



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Carolinne Ferronato

**Explorando Frutas Nativas Brasileiras na Saborização de Kombucha:**  
Avaliação físico-química, de cor, composição fenólica e potencial bioativo

Florianópolis

2024

Carolinne Ferronato

**Explorando Frutas Nativas Brasileiras na Saborização de Kombucha:**

Avaliação físico-química, de cor, composição fenólica e potencial bioativo

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Curso de Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Carlise Beddin Fritzen Freire.

Florianópolis

2024

Ficha catalográfica gerada por meio de sistema automatizado gerenciado pela BU/UFSC.

Dados inseridos pelo próprio autor.

Ferronato, Carolinne

Explorando Frutas Nativas Brasileiras na Saborização de Kombucha: : Avaliação físico-química, de cor, composição fenólica e potencial bioativo. / Carolinne Ferronato ; orientador, Carlise Beddin Fritzen Freire, 2024.

60 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2. Fermentação. 3. Araçá-vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine). 4. Butiá (*Butiá eriospatha*). 5. Uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess). I. Freire, Carlise Beddin Fritzen. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. III. Título.

Carolinne Ferronato

**Explorando Frutas Nativas Brasileiras na Saborização de Kombucha:**  
Avaliação físico-química, de cor, composição fenólica e potencial bioativo

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos” e aprovado em sua forma final.

Florianópolis, 03 de dezembro de 2024

---

Prof. Vívian Maria Burin  
Coordenadora do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof(a). Dr(a). Carlise Beddin Fritzen Freire  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof(a). Dr(a). Ana Carolina de Oliveira Costa  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof(a). Dr(a). Renata Dias de Mello Castanho Amboni  
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus pais que sempre acreditaram em mim e me apoiaram incondicionalmente nas minhas decisões.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

Primeiramente, agradeço à Universidade Federal de Santa Catarina e à minha orientadora, professora Carlise Beddin Fritzen Freire, pela orientação, paciência e pelo apoio incondicional durante todo o processo de elaboração deste TCC. Seus conselhos e direcionamentos foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também aos meus colegas e amigos de laboratório, Ana Letícia Ferreira, Bruna Wanderley, Monnik Cavanholi e Natália Duarte pelo auxílio nas análises, pelo suporte moral e pelas valiosas discussões que enriqueceram minha pesquisa.

Um agradecimento especial à minha família, especialmente aos meus pais, Claudia R. T. Ferronato e Rubens Ferronato, pelo amor, incentivo e compreensão durante toda a minha jornada acadêmica. Sem o apoio de vocês, esta conquista não teria sido possível.

Finalmente, gostaria de agradecer a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada a todos!

“Cuide deste momento. Mergulhe em suas particularidades. Seja sensível a quem você é, ao seu desafio, à sua realidade. Liberte-se de subterfúgios. Pare de criar problemas desnecessários para si mesmo. Este é o momento de realmente viver; de se entregar completamente à situação em que você está agora.” — Epicteto.

“Se o problema possui solução não devemos nos preocupar com ele. E se não possui solução, de nada adianta nos preocuparmos.” – Epicteto.

## RESUMO

A kombucha, uma bebida fermentada resultante da interação entre chá, açúcar e uma colônia de bactérias e leveduras (SCOBY), é conhecida por seus benefícios à saúde. O presente estudo abordou a elaboração de kombuchas saborizadas com frutas nativas brasileiras, como araçá-vermelho, butiá e uvaia, avaliando suas propriedades físico-químicas, de cor, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante, além da digestão *in vitro* desses compostos. O processo fermentativo influenciou os parâmetros físico-químicos da kombucha, diminuindo o pH e os sólidos solúveis totais (SST), e aumentando a acidez da bebida. Além disso, a capacidade antioxidante pelo método DPPH também teve aumento dos valores após a fermentação da kombucha. Com relação à saborização com frutas nativas brasileiras, observou-se uma influência nos parâmetros de cor, em especial o aumento da cor vermelha ( $a^*$ ) e amarela ( $b^*$ ) após a adição do araçá-vermelho. A saborização também contribuiu para o aumento da capacidade antioxidante, pelos métodos DPPH e ABTS nas amostras contendo butiá. No entanto, todas as amostras de kombucha apresentaram uma redução drástica nos fenólicos totais durante as fases de digestão simulada, indicando que a concentração destes compostos é afetada pelas condições gástricas e intestinais. Embora todas as amostras tenham mostrado uma queda na atividade antioxidante após a digestão, a pesquisa destaca a importância da escolha e valorização de frutas nativas brasileiras para a elaboração de kombucha e sugere a necessidade de mais estudos sobre a bioacessibilidade dos compostos fenólicos nesse tipo de bebida, ressaltando a importância de otimizar suas propriedades funcionais para promover um consumo consciente.

**Palavras-chave:** Fermentação; Araçá-vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine); Butiá (*Butiá eriospatha*); Uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess).

## ABSTRACT

Kombucha, a fermented beverage resulting from the interaction between tea, sugar, and a colony of bacteria and yeast (SCOBY), is known for its health benefits. The present study addressed the preparation of kombuchas flavored with native Brazilian fruits, such as red-araçá, butiá, and uvaia, evaluating their physicochemical properties, color, total phenolic compounds, and antioxidant capacity, as well as the *in vitro* digestion of these compounds. The fermentation process influenced the physicochemical parameters of the kombucha, decreasing the pH and total soluble solids (TSS), and increasing the acidity of the beverage. Furthermore, the antioxidant capacity using the DPPH method also showed an increase in values after the fermentation of kombucha. Regarding the flavoring with native Brazilian fruits, an influence on the color parameters was observed, especially the increase in red (a\*) and yellow (b\*) colors after the addition of red-araçá. Flavoring also contributes to the increase in antioxidant capacity, as measured by the DPPH and ABTS methods in samples containing butiá. However, all kombucha samples showed a drastic reduction in total phenolics during the simulated digestion phases, indicating that the concentration of these compounds is affected by gastric and intestinal conditions. Although all samples showed a decrease in antioxidant activity after digestion, the research highlights the importance of choosing and valuing native Brazilian fruits for the production of kombucha and suggests the need for more studies on the bioaccessibility of phenolic compounds in this type of beverage, emphasizing the importance of optimizing their functional properties to promote conscious consumption.

