente foi realizado o procedimento de sanitização das frutas descongeladas e das garrafas onde a bebida seria envasada (ANVISA, 2004; ANVISA, 2005). Em seguida, as guabirobas foram integralmente trituradas com a utilização de equipamento mixer de marca Philco PMX 700 com 15000 rotações por minuto durante 10 minutos, resultando em um purê da fruta (CRUM; LAGORY, 2016; LINDNER; MARTIN, 2022). Este purê foi homogeneizado com o produto da primeira fermentação em uma proporção de 5% (CARVALHAES; ALVES, 2020) de volume de fruta em relação ao volume de líquido. Posteriormente esta mistura foi filtrada com a utilização de tecido de polipropileno, resultando em um líquido mais uniforme sem a ocorrência de resíduos de casca e semente. Este líquido foi acondicionado em garrafas de plástico (PET) com 273 gramas por garrafa (260g de líquido + 13g de fruta). As garrafas foram ligeiramente pressionadas de forma que o líquido chegasse ao seu topo antes do fechamento, reduzindo a quantidade de oxigênio disponível e dando espaço para a expansão prevista em função da produção de  $\text{CO}_2$ . Tal processo resultou na obtenção de 9 garrafas de kombucha para a realização da segunda fermentação, que ocorreu por 11 dias (CARVALHAES; ALVES, 2020).



Figura 11: Saborização do kombucha  
Fonte: Elaborado pelo autor (2023)



Figura 12: Kombuchas engarrafados  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

#### 4.2.2 Análises laboratoriais

Ao longo do primeiro período de fermentação foram realizadas as seguintes análises físico-químicas:

- Temperatura: Realizada diariamente, uma vez ao dia, em triplicata, em amostra de 50 ml, utilizando termômetro digital de marca JR, modelo 1, conforme instruções do fabricante e aferida em °C.
- Análise de pH: A medição do pH ocorreu diariamente, uma vez ao dia, em triplicata, em amostras de 15 ml cada, com a utilização do equipamento phmetro de marca CE, modelo EZ-9901/986, previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,01, 6,86 e

9,18, em atenção ao método 017/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008) e às instruções do fabricante;

- Determinação de sólidos solúveis: Foi realizada diariamente, uma vez ao dia, em triplicata, por meio de refratometria utilizando aparelho refratômetro de marca ATC, modelo 0-32 Brix, em atenção aos métodos 010/IV e 315/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008) e às instruções do fabricante, sendo os valores expressos em °Brix;



Figura 13: Aferições de temperatura, pH e sólidos solúveis totais  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

A partir do início do segundo período de fermentação, foram passaram a ser realizadas, adicionalmente, as seguintes aferições:

- Graduação alcoólica: Ocorreu diariamente, uma vez ao dia, a partir do envase das garrafas, por meio da aferição da Densidade Específica (SG Wort), utilizando-se da escala presente no refratômetro de marca ATC, modelo 0-32 Brix, em triplicata, em atenção aos métodos 010/IV e 315/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008) e às instruções do fabricante;
- Pressão: Aferida diariamente, a partir do envase da bebida, por meio de manômetro analógico de marca Famabras, em kgf/cm<sup>2</sup>, em atenção ao método 252/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008) e às instruções do fabricante.

A cada dia do período de segunda fermentação, uma garrafa da bebida foi aberta para a coleta de material para a realização de todas as aferições mencionadas.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos a partir da produção da kombucha, conforme metodologia relatada anteriormente, estão expressos nas tabelas 3 e 4 que mostram, respectivamente, os parâmetros aferidos durante o primeiro período de fermentação, aeróbica, e o segundo período de fermentação, anaeróbica, depois da saborização com a guabiroba e o envase. Importante destacar que os valores apontados referem-se às médias das aferições realizadas em triplicata para cada parâmetro apresentado.

	Dia 0	Dia 1	Dia 2	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9	Dia 12
Temperatura °C	22,07	21,53	21,73	23,27	24,67	24,3	23,8	22,93	23,7
pH	4,13	4,16	4,13	3,5	3,51	3,37	3,43	3,31	3,25
S. Solúveis (°Brix)	9,4	9,4	9,4	9	8,93	8,87	8,6	8,6	8,4

Tabela 3 - Resultados dos parâmetros para primeira fermentação

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

	Dia 12	Dia 14	Dia 19	Dia 21	Dia 23
Temperatura °C	24,53	24,4	22,87	24,57	24,57
pH	3,31	3,26	3,29	3,18	3,31
S. Solúveis (°Brix)	8,9	9	9,03	9,1	9,1
Gravidade SG Wort	1,035	1,036	1,036	1,037	1,037
Pressão (kgf/cm <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0

Tabela 4 - Resultados dos parâmetros para segunda fermentação

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

### 5.1 Temperatura

Diante do exposto ao longo do trabalho, a temperatura da produção é um dos fatores determinantes para o comportamento da microbiota presente na bebida, acelerando ou retardando a fermentação e promovendo sabores mais ou menos complexos, além do controle da proliferação de microrganismos patogênicos.