**Keywords:** Fermentation; Red araçá (*Psidium cattleianum Sabine*); Butiá (*Butiá eriospatha*); Uvaia (*Eugenia pyriformis Cambess*).

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de chá ( <i>C. sinensis</i> ) obtidos de acordo com o processamento.....	20
Figura 2 - Metabolismo geral da sacarose na elaboração de Kombucha.....	22
Figura 3 - Imagem de uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras (SCOBY).....	23
Figura 4 - Processo de elaboração da kombucha.....	25
Figura 5 - Metabolismo do Kombucha e interações microbianas. ....	27
Figura 6 - Araçá-vermelho ( <i>Psidium cattleianum</i> Sabine).....	30
Figura 7 - Frutos de <i>Butiá eriospatha</i> .....	31
Figura 8 - Fruto de <i>Eugenia pyriformis</i> Cambess .....	32
Figura 9 - Imagem dos fermentadores. A) Fermentação inicial da Kombucha, B) Etapa da savorização .....	34
Figura 10 - Resultado do teor de Sólidos Solúveis Totais das polpas de fruta e Kombuchas.....	38
Figura 11 - Coloração das kombuchas após a segunda fermentação .....	40

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Parâmetros analíticos da kombucha segundo a legislação brasileira.....	18
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Resultado das análises físico-químicas. ....	37
Tabela 2- Resultados da análise de cor.....	39
Tabela 3- Resultados das análises de compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante da infusão e das kombuchas obtidas ao longo das fermentações.....	41
Tabela 4 – Resultados das análises de compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante das Kombuchas após a segunda fermentação e ao longo das fases da digestão <i>in vitro</i> . ....	42

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>17</b>
2.1	KOMBUCHA: ORIGEM E PANORAMA DE MERCADO.....	17
2.2	LEGISLAÇÃO DA KOMBUCHA .....	18
2.3	INGREDIENTES DA KOMBUCHA ORIGINAL .....	19
<b>2.3.1</b>	<b><i>Camellia sinensis</i>.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Açúcares.....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Cultura simbiótica de bactérias e leveduras (SCOBY).....</b>	<b>22</b>
2.4	ELABORAÇÃO DA BEBIDA .....	24
<b>2.4.1</b>	<b>Fermentação da Kombucha.....</b>	<b>25</b>
2.5	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA KOMBUCHA.....	27
2.6	ARAÇÁ-VERMELHO.....	29
2.7	BUTIÁ.....	30
2.8	UVAIA .....	31
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>33</b>
3.1	AQUISIÇÃO DOS INSUMOS, FRUTOS E PROCESSAMENTO.....	33
3.2	ELABORAÇÃO DAS KOMBUCHAS.....	33
3.3	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS .....	34
3.4	ANÁLISE DE COR.....	35
3.5	DETERMINAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE <i>IN VITRO</i> .....	35
3.6	SIMULAÇÃO GASTROINTESTINAL <i>IN VITRO</i> DOS COMPOSTOS FENÓLICOS E DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE.....	35
3.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	36
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>44</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A kombucha é uma bebida fermentada conhecida na antiga China como "chá da imortalidade". Segundo Greenwalt, Steinkraus e Ledford (2000) a kombucha é uma bebida fermentada obtida através da fermentação de chá (*Camellia sinensis*) adoçado com açúcar, juntamente com a cultura simbiótica de bactérias e leveduras SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast). De acordo com Jakubczyk, Piotrowska e Janda (2020) o tipo de chá utilizado, bem como a variedade de açúcares, afetam o perfil de sabor, composição química e potenciais benefícios à saúde dessa bebida. Ao longo da fermentação ocorrem transformações bioquímicas que geram diferentes compostos bioativos, como ácidos orgânicos, compostos antioxidantes, vitaminas, que auxiliam no fortalecimento do sistema imunológico e prevenção de doenças crônicas (Jayabalan et al., 2014). Estudos apontam que o consumo regular de kombucha pode auxiliar na melhora da digestão, além de proteger o corpo contra os danos dos radicais livres (Dufresne; Farnworth, 2000; Martínez Leal et al., 2018).

Além da obtenção da kombucha tradicional, nos últimos anos vem crescendo a adição de frutas frescas, polpas, sucos, especiarias e ervas aromáticas para promover a saborização da bebida, que é realizada em uma segunda fermentação (Crum, 2016; Kapp; Sumner, 2019; Gaggia et al., 2019). Essa prática, segundo Chu e Chen (2006), aumenta o valor nutricional e potencial bioativo da bebida, além de melhorar a sua aceitação sensorial, tornando-a mais agradável ao paladar, adicionando sabor, aroma e cor. Por exemplo, a adição de frutas cítricas, como limão e abacaxi, pode aumentar a produção de ácidos orgânicos e melhorar a acidez da bebida, além de intensificar a presença de compostos antioxidantes, como a vitamina C (Villarreal-Soto et al., 2018). Estudos mostram que a presença de polifenóis e flavonoides, provenientes de frutas como uvas, maçãs e frutas vermelhas, pode potencializar as propriedades antioxidantes da kombucha, intensificando os seus benefícios à saúde (Ayed; Ben Abid; Hamdi, 2017). De acordo com Watawana et al. (2015b), a inclusão de frutas na kombucha não apenas oferece uma experiência sensorial mais rica, mas também pode aumentar a aceitação do produto por consumidores que não estão habituados ao sabor fermentado tradicional do chá de *Camellia sinensis*. No entanto, a escolha dos ingredientes para a saborização da Kombucha é vasta e tem levado a combinações inusitadas, sendo que a escolha cuidadosa de sabores pode influenciar em uma melhor aceitação do produto.

Pensando nisso e no fato de que o Brasil possui uma das maiores biodiversidades do mundo, com sua riqueza de biomas que abriga diferentes frutas nativas, que são fontes valiosas de compostos bioativos, busca-se a utilização dessas matérias-primas para a

preparação de produtos de alto valor agregado (Clerici et al., 2011; Farias et al., 2023; Schulz et al., 2020; Souza et al., 2018). Apesar desse potencial, muitas dessas espécies nativas são pouco exploradas comercialmente, como o araçá-vermelho, o butiá e a uvaia.