Durante os 23 dias de produção da bebida, ao se considerar os dois períodos de fermentação, a temperatura do líquido variou entre uma mínima de 21,53°C e máxima de 24,57°C. Se considerada a temperatura média de todos os dias nos quais ocorreram aferições, obter-se-á o resultado de 23,49°C, o que se aproxima da temperatura ideal apontada por

Carvalhaes e Alves (2020) no sentido de viabilizar fermentação em velocidade adequada para promover a complexidade dos sabores e evitar as características de vinagre, entre 18 e 23°C. Em comparação com outros trabalhos onde também se realizou a fermentação do kombucha, Fabrício (2022), Freitas (2022), Santos (2016) e Paludo (2017) mantiveram temperatura de 28°C durante este período, enquanto no estudo de Schroeder (2019) a fermentação ocorreu a 30°C. Desta forma, é possível considerar que a temperatura da bebida ao longo dos dois períodos de fermentação, ainda que não controlada artificialmente, esteve dentro de um intervalo apontado como adequado pela literatura e estudos correlatos.

## 5.2 Análise de pH

Como já tratado, o pH é um dos elementos mais relevantes para aferição durante a produção de kombucha, pois evidencia a atividade das BAA, bem como a existência de um meio ácido que inibe a proliferação de microrganismos patogênicos. O pH também é um indicador relevante para auxiliar a tomada de decisão quanto ao momento de interrupção da fermentação, além de ser um parâmetro com margem definida para caracterização da bebida (BRASIL, 2019).

O comportamento do pH da bebida é representado pelos seguintes gráficos, figuras 14 e 15, que, respectivamente, demonstram a variação deste parâmetro durante a primeira fermentação, aeróbica, e segunda fermentação, anaeróbica com a bebida já saborizada com a guabiroba e envasada.

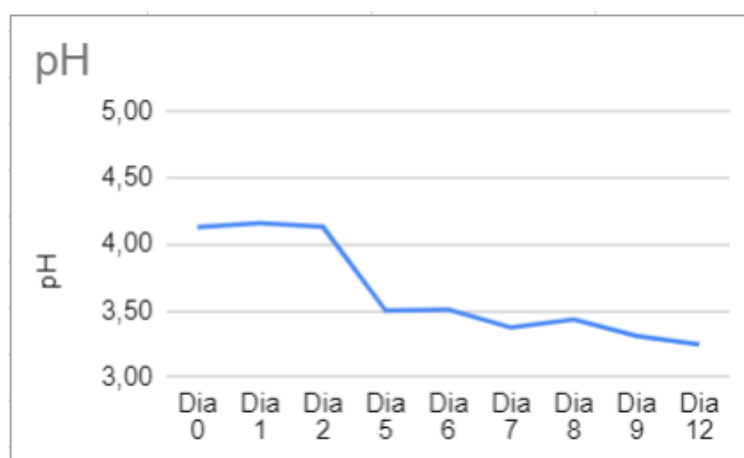


Figura 14: Variação do pH durante a fermentação aeróbica  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

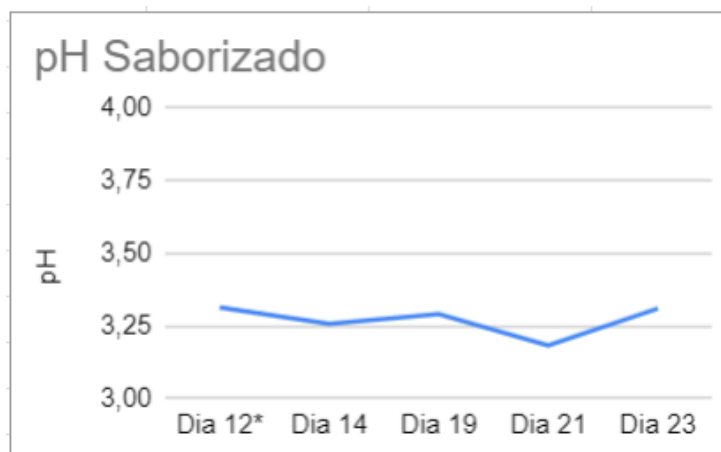


Figura 15: Variação do pH durante a fermentação anaeróbia  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Com relação ao período de fermentação aeróbia, nota-se que a bebida apresentou um pH inicial de 4,13 logo após sua inoculação com o *starter* e o *SCOBY*. Este resultado foi alcançado pela mistura do chá adoçado, que apresentava pH de 7,05 antes da inoculação com o *starter*, que apresentava pH de 3,28 naquele momento. Tal resultado inicial fica enquadrado tanto no valor máximo para evitar proliferação de microrganismos patogênicos conforme a literatura consultada, quanto no valor máximo determinado na norma brasileira (BRASIL, 2019) para classificação da bebida como kombucha. Nota-se certa estabilidade nos primeiros dias de fermentação, com uma importante queda entre os dias 3 e 5 (não houve aferição nos dias 3 e 4), onde o pH chegou a 3,5. Tal resultado vai ao encontro das afirmações de Crum e LaGory (2016) de que geralmente o pH do kombucha estará abaixo de 3,5 dentro de 3 a 5 dias após o início da fermentação. Depois dos 12 dias de fermentação aeróbia, o resultado do pH da bebida foi de 3,25. Em comparação com outros estudos correlatos, Paludo (2017) apresentou valor inicial de 4,10 e final de 2,81 após 7 dias de fermentação, enquanto Schroeder (2019) relatou valor inicial de 3,40 e final de 2,50 depois de 14 dias. Outros autores obtiveram resultados finais acima de 3,0 como Dada e colaboradores (2021), tendo início em 5,6 e término em 3,32 após 18 dias, e Periotto e colaboradores (2022), que iniciaram em 4,39 e mesmo após 35 dias obtiveram um pH final de 3,03. Desta forma, é possível concluir que os valores de pH no primeiro período aeróbio de fermentação esteve compatível com a literatura, com estudos correlatos e, mais importante, se manteve dentro do intervalo de 4,2 e 2,5, determinado para caracterização da bebida como kombucha (BRASIL, 2019).

O segundo período de fermentação, conforme já descrito, ocorreu após a saborização com purê de guabiroba e envase em garrafas plásticas. Na etapa de saborização, esperava-se que a bebida tivesse seu pH alterado conforme os valores de pH dos elementos adicionados,

bem como sua concentração. Em estudo realizado por Santos e colaboradores (2009) visando a caracterização físico-química da *Campomanesia xanthocarpa* (guabiroba), foi obtido pH de 3,89 para a polpa do fruto. No caso do presente estudo, a adição da guabiroba na proporção de 13% de volume em relação ao chá fermentado pouco alterou o pH da bebida, havendo um leve aumento de 3,25 para 3,31. Nos 11 dias seguintes onde a bebida se manteve envasada para fermentação anaeróbia, os valores de pH apresentaram leve oscilação, onde o valor final esteve igual ao inicial, em 3,31, mantendo-se dentro dos parâmetros estabelecidos (BRASIL, 2019). Este resultado pode ser atribuído a dois fatores: o primeiro é pelo fato de que, conforme afirmado por Carvalhaes e Alves (2020), as bactérias ácido acéticas (BAA) são aeróbias, ou seja, não teriam condições de metabolizar o álcool e transformá-lo em metabólitos que promovem a acidez em ambiente privado de oxigênio, de forma que é mesmo esperado que não ocorra decréscimo do pH neste momento da produção. Porém, há de se considerar também que, conforme será tratado adiante, não se detectou consumo relevante de açúcar pelas leveduras ao longo da segunda fermentação, ou seja, a baixa atividade das leveduras pode ter levado à indisponibilidade de álcool, o que poderia inviabilizar a metabolização pelas BAA ainda que elas fossem anaeróbias. Em estudo que compara as características físico-químicas de kombucha antes e depois da saborização, neste caso com suco de caju, Carrilho, Santos e Taccola (2022) chegaram a resultados semelhantes, com estabilidade do pH no kombucha saborizado e acondicionado em meio anaeróbio.

Finalmente, diante dos resultados obtidos para o parâmetro pH, é possível interpretar que eles estão alinhados com a literatura, com estudos correlatos e com as determinações (BRASIL, 2019).

### **5.3 Análise dos sólidos solúveis totais**

Conforme já abordado no referencial teórico, os açúcares, no caso do presente trabalho, a sacarose, servem como alimento para as leveduras presentes na bebida. O consumo dos açúcares pelas leveduras é o primeiro passo para possibilitar as reações seguintes, como a geração de CO<sub>2</sub> e álcool, e posteriormente o consumo do álcool pelas BAA, que reduzem o pH da bebida. Desta forma, é relevante a medição do teor de sólidos do kombucha, para que se possa atestar a devida atividade microbiana na bebida, assim como se obter uma referência do seu dulçor, permitindo a padronização da bebida.

Os gráficos representados nas figuras 16 e 17, demonstram, respectivamente, os resultados das medições dos sólidos solúveis ao longo dos períodos de fermentação aeróbia e anaeróbia.

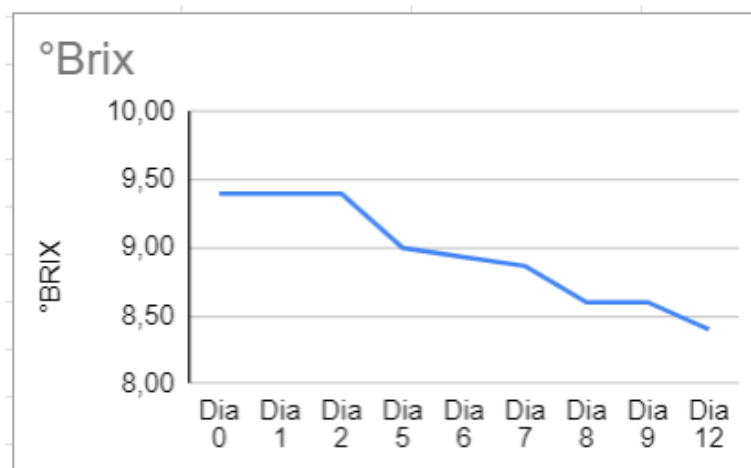


Figura 16: Variação dos sólidos solúveis totais - fermentação aeróbia  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