O araçá-vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine) apresenta um sabor que varia de doce a azedo, muito apreciado em diferentes regiões do Brasil, é uma fonte rica em vitamina C e compostos fenólicos, em especial as antocianinas, que são reconhecidas por suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias (Pereira et al., 2018; Gwozdz et al., 2022). Já o butiá (*Butia eriospatha*) apresenta um sabor mais ácido do que adocicado, apresenta em sua composição vitamina C, além de possuir uma variedade de compostos fenólicos e aminoácidos que destacam seu potencial antioxidante (Daniela et al., 2022; Rockett et al., 2020; Denardin et al., 2015). A uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) apresenta um rico perfil nutricional, incluindo açúcares, ácidos, aminoácidos e minerais, além de quantidades significativas de compostos bioativos como fenólicos, flavonoides, carotenoides e vitamina C, contribuindo para sua atividade antioxidante (Spricigo et al., 2023; Sganzerla et al., 2022; Silva et al., 2018).

Nesse sentido, a produção e o consumo dessas frutas, muitas vezes limitados aos mercados locais, podem ser expandidos a partir da utilização de processos fermentativos, como na elaboração de kombuchas, promovendo o desenvolvimento econômico regional, a conservação da biodiversidade local e a disponibilização de novas bebidas com potencial bioativo.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi elaborar kombuchas saborizadas com diferentes frutas nativas brasileiras, avaliando as propriedades físico-químicas, de cor, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante, além da digestão *in vitro* desses compostos.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- I. Elaborar kombuchas utilizando chá verde como base e saborização com araçá-vermelho, butiá e uvaia;
- II. Avaliar o pH, a acidez total e o teor de sólidos solúveis totais da infusão (antes da fermentação) e das kombuchas;
- III. Determinar a cor instrumental da infusão (antes da fermentação) e das kombuchas;
- IV. Avaliar a infusão através da análise de compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante (antes da fermentação) e as kombuchas elaboradas;
- V. Realizar a digestão *in vitro* das kombuchas e avaliar os compostos fenólicos totais e da capacidade antioxidante das bebidas após o processo de digestão.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 KOMBUCHA: ORIGEM E PANORAMA DE MERCADO

A Kombucha é um chá fermentado que tem sua origem no nordeste da China, sendo utilizada durante a dinastia Tsin devido as suas propriedades desintoxicantes e energizantes (Jayabalan et al., 2014). Foi levada para o Japão e acabou se espalhando para a Rússia e Índia devido as rotas comerciais, chegando a outros países durante a Primeira Guerra Mundial (Chandrakala et al., 2019). Dependendo do local de produção, a Kombucha recebe diferentes nomes, dentre eles: fungo do chá, chá Kargasok, Manchurian Mushroom e Haipao (Greenwalt et al., 2000).

De acordo com Santos (2016) o nome “Kombucha” ou “chá Kombu” é devido a um médico chamado Kombu, que por volta de 414 D.C. levou o chá fermentado para o Japão e tratou os problemas digestivos do Imperador Inkyo. Desde então tem atraído a atenção dos consumidores pelos relatos de seus potenciais benefícios à saúde. Atualmente, a kombucha é uma das bebidas que mais cresce no mercado global de bebidas funcionais (Kapp; Sumner, 2019), principalmente devido ao aumento do desejo dos consumidores por alimentos mais saudáveis e da vontade de consumir bebidas não alcoólicas ou com baixo teor alcoólico (Fortune Business Insights, 2020). Segundo Freitas, Souza e Wurlitzer (2022), a kombucha apresentou em 2019 um valor de mercado de 1,84 bilhão de dólares com previsão de alcançar 10,45 bilhões de dólares em 2027.

A Kombucha tradicional é produzida com chá de *Camellia sinensis*, açúcar e SCOBY (cultura simbiótica de bactérias e leveduras) (Freitas; Sousa; Wurlitzer, 2022). Além disso, na literatura também são encontrados trabalhos de kombuchas análogas à tradicional, que utilizam diferentes chás de ervas (Vitas et al., 2018), sucos de frutas (Moreno-Jiménez et al., 2018; Zubaidah et al., 2018) e café (Watawana et al., 2015b). Vale destacar que também é comum obter a partir da Kombucha tradicional, bebidas aromatizadas ou saborizadas, principalmente com frutas, que são adicionadas posteriormente à fermentação inicial do produto (Andreson et al., 2022; Kim; Adhikari, 2020). Os ingredientes que não são tradicionais modificam o perfil sensorial e microbiano da kombucha, gerando uma grande diversidade entre a composição e as propriedades das bebidas comerciais (Dufresne; Farnworth, 2000; Jayabalan et al., 2014; Marsh et al., 2014; Reva et al., 2015).

## 2.2 LEGISLAÇÃO DA KOMBUCHA

No Brasil, a Instrução Normativa nº 41 de 17 de setembro de 2019 regulamenta os padrões de identidade e de qualidade do kombucha no país, e determina como ingredientes obrigatórios a água potável, a infusão ou extrato aquoso de *Camellia sinensis*, e açúcares, além de cultura simbiótica de bactérias e leveduras (SCOBY) adequadas para fermentação alcoólica e acética, desde que garantida a sua inocuidade à saúde humana.

O Quadro 1 apresenta os principais parâmetros analíticos determinados para o kombucha, segundo a IN 41 (Brasil, 2019).

Quadro 1- Parâmetros analíticos da kombucha segundo a legislação brasileira.

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

Fonte: Brasil (2019).

Quanto ao teor alcoólico, a legislação brasileira especifica que a kombucha pode ser categorizada como alcoólica/com álcool quando contiver álcool acima de 0,5% v/v (% volume de álcool / volume de bebida) e não alcoólica quando apresentar no máximo 0,5% v/v de álcool na sua composição (Brasil, 2019).

A kombucha não alcoólica elaborada somente com os ingredientes obrigatórios, ou seja, isenta de quaisquer ingredientes opcionais, poderá ser designada kombucha original. Por outro lado, a legislação brasileira não delimita as quantidades máximas de ingredientes opcionais, no caso de kombuchas saborizadas e/ou aromatizadas (Brasil, 2019). Neste aspecto, a Kombucha Brewers International (Kombucha Brewers International, 2023), que é uma associação internacional sem fins lucrativos de produtores de kombucha, determina que os ingredientes opcionais não devem exceder 20% do produto acabado pelo volume formulado. É importante mencionar que os ingredientes opcionais citados pela Instrução Normativa brasileira também são utilizados como substitutos parciais ou totais dos ingredientes tradicionais em diversos estudos apresentados na literatura. Esse uso cria novas bebidas com composição química e propriedades sensoriais distintas, além de modificar a composição

bioativa das bebidas, incluindo a capacidade antioxidante, efeitos anti-inflamatórios e atividade antibacteriana, de acordo com a matéria-prima utilizada no lugar ou em combinação com os ingredientes da kombucha original (Freitas; Sousa; Wurlitzer, 2022).