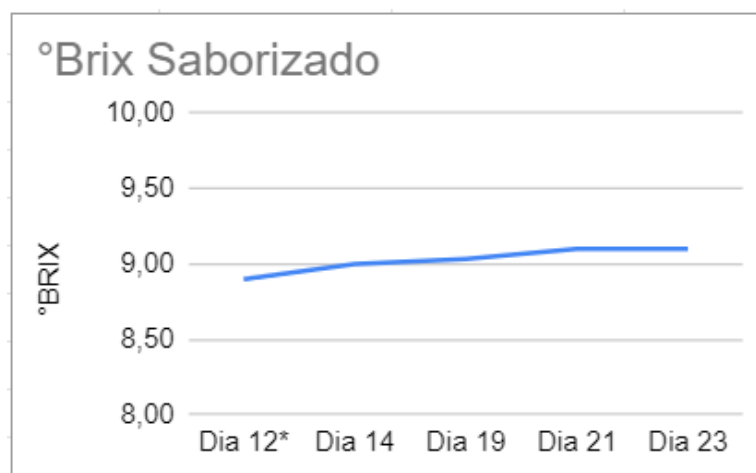


Figura 17: Variação dos sólidos solúveis totais - fermentação anaeróbia  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Logo após a adição do *starter* ao chá adoçado, foi obtido 9,40 °Brix na bebida. Antes da mistura destes dois elementos, o chá apresentava 9,80 °Brix, enquanto o *starter* apresentava 7,1 °Brix.

No primeiro período de fermentação, aeróbia, o teor de sólidos solúveis passou dos 9,40 °Brix iniciais para 8,40 °Brix. Assim, como esperado, é possível atestar a ocorrência do consumo de açúcar pelas leveduras inoculadas na bebida durante o intervalo de 12 dias de primeira fermentação. Outro elemento que é possível destacar é a correlação entre os gráficos

representados nas figuras 14 (pH primeira fermentação) e 16 (sólidos solúveis primeira fermentação). Ambos demonstram uma queda relevante nos parâmetros de sólidos solúveis e pH entre os dias 3 e 5, assim como apresentam comportamento semelhante ao longo de todo o período de fermentação. Deste modo, é possível concluir que a atividade das leveduras proporcionou o álcool como metabólito, que, por sua vez, foi consumido pelas BAA resultando na redução do pH da bebida, o que demonstra a ocorrência de interação entre microrganismos contida na literatura.

Em comparação com estudos correlatos, Dada e colaboradores (2021) obtiveram teor de sólidos solúveis de 8,5 °Brix ao fim da primeira fermentação, o que se aproxima bastante dos resultados obtidos no presente trabalho, embora no referido estudo a quantidade de açúcares e o tempo de fermentação tenham sido superiores aos utilizados no presente trabalho. Já Tomar (2023) obteve resultados que partem desde o início com valores inferiores ao resultado final da aferição de sólidos solúveis totais no presente trabalho, com 7,97 °Brix no dia 0, e 6,40 °Brix no dia 14. Ainda que tempo, temperatura e proporção de açúcar tenham sido muito semelhantes neste caso, houve a adição de *starter* em proporção 50% superior ao empregado no presente trabalho, o que pode justificar a diferença nos resultados em função da diluição da concentração de açúcar. A influência desta diferença na quantidade de *starter* parece ser corroborada também pelo pH inicial da fermentação no estudo de Tomar (2023), que quase se iguala ao resultado final de pH do presente trabalho. Muhialdin e colaboradores (2019), utilizando proporções e tempo muito semelhantes aos do presente trabalho, apresentaram 10,07 °Brix no dia 0 e 7,0 °Brix no dia 14, o que demonstra uma fermentação mais acelerada. Tal comportamento possivelmente ocorreu em função da variação de temperatura relatada pelos autores, com valores mais altos do que os aferidos no presente trabalho. Diferenças na microbiota da bebida, seja em quantidade de leveduras ou mesmo sua qualidade para metabolização dos açúcares também podem justificar a fermentação mais rápida. Já em outros trabalhos, como os de Freitas (2022) e Souza (2022), as fermentações foram iniciadas com valores próximos de 5 °Brix, a partir da utilização de 50 gramas por litro de açúcar, metade da quantidade empregada no presente trabalho. A revisão de trabalhos correlatos demonstra haver grande margem de resultados a partir de uma série de variáveis já tratadas como a temperatura, proporções da receita e microbiotas do *starter* e do *SCOBY*. Por fim, ao se avaliar o comportamento aferido para o consumo de açúcar, respaldado pela comparação com estudos correlatos e a literatura, parece ser possível considerar que o consumo de açúcar pelas leveduras presentes na bebida foi suficiente para produzir metabólitos em quantidade adequada para se obter a redução do pH da bebida a partir do

consumo do álcool pelas BAA. Também é possível concluir que foi mantida quantidade de açúcar residual suficiente para a segunda fermentação, anaeróbia, considerando que outros trabalhos referenciados iniciaram a primeira fermentação com quantidade de açúcar menor do que o disponível no presente trabalho para a segunda fermentação.

No dia 0 de segunda fermentação, quando da adição do purê de guabiroba ao chá fermentado depois de 11 dias, a bebida apresentou teor de sólidos solúveis total de 8,9° Brix, ou seja, houve incremento de açúcar a partir da adição do fruto. Tal ocorrência vai ao encontro do estudo de Santos e colaboradores (2009) que aferiu 12 °Brix para a polpa da *Campomanesia xanthocarpa*. Tendo em vista o teor de sólidos solúveis da fruta ser superior aos 8,4° Brix presentes na bebida naquele momento, faz sentido que a mistura dos dois elementos tenha promovido o incremento relatado.

No entanto, conforme pode ser verificado no gráfico representado na figura 17 (sólidos solúveis na segunda fermentação), ao longo de 11 dias de fermentação, tempo já superior ao previsto na literatura, o teor de sólidos solúveis da bebida se manteve estável, indicando ausência de metabolização de açúcar pelas leveduras, o que não é um resultado compatível com a literatura, que prevê o consumo do açúcar com a obtenção de gás carbônico e álcool como metabólitos. Tendo em vista que até o momento anterior à mistura o teor de sólidos solúveis do chá fermentado vinha apresentando redução, o que atesta a atividade microbiana até então, há de se considerar que algum fator relacionado à inclusão do fruto e envase da bebida, seja relacionado à manipulação dos utensílios utilizados ou elemento inerente ao fruto e seu processamento, interferiu de alguma forma na microbiota da bebida, causando a interrupção da atividade de fermentação.

#### **5.4 Pressão e volume alcoólico**

Tendo em vista os resultados relatados para o segundo período de fermentação, anaeróbia, onde a aferição dos níveis de sólidos solúveis não demonstraram manifestação de atividade microbiana na metabolização do açúcar, naturalmente, como consequência, também não foi identificada a presença dos metabólitos resultantes da ação das leveduras: CO<sub>2</sub> e álcool.

Com relação ao CO<sub>2</sub>, cujo resultado previsto na literatura seria a sua manutenção no líquido ocasionando o aumento da pressão no interior da garrafa, a aferição do manômetro utilizado apresentou como resultado a estabilidade da pressão em 0 kgf/cm<sup>2</sup> durante os 11 dias

de fermentação anaeróbia, o que indica ausência de geração de gás, o que ratifica o já mencionado no tópico destinado ao relato dos resultados dos sólidos solúveis.

A presença de álcool seria avaliada a partir da variação da densidade (SG wort) da bebida, que na escala do refratômetro acompanha a redução do teor de sólidos solúveis em °Brix. Uma vez que esta variação não ocorreu, também se conclui pela ausência ou mínima presença de álcool na bebida. Neste caso, ainda que se manifestasse a ação das leveduras, seria considerado normal baixa presença de álcool, considerando que a norma brasileira (BRASIL, 2019) determina valor máximo de 0,5% (volume/volume) para classificação da bebida como kombucha sem álcool.

## 6 CONCLUSÃO

Com relação à temperatura, ainda que não tenha se mantido em ambiente controlado, as temperaturas diárias e, conseqüentemente, a média do período, se mantiveram enquadradas nas temperaturas apontadas na literatura para a obtenção de fermentação em velocidade e qualidade adequadas.

No primeiro período de fermentação, aeróbia, o pH da bebida se iniciou em 4,13 e chegou a 3,25 no décimo segundo dia, mantendo-se dentro do recomendado (BRASIL, 2019), enquanto o teor de sólidos solúveis se iniciou em 9,40 °Brix e estava em 8,40 °Brix ao final dos doze dias. Tais resultados mostram que neste período houve manifestação tanto das leveduras quanto das bactérias ácido acéticas (BAA) presentes no *starter* e no *SCOBY* que foram utilizados para inocular a bebida. A redução do teor de sólidos solúveis aponta que as leveduras consumiram açúcar e produziram álcool e CO<sub>2</sub> como metabólitos, enquanto a redução do pH comprova que o álcool produzido pelas leveduras foi consumido pelas BAA e transformado em compostos ácidos responsáveis por tal resultado. Embora haja bastante variação de proporções no preparo da bebida e resultados na literatura e em trabalhos correlatos, tanto o pH, quanto o teor de sólidos solúveis estiveram alinhados às referências consultadas.

No segundo período de fermentação, anaeróbica, com a bebida já envasada, a partir da savorização da bebida com purê de guabiroba (*Camponesia xanthocarpa*), não se identificou manifestação dos microrganismos, mantendo-se pH e teor de sólidos solúveis nos mesmos níveis, nos doze dias subsequentes. Considerando que havia açúcar residual para a continuidade do consumo das leveduras, o que não ocorreu, supõe-se que possa ter havido algum tipo de contaminação por manipulação no processo de savorização ou que o fruto possa

conter algum composto químico que tenha promovido um desbalanceamento da microbiota presente na bebida.

Como consequência da ausência de manifestação das leveduras e BAA no segundo período de fermentação não ocorreu carbonatação com aumento da pressão nas garrafas, bem como não se identificou presença de álcool na bebida

Desta forma, tendo em vista que a norma brasileira prevê que “kombucha é 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)” (BRASIL, 2019), não é possível enquadrar a bebida resultante do presente trabalho como kombucha, pois, embora tenham sido utilizados todos os ingredientes obrigatórios e demais parâmetros tenham atingido os requisitos, a fermentação anaeróbia não ocorreu, não sendo cumprido assim um requisito expresso na referida norma.