Por fim, vale salientar que no rótulo da kombucha fica proibido o uso de expressões tais como: artesanal, caseira, familiar, bebida viva, bebida probiótica, bebida milenar, elixir, elixir da vida, energizante, revigorante, especial, premium, dentre outras que atribuam características de qualidades superlativas e propriedades funcionais não aprovadas em legislação específica (Brasil, 2019).

## 2.3 INGREDIENTES DA KOMBUCHA ORIGINAL

### 2.3.1 *Camellia sinensis*

Originária da Ásia, a *Camellia sinensis* faz parte da família Theaceae, sendo uma planta do tipo arbustiva e de pequeno porte (Duarte; Menarim, 2006), resultando em diferentes tipos de chás, como o chá-preto, o chá-verde, o chá branco e o chá vermelho, de acordo com as condições de cultivo, coleta, preparo e acondicionamento das folhas (Reto et al., 2008). Ao longo dos anos mais de 30 países de climas tropicais e subtropicais passaram a cultivar o gênero *Camellia* (Lima et al., 2009).

A nomenclatura chá é exclusivamente atribuído a bebidas que possuem cafeína e não possuem álcool que são obtidas através da infusão da planta *Camellia sinensis*, bebidas quentes que são obtidas de outras plantas são chamadas somente de infusão (Shang et al., 2021). O processamento do chá provoca modificações no perfil dos compostos bioativos de acordo com o grau de oxidação, alterando as características químicas e sensoriais devido a degradação de alguns compostos químicos, o que gerou uma classificação de acordo com o seu processamento (Figura 1) (Chen; Liu et al., 2021).

Sharma, Verma e Kumar (2021) apontam que as flores e folhas da *Camellia sinensis* apresentam uma composição rica em compostos bioativos, como os compostos fenólicos (ácidos fenólicos, flavonoides e taninos), os alcaloides (metil xantinas) e nutrientes (carboidratos, proteínas e minerais).

Figura 1- Tipos de chá (*C. sinensis*) obtidos de acordo com o processamento.



Fonte: Adaptado Zhu et al. (2020).

O chá branco, proveniente das flores, apresenta em sua composição química a presença de cerca de  $33,96 \pm 0,04\%$  de carboidratos glicose, frutose, sacarose e polissacarídeos),  $0,15 \pm 0,01\%$  de fenóis,  $0,75 \pm 0,14\%$  de proteínas, além de uma grande variedade de aminoácidos, como ácido aspártico, serina, histidina, arginina, ácido  $\gamma$ -aminobutírico, treonina, tirosina, valina, metionina, leucina, fenilalanina, lisina e teanina (Chen et al., 2019;). O chá preto é obtido a partir de folhas que são esmagadas e deixadas expostas a alta umidade, causando oxidação dos polifenóis pela enzima polifenol oxidase (Valenzuela, 2004). Enquanto o chá verde é obtido a partir de um botão e duas a três folhas da parte superior de pé, não é fermentado pois a oxidação é considerada um fator negativo, passa por aquecimento a vapor/torra, enrolamento das folhas, secagem, refino e embalagem. (Nagalakshmi, 2003).

Peres (2007) ressalta que as folhas da *Camellia sinensis* são constituídas principalmente de flavonoides que são responsáveis pelo desenvolvimento do sabor na infusão e contribuem para a cor da bebida, que pode variar do amarelo ao marrom. As folhas secas apresentam em sua composição, 1 a 4% de aminoácidos (26 aminoácidos já relatados na literatura) e de 18 a 36% de compostos fenólicos, incluindo flavonoides e ácidos fenólicos (Chen et al., 2021). A composição fenólica de *C. sinensis* é responsável por sua atividade antioxidante, desempenhando um papel importante na saúde humana, pois inibe ou reduz os efeitos do envelhecimento e das doenças crônico-degenerativas (Shang et al., 2021). Pesquisas relatam que as propriedades biológicas dos diferentes compostos bioativos dos chás, ajudam a modular a saúde intestinal, a melhorar a imunossupressão induzida (Chen et al., 2019; Chen et al., 2020) e reduzir a obesidade em ratos (Sun et al. 2019). Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2021) um alimento ou ingrediente com alegações funcionais ou de saúde pode ter efeitos metabólicos ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, além

de funções nutricionais básicas e deve ser seguro para consumo sem supervisão médica, essas alegações podem estar relacionadas à manutenção da saúde geral, ao papel fisiológico dos nutrientes ou não nutrientes e à redução dos fatores de risco de doenças.

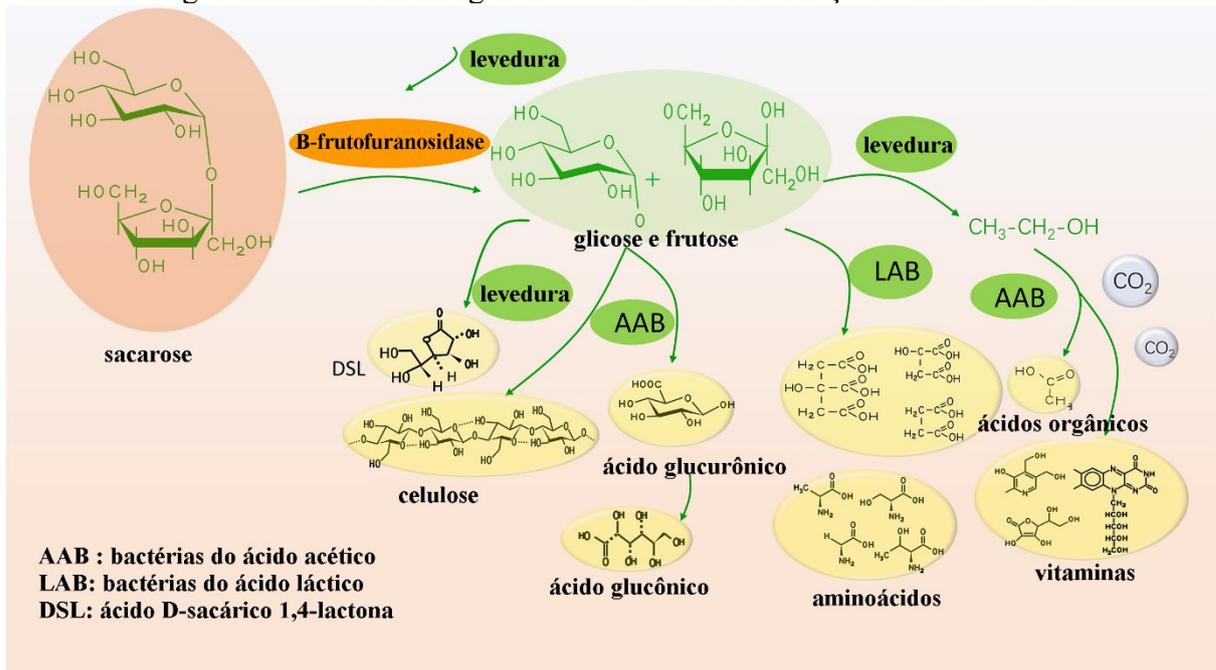
### 2.3.2 Açúcares

Segundo a Instrução Normativa nº 41 de 17 de setembro de 2019, para a elaboração de kombuchas é permitido o uso de açúcares, conforme legislação específica da ANVISA (Resolução RDC nº 271, de 22 de setembro de 2005), além de mel, melado e outros açúcares de origem vegetal (Brasil, 2019; Brasil, 2005). Nascimento e Lima (2019) fizeram uso de açúcar cristal, açúcar mascavo e mel nas infusões da bebida e constataram que a kombucha pode ser enriquecida com outras fontes de açúcar sem que suas propriedades físicas sejam afetadas. Já Cruz (2023) fez uso de açúcar cristal, demerara e mascavo na elaboração de kombuchas e constatou que a fermentação e conseqüentemente os diversos compostos formados no processo estão diretamente relacionados a concentração e composição do tipo de açúcar utilizado.

De acordo com Freitas, Souza e Wurlitzer et al. (2022) o açúcar é um ingrediente crítico para a produção de kombucha, por ser um nutriente essencial que fornece alimento e energia para o desenvolvimento do SCOBY e de suas atividades metabólicas. Assim, a quantidade e o tipo de açúcar que são utilizados acabam influenciando na composição e na concentração dos diferentes compostos químicos presentes na bebida (Chakravorty et al., 2019). O teor total de polifenóis também é afetado pela fonte de carbono utilizada devido a mudanças no processo de fermentação e no pH (Emiljanowicz; Malinowska-Pańczyk, 2019; Watawana et al., 2017).

A sacarose é a fonte de carbono mais utilizada na produção de kombucha (Malbaša et al., 2008), sendo hidrolisada pela enzima invertase ( $\beta$ -frutofuranosidase) presente no SCOBY (Emiljanowicz; Malinowska-Pańczyk, 2019), produzindo etanol pela via metabólica da glicólise, conforme demonstrado na (Figura 2). Posteriormente, o etanol é oxidado a ácido acético pela ação do álcool desidrogenase e aldeído desidrogenase, enzimas utilizadas por bactérias acéticas, que também convertem glicose em ácido glucurônico e ao mesmo tempo produzem celulose a partir da glicose (Emiljanowicz; Malinowska-Pańczyk, 2019; Laavanya et al., 2021; Vázquez-Cabral et al., 2014).

Figura 2 - Metabolismo geral da sacarose na elaboração de Kombucha.



Fonte: Adaptado de Liu et al. (2022).

Assim, o conhecimento do tipo e da quantidade de açúcares empregados na elaboração da bebida ajudam a determinar a escolha do tempo e temperatura de fermentação, influenciando na produção dos compostos químicos (Januário et al., 2020; Nascimento et al., 2019). Além disso, em kombuchas aromatizadas/saborizadas, também pode ocorrer a metabolização dos açúcares presentes nesses ingredientes, levando à formação de novos compostos químicos (Freitas; Sousa; Wurlitzer, 2022).

### 2.3.3 Cultura simbiótica de bactérias e leveduras (SCOBY)

Para que a fermentação da Kombucha ocorra se faz necessário o uso de uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras também conhecida como SCOBY. Estes microrganismos apresentam a capacidade de sintetizar um biofilme de celulose, produzido ao longo da fermentação na superfície dos fermentadores (Jayabalan et al., 2014), conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3- Imagem de uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras (SCOBY).



Fonte: Do autor (2023).

O gênero de bactérias acéticas dominante no sistema é o *Komagataeibacter* (anteriormente denominado *Gluconacetobacter*, e antes disso, *Acetobacter*), com numerosas espécies identificadas, dentre elas: *Komagataeibacter intermedius*, *Komagataeibacter xylinus*, *Komagataeibacter rhaeticus*, *Komagataeibacter saccharivorans* e *Komagataeibacter kombuchae* (May et al., 2019). Outro gênero de bactérias acéticas frequentemente encontrado em culturas de kombucha é *Gluconobacter* (Reva et al., 2015; Chakravorty et al., 2016; Gaggia et al., 2019). Além disso, já foram identificadas em kombuchas algumas espécies de bactérias ácido lácticas, como *Lactobacillus*, *Leuconostoc* e *Bifidobacterium* (Villarreal-Soto et al., 2018).

Quanto às leveduras, as espécies que predominam na kombucha pertencem aos gêneros *Zygosaccharomyces*, *Saccharomycodes*, *Candida*, *Torulaspota*, *Pichia*, *Brettanomyces/Dekkera*, *Schizosaccharomyces* e *Saccharomyces* (Dufresne; Farnworth, 2000; Jayabalan et al., 2014; Marsh et al., 2014; Reva et al., 2015).

Estudos demonstram que o perfil microbiológico da kombucha pode variar em função de fatores como origem do SCOBY, qualidade das matérias-primas utilizadas e condições de fermentação (Cardoso et al., 2020; Coton et al., 2017; Gaggia et al., 2019; Neffe-Skocińska et al., 2017; Watawana et al., 2015a,b; Zhao et al., 2018). a composição da kombucha muda ao longo do tempo à medida que progride o processo fermentativo (Marsh et al., 2014), uma vez que as bactérias e leveduras da kombucha cooperam e competem entre si, levando a

cascatas de reações onde diferentes componentes químicos são formados, principalmente o ácido glucônico, ácido glucurônico, etanol e o ácido acético (May et al., 2019).