No entanto, ainda que a presente experiência não tenha atendido as expectativas para a obtenção de um kombucha saborizado com guabiroba, vislumbra-se o potencial do fruto para a produção desta bebida a partir da realização de novos estudos onde se avaliem outros métodos de processamento para sua saborização, bem como diferentes proporções de fruto em relação ao chá. É importante, ainda, a realização de análises que venham a testar a hipótese da existência de compostos no fruto que possam causar algum desequilíbrio à microbiota. Recomenda-se, ainda, quando da elaboração de novos estudos, o envase do produto da primeira fermentação sem saborização para que seja utilizado como controle no período de segunda fermentação, de forma que possa ser mais um elemento de comparação com os kombuchas saborizados e evidenciar se eventuais problemas de fermentação são de fato relacionados à inserção do fruto. Por fim, também será relevante a realização de análises sensoriais para aferição da aceitação da bebida pelo público. Tais estudos poderão viabilizar o emprego mais eficaz do fruto, o permitirá a exploração do seu potencial gustativo, um maior alcance logístico em função do seu processamento, bem como promover a notoriedade de um elemento da biodiversidade brasileira associado à agricultura familiar e extrativista, atendendo, desta forma, as premissas da sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre as normas gerais de boas práticas para serviços de alimentação. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 set. 2004. Seção 1, p. 98-99.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA) - Resolução nº 218, de 29 de julho de 2005. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Higiênico-Sanitários para a Manipulação de Alimentos e Bebidas Preparados com Vegetais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 ago. 2005. Seção 1, p. 36.
- ALVES, A. M. et al. *Caracterização física e química, fenólicos totais e atividade antioxidante da polpa e resíduo de gabiroba*. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 35, n. 3, p. 837–844, set. 2013.
- ALVES, Bernadete. *Camellia sinensis: a mãe do verdadeiro e poderoso chá*. Disponível em: <https://bernadetealves.com/2020/12/30/camellia-sinensis-a-mae-do-verdadeiro-e-poderoso-cha/>. Acesso em: 16 ago. 2024.
- BLANC, P. J. *Characterization of the tea fungus metabolites*. Biotechnology Letters, [s.l.], v. 18, n. 2, p. 139–142, fev. 1996.
- BRASIL. Ministério da Saúde. *Alimentos regionais brasileiros*. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2015.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade – EPANB: 2016-2020*. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade, Departamento de Conservação de Ecossistemas. Brasília, DF: MMA, 2017.
- BRASIL. *Instrução Normativa nº 41, de 17 de setembro de 2019*. Estabelece padrão de identidade e qualidade da kombucha em todo o território nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 18 set. 2019. Seção 1, p. 13.
- BRAIBANTE, M. E. F. et al. *The chemistry of teas*. Química Nova na Escola, v. 36, n. 3, 2014. DOI: 10.5935/0104-8899.20140019
- CARVALHAES, Fernando Goldenstein; ALVES, L. *Fermentação à brasileira*. [s.l.]: Editora Melhoramentos, 2020.
- CARVALHO, P. E. R. *Guaviroveira: Campomanesia xanthocarpa*. In: CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2006. v. 2, p. 261-268. (Coleção espécies arbóreas brasileiras, v. 2).
- CASA PERRIS. *Diferenças entre el té verde y el té negro*. Casa Perris. Disponível em: <https://casaperris.com/alimentacion-saludable/diferencias-entre-el-te-verde-y-el-te-negro/>. Acesso em: 16 ago. 2024.
- CARRILHO, Ana Julia Bigeli; SANTOS, Laryssa Cristine Ribeiro; TACCOLA, Milena Ferreira. *Desenvolvimento e análise físico-química do kombucha tradicional e saborizado*.

Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos) — Faculdade de Tecnologia de Campinas, Campinas, 2022.

CIPREST. *Guabiroba (Campomanesia xanthocarpa)*. 2017. Disponível em: <https://ciprest.blogspot.com/2017/12/guabiroba-laranja-paulista-campomanesia.html>. Acesso em: 20 ago. 2024.

CORADIN, Lidio. *Parentes silvestres das espécies de plantas cultivadas*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

CORADIN, Lídio; SIMINSKI, Alexandre; REIS, Ademir. *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região sul*. Brasília, D.F.: Ministério do Meio Ambiente, 2011.

CRUM, H.; LAGORY, A. *The big book of kombucha: brewing, flavoring, and enjoying the health benefits of fermented tea*. North Adams, MA: Storey Publishing, 2016.

DADA, A. P. et al. Caracterização de kombucha elaborado a partir de chá verde. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 15, p. e576101522992, 3 dez. 2021. Disponível em: <https://www.researchsociety.org>. Acesso em: 6 abr. 2024.

DUFRESNE, C.; FARNWORTH, E. *Tea, Kombucha, and health: a review*. *Food Research International*, [s.l.], v. 33, n. 6, p. 409–421, jul. 2000.

DUTRA, Jussara Pereira et al. (Org.). *Butiá para todos os gostos*. Brasília, DF: Embrapa, 2021.

FABRICIO, M. F. *Padronização do processo produtivo de kombucha pela aplicação de técnicas de biotecnologia e bioprocesso*. 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Bioprocessos) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/242277>. Acesso em: 05 abr. 2024.

FAO. *The state of the world's biodiversity for food and agriculture*. J. Bélanger & D. Pilling (eds.). Rome: FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments, 2019.

FLORA DIGITAL UFSC. *Campomanesia xanthocarpa*. Disponível em: [https://floradigital.ufsc.br/open\\_sp.php?img=13432](https://floradigital.ufsc.br/open_sp.php?img=13432). Acesso em: 20 ago. 2024.

FREITAS, Ana Karoline Nogueira. *Efeito da adição de suco clarificado de caju nas características tecnológicas e propriedades sensoriais da kombucha*. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

GREENWALT, C. J.; STEINKRAUS, K. H.; LEDFORD, R. A. *Kombucha, the fermented tea: microbiology, composition, and claimed health effects*. *Journal of Food Protection*, Des Moines, v. 63, n. 7, p. 976–981, jul. 2000.

HERZOG, N. F. M. et al. *Morfometria dos frutos e germinação de sementes de Campomanesia xanthocarpa O. BERG*. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 33, n. 4, p. 1359–1366,

2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744114012>. Acesso em 25 out. 2023.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos / coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JAYABALAN, R. et al. *A review on Kombucha tea—microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus*. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 13, n. 4, p. 538–550, 21 jun. 2014.

LAUREYS, D.; BRITTON, S. J.; DE CLIPPELEER, J. *Kombucha tea fermentation: a review*. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, v. 78, n. 3, p. 1–10, 30 mar. 2020.

LIMA, L. L. de A.; MELO FILHO, A. B. de. *Tecnologia de bebidas*. Recife: EDUFRPE, 2011.

LIMA, D. K. DE. *Frutas nativas como alternativa de renda: guabiroba (Campomanesia xanthocarpa) na unidade de produção Nossa Senhora da Conquista, Goioxim-PR*. Universidade Federal da Fronteira Sul, 2018. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/2276>

LINDNER, Juliano D.; MARTIN, José G. P. *Microbiologia de alimentos fermentados*. São Paulo: Editora Blucher, 2022. E-book. ISBN 9786555061338. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555061338/>. Acesso em: 10 ago. 2023.

LONCAR, E. et al. *Kinetics of saccharose fermentation by Kombucha*. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, v. 20, n. 3, p. 345–352, 2014.

LORENZI, H.; LACERDA, M. T. C.; BACHER, L. B. *Frutas no Brasil: nativas e exóticas (de consumo in natura)*. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2015.

MARTENS, Ingrid S. *Fermentação: como obter alimentos diversificados e saudáveis*. Barueri: Editora Manole, 2023. E-book. ISBN 9786555764710. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555764710/>. Acesso em: 12 ago. 2023.

MELLO, Fernanda R.; MARTINS, Pâmela C. R.; SILVA, Analú B.; et al. *Tecnologia de alimentos para gastronomia*. Porto Alegre: Grupo A, 2018. E-book. ISBN 9788595023291. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595023291/>. Acesso em: 15 mai. 2024.

MUHALDIN, B. J. et al. Effects of sugar sources and fermentation time on the properties of tea fungus (kombucha) beverage. *International Food Research Journal*, v. 26, n. 2, p. 481–487, jan. 2019. Disponível em: [http://ifrj.upm.edu.my/26%20\(02\)%202019/\(13\).pdf](http://ifrj.upm.edu.my/26%20(02)%202019/(13).pdf). Acesso em: 8 abr. 2024.

NASCIMENTO, L. C.; LIMA, M. D. *Influência de diferentes fontes de açúcar sobre as propriedades físicas do kombucha*. Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. Universidade Federal de Uberlândia, jul. 2019. Disponível em: <http://docplayer.com.br>.

NISHIYAMA, M. F. et al. *Chá verde brasileiro (Camellia sinensis var assamica): efeitos do tempo de infusão, acondicionamento da erva e forma de preparo sobre a eficiência de extração dos bioativos e sobre a estabilidade da bebida*. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 30, p. 191–196, 2010.

PALUDO, N. *Desenvolvimento e caracterização de kombucha obtida a partir de chá verde e extrato de erva-mate: processo artesanal e escala laboratorial*. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Bioprocessos) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/179329>. Acesso em: 5 abr. 2024.

PERIOTO, C. Z. et al. *Potencial antioxidante e caracterização físico-química e microbiológica do kombucha*. *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 1, p. 739–751, 1 jan. 2022. Disponível em: <https://www.brazilianjournalofdevelopment.com>. Acesso em: 6 abr. 2024.

PERVA-UZUNALIĆ, A. et al. *Extraction of active ingredients from green tea (Camellia sinensis): Extraction efficiency of major catechins and caffeine*. *Food Chemistry*, v. 96, n. 4, p. 597–605, 2006.