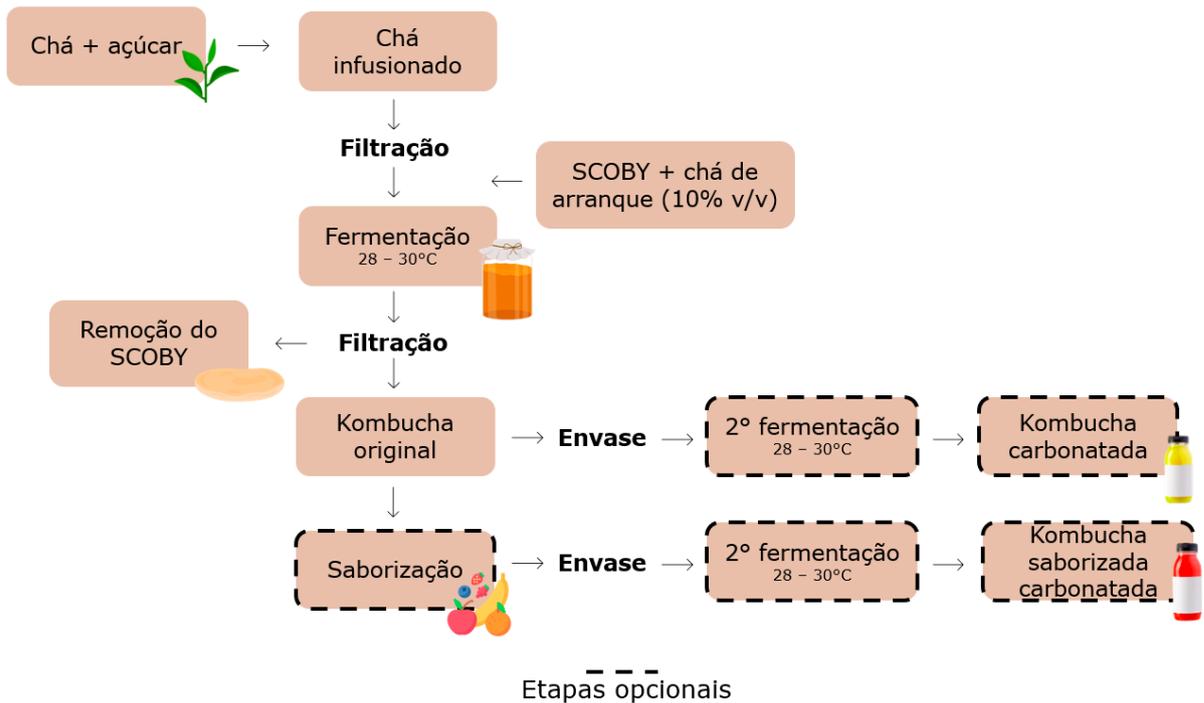
## 2.4 ELABORAÇÃO DA BEBIDA

A Kombucha é elaborada principalmente a partir do chá preto ou do chá verde de *Camellia sinensis*, produzindo ao longo da fermentação um sabor que pode ser semelhante ao da sidra de maçã ou ao de vinagre, de acordo com o tempo de fermentação (Watawana et al., 2015a).

O processo de fermentação da Kombucha original é considerado simples. Primeiro é realizada a infusão das folhas do chá (*Camellia sinensis*) em água quente, com temperatura e tempo controlados. Após essa etapa se faz uma filtração e é adicionado o açúcar ao líquido ainda quente, para facilitar a sua dissolução e garantir a segurança microbiológica. Após o chá atingir a temperatura ambiente se faz a adição do inóculo e/ou SCOBY, então o frasco é coberto com um material permeável ao ar (aerobiose) e mantido a uma temperatura controlada, geralmente entre 25 e 30 °C para que ocorra a fermentação (Jayabalan; Waisundara, 2019; Watawana et al., 2015).

O tempo de processo pode variar entre sete e sessenta dias, dependendo das práticas culturais e condições de processamento, mas a duração média é de 15 dias (Chen; Liu, 2000; Kumar; Joshi, 2016). Durante a fermentação, uma nova cultura simbiótica é criada na superfície líquida, e sua aparência assume a forma da garrafa de bebida. No final da primeira etapa de fermentação, o SCOBY e uma pequena porção do líquido fermentado são removidos e guardados para posterior produção. Nesta etapa, a Kombucha original já estará pronta para ser armazenada (4 °C) e consumida ou pode seguir para uma etapa posterior de saborização (Figura 4) (Freitas; Sousa; Wurlitzer, 2022).

Figura 4- Processo de elaboração da kombucha.



Fonte: Adaptado de Leonarski et al. (2022).

Na etapa de saborização pode ocorrer a adição de outros tipos de infusões de ervas, café e sucos de frutas (Júnior et al. 2021), com concentrações variáveis. Em seguida, a mistura é envasada em ambiente anaeróbico e a segunda fermentação ocorre em uma temperatura entre 25 e 30 °C por mais dois a sete dias para uma carbonatação natural, sendo possível também essa segunda fermentação ocorrer em ambiente aeróbico, sem uma carbonatação pronunciada (Martin et al. 2022). Assim, em escala industrial, a carbonatação forçada pode ser empregada para garantir que o teor alcoólico da bebida não ultrapasse os limites legais.

Estas adições resultam em diferentes composições químicas e características sensoriais nos produtos, afetando também as suas atividades biológicas, como atividades antimicrobianas e antioxidantes, que podem ser melhoradas dependendo do tipo e concentração dos ingredientes utilizados (Freitas; Sousa; Wurlitzer, 2022).

#### 2.4.1 Fermentação da Kombucha

A fermentação da kombucha ocorre com a interação simultânea entre bactérias e leveduras (advindas do SCOBY e/ou inóculo), sendo as leveduras responsáveis pela produção da enzima invertase, que converte o dissacarídeo sacarose em glicose e frutose (Leonarski, et al. 2022). Com os monossacarídeos disponíveis no meio os microrganismos são capazes de

sintetizar os compostos que são comumente encontrados na kombucha (Figura 5), sendo as leveduras (*S. cerevisiae*, *B. bruxellensis* e *K. marxianus*) responsáveis por produzir etanol pela via glicolítica, que faz o uso preferencialmente da glicose em relação à frutose (Jayabalan et al., 2014; Leonarski; Cesca Borges et al., 2021).

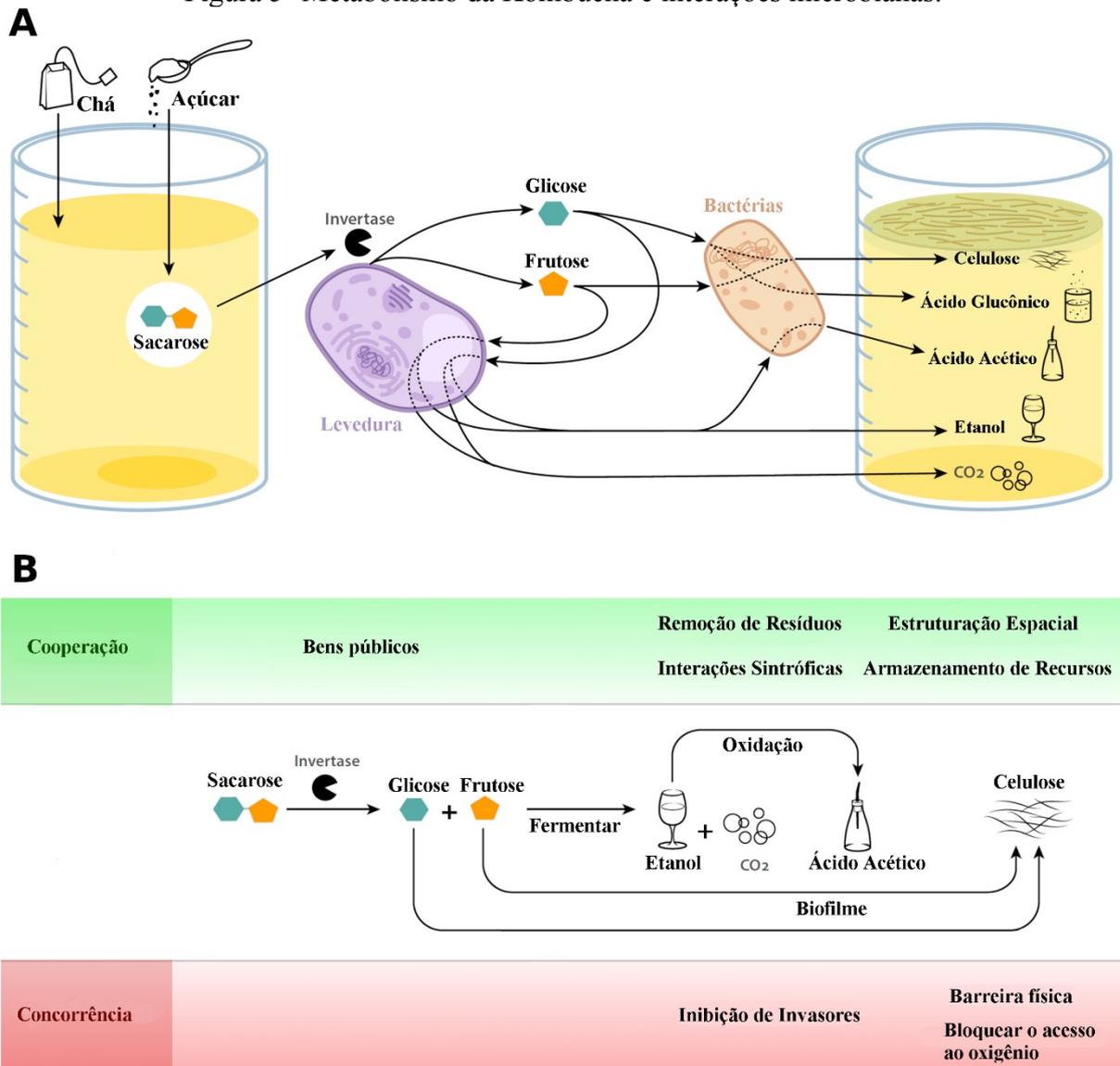
Já a produção de ácido acético ocorre principalmente através da oxidação do etanol pelas bactérias acéticas (Coelho et al., 2020; Jayabalan et al., 2014; Villarreal-Soto et al., 2018). No entanto, alguns autores relatam que a produção de ácido acético pode ocorrer sem o consumo de etanol, indicando que as bactérias acéticas também podem produzir o ácido acético pela glicólise e metabolismo do piruvato, mas a glicose é principalmente convertida a ácido glucônico, via pentose fosfato, enquanto a frutose é metabolizada a ácido acético (Leonarski; Cesca; Borges et al., 2021; Tran et al., 2020; Villarreal-Soto et al., 2019).

As bactérias acéticas são também responsáveis pela produção de celulose bacteriana, através do consumo de glicose e são auxiliadas por diversas enzimas essenciais para sua biossíntese (Leonarski, et al., 2022).

As bactérias lácticas dos gêneros *Liquorilactobacillus*, *Ligilactobacillus*, e *Lactobacillus* foram isoladas em algumas kombuchas artesanais e comerciais, sendo o *Lactobacillus kefiranofaciens* subsp. *kefirgranum* a espécie mais abundante (Fabricio et al., 2022; Harrison; Curtin, 2021; Marsh et al., 2014). De acordo com Fabricio et al. (2022), a presença deste tipo de bactérias na kombucha pode ser relatada pelo fato delas auxiliarem no crescimento das bactérias acéticas, além de apresentarem potencial para conferir propriedades probióticas às bebidas.

Vale destacar que o pH da bebida diminui ao longo da fermentação, e pode ativar ou inibir o crescimento de microrganismos durante o processo, sendo um parâmetro importante para determinar o fim da fermentação (Sharifudin et al., 2021). Os valores de pH não podem ser inferiores a 2,5 e superiores a 4,2 evitando o crescimento de bactérias patogênicas (Brasil, 2019; Cardoso et al., 2020). A fermentação pode ser encerrada quando a acidez total atingir em torno de 4 a 4,5 g/L, visando a obtenção de uma kombucha com acidez agradável ao paladar. O tempo necessário para atingir esta acidez varia devido a diferenças entre os SCOBYs, que não possuem composição química e microbiológica padronizada, bem como a temperatura do processo (Freitas; Sousa; Wurlitzer, 2022). O tempo de fermentação também é responsável por aumentar a concentração de substâncias com atividade antioxidante na kombucha, como os polifenóis e diferentes ácidos orgânicos (Chakravorty et al., 2016), sendo um produto muito estudado devido às suas propriedades bioativas.

Figura 5- Metabolismo da Kombucha e interações microbianas.



Fonte: Adaptado de May et al. 2019. (A) Kombucha é preparada adicionando chá e açúcar de mesa a uma pequena quantidade de kombucha starter que contém fermento e bactérias. Esses micróbios começam a quebrar o açúcar, levando a uma cascata metabólica que termina com uma bebida borbulhante, ácida e levemente alcoólica. (B) Durante o processo de fermentação, ocorrem interações cooperativas e competitivas entre os micróbios. A produção da invertase de bem público pela levedura, a remoção de produtos residuais por meio da metabolização do álcool e a geração da película de celulose por bactérias são funções potencialmente cooperativas. Metabólitos antimicrobianos, baixo pH e a geração de uma barreira física inibem o crescimento de competidores.

## 2.5 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA KOMBUCHA

De acordo com Jayabalan et al. (2014) os ácidos orgânicos mais encontrados na Kombucha são os ácidos acético, glucônico e glucorônico, por serem produzidos pelas bactérias acéticas através da metabolização dos açúcares e o do etanol, além dos ácidos cítrico, láctico, málico, tartárico, malônico, oxálico, succínico, pirúvico e úsnico que são

gerados em menor quantidade. Moura (2019) aponta que de acordo com o tipo de chá utilizado pode ocorrer uma variação na quantidade dos ácidos pirúvico, oxálico, malônico, láctico, glucurônico, glucônico, acético, láctico, sendo que esses ácidos apresentam maior concentração em kombucha a base de chá verde, em comparação a bebida produzida com chá preto. À medida que a fermentação da bebida avança, a quantidade de ácidos orgânicos tende a aumentar, resultando na redução do pH. Esse processo ajuda na conservação da bebida e diminui a competição com bactérias e fungos indesejáveis presentes no SCOBY (Freitas; Sousa; Wurlitzer, 2022).

Ogawa et al. (2000) relatam que o consumo moderado de ácido acético pode inibir a ação das dissacaridasas, que são enzimas responsáveis por quebrar os dissacarídeos em monossacarídeos, além de retardar o esvaziamento gástrico. Esses efeitos contribuem para a redução dos níveis de glicose no sangue. Além disso, o ácido acético pode aumentar a captação de glicose pelo fígado e músculos, promovendo sua conversão em glicogênio.

Outro importante ácido encontrado na kombucha é o ácido glucônico que é obtido através da fermentação onde ocorrem o processo químico de biotransformação pelos microrganismos e suas enzimas (Jayabalan et al., 2014). O ácido glucônico por ser encontrado naturalmente em frutas, plantas, vinho, vinagre e mel, confere aos alimentos um sabor amargo e refrescante e melhora suas propriedades. Podendo ser utilizado como aditivo e conservante nas indústrias alimentícia e farmacêutica no tratamento de anemia, hipocalcemia e hipomagnesemia (Gomes et al., 2018).

O ácido glucurônico apresenta efeitos desintoxicantes, por ter a capacidade de se ligar a xenobióticos, (inseticidas, pesticidas, plásticos e drogas) incluindo fenóis presentes no fígado, permitindo que essas substâncias sejam excretadas de forma mais eficiente pelos rins. Além dessa importante função, o ácido glucurônico é um coadjuvante na biossíntese da vitamina C (Nguyen et al., 2015).

Além disso, a kombucha tem sido relatada como benéfica para a saúde devido à sua capacidade de atuar como antioxidante a partir dos polifenóis presentes na bebida (Chakravorty et al., 2016). Os polifenóis são essenciais nos alimentos porque podem estar relacionados à sua cor (alguns são pigmentos), no sabor, principalmente de adstringência e amargor, propriedades antimicrobianas e antioxidantes (Arnosso et al., 2019). Os principais compostos fenólicos encontrados nas kombuchas tradicionais derivados do chá de *Camellia sinensis* são os flavonoides, em especial as catequinas (Kodagoda; Wickramasinghe, 2017). A teaflavina e o ácido gálico também são encontrados na bebida (Gaggia et al., 2019; Ivani~Sova et al., 2019; Jayabalan et al., 2014).

Durante a fermentação da kombucha original pode ocorrer o aumento na concentração de compostos fenólicos, o que pode estar relacionado à degradação de complexos polifenóis do chá em moléculas menores por enzimas liberadas por bactérias e leveduras presentes no SCOBY (Chakravorty et al., 2016; Jakubczyk et al., 2020)

Devido às diferentes matérias-primas que podem ser utilizadas para preparar as kombuchas, em especial as frutas na etapa de saborização, novos perfis de polifenóis podem ser obtidos e, portanto, novas propriedades bioativas para os consumidores. Vale destacar que poucos trabalhos tem utilizado frutas nativas brasileiras em kombuchas, como por exemplo o trabalho realizado por Júnior et al. (2021) que fizeram uso de polpas de pitanga e umbu-cajá e o trabalho de Crispino et al. (2024), que utilizaram frutas nativas amazônicas como cupuaçu, taperebá e bacuri. Nesse sentido, conhecer a composição fenólica e as propriedades bioativas kombuchas saborizadas com espécies nativas subutilizadas, como o araçá-vermelho, butiá e uvaia torna-se uma forma de valorização e diversificação da bebida.

## 2.6 ARAÇÁ-VERMELHO

O araçá-vermelho conhecido cientificamente como *Psidium cattleianum* é uma planta nativa brasileira (Da Costa Amaral et al., 2021; Soliman et al., 2016), está presente desde o sul ao nordeste do país por apresentar grande capacidade de adaptação as variações climáticas, podendo ser encontrado também em outros países (Dos Santos Pereira et al., 2018; Ribeiro et al., 2014).

Os frutos apresentam um tamanho que varia de 2,2 cm a 5 cm, com formato oval e peso aproximado de 20 g (Figura 6) (Da Costa Amaral et al., 2021; Vinholes et al., 2017; Dos Santos Pereira et al., 2018), apresentando um sabor