*Projeto Guabiroba de Irati se intensifica com produção de polpa da fruta*. *Hoje Centro Sul*, 18 fev. 2022. Disponível em: <https://hojecentrosul.com.br/projeto-guabiroba-de-irati-se-intensifica-com-producao-de-polpa-da-fruta>. Acesso em: 25 set. 2023.

RODRIGUES, V. N. *Licor de guabiroba (Campomanesia xanthocarpa): análise mercadológica, desenvolvimento e caracterização físico-química e sensorial*. 2017. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/1/12345>. Acesso em: 20 nov. 2023.

SANTA MARIA. *Imagem da loja de kombucha*. Disponível em: <https://polvogo.com.br/santamaria/orientekombucha/loja/153388>. Acesso em: 19 ago. 2024.

SANTIAGO, Raquel de Andrade Cardoso; CORADIN, Lidio (Org.). *Biodiversidade Brasileira: Sabores e Aromas*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade, 2018. Disponível em: [https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/fauna-e-flora/copy2\\_of\\_Livr odeReceitasSaboreseAromas.pdf](https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/fauna-e-flora/copy2_of_Livr odeReceitasSaboreseAromas.pdf). Acesso em: 13 abr. 2023.

SANTOS, M. da S. et al. *Caracterização físico-química, extração e análise de pectinas de frutos de Campomanesia xanthocarpa B. (Gabi-roba)*. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 30, n. 1, p. 101–106, 2009.

SANTOS, M. da S. et al. *Antioxidant and fatty acid profile of gabi-roba seed (Campomanesia xanthocarpa Berg)*. *Food Science and Technology*, v. 32, n. 2, p. 234–238, abr. 2012.

SANTOS, M. da S. et al. *Chemical characterization and evaluation of the antioxidant potential of gabi-roba jam (Campomanesia xanthocarpa Berg)*. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 35, n. 1, p. 19–24, dez. 2013.

SANTOS, Mafalda Jorge. *Kombucha: caracterização da microbiota e desenvolvimento de novos produtos alimentares para uso em restauração*. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Gastronômicas) – Universidade Nova de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 2016.

SATOH, E.; TOHYAMA, N.; NISHIMURA, M. *Comparison of the antioxidant activity of roasted tea with green, oolong, and black teas*. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, v. 56, n. 8, p. 551–559, 2005. DOI: 10.1080/09637480500398835.

SCHROEDER, J. *Kombucha fermentada a partir de resíduo de acerola*. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

SERENO, A. *Gabirola (Campomanesia xanthocarpa (Mart.) O. Berg) uma preciosidade da Mata Atlântica – Propriedades nutricionais, medicinais e receitas funcionais ilustradas*. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.22533/at.ed.366231701>. Acesso em: 15 nov. 2023.

SILVA, M. *Impacto do processamento sobre as características físico-químicas, reológicas e funcionais de frutos da gabirola (Campomanesia xanthocarpa Berg)*. 2011. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: [https://www.lareferencia.info/vufind/Record/BR\\_781f88a040630a5ab553920650983bb4](https://www.lareferencia.info/vufind/Record/BR_781f88a040630a5ab553920650983bb4). Acesso em: 25 set. 2023.

SILVA, R. O. da; PEREZ-CASSARINO, J.; SOUZA-LIMA, J. E. de; STEENBOCK, W. *Valuation of native fruits and postcolonial thinking: a search for alternatives to development*. *Sustainability in Debate*, v. 10, n. 2, p. 96–124, 2019. <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v10n2.2019.22029>.

SILVA, L. A. C. da. Estudo sobre o extrativismo sustentável orgânico de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. 2021. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/1/12345>. Acesso em: 13 mar. 2024.

SIMONETTI, M. G.; SIMONETTI, K. T. G.; FARIÑA, L. O. de. *Biodiversidade como sustentabilidade: possibilidade de mercados para plantas alimentícias não convencionais (PANC) / Biodiversity as sustainability: possibility of markets for non-conventional food plants (PANC)*. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 4, p. 35330–35348, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n4-139.

SOUZA, J. *Caracterização físico-química da bebida fermentada kombucha*. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2022. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/29575>. Acesso em: 12 mai. 2024.

TOMAR, O. Determination of some quality properties and antimicrobial activities of kombucha tea prepared with different berries. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, v. 47, n. 2, p. 252–262, 1 jan. 2023. Disponível em: <https://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/>. Acesso em: 7 abr. 2024.

VALLILO, M. I. et al. *Composição química dos frutos de Campomanesia xanthocarpa Berg-Myrtaceae*. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 28, n. 4, p. 231–237, dez. 2008.

VIEIRA, D. J. V. *Análise da procedência e da sazonalidade da “salada de frutas” catarinense*. 2017.

WATAWANA, M. I. et al. *Evaluation of the effect of different sweetening agents on the polyphenol contents and antioxidant and starch hydrolase inhibitory properties of Kombucha*. *Journal of Food Processing and Preservation*, v. 41, n. 1, p. e12752, 2016.

ZANETI, T. B. *Cozinha de raiz: as relações entre chefs, produtores e consumidores a partir do uso de produtos agroalimentares singulares na gastronomia contemporânea*. 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/172515>. Acesso em: 13 abr. 2024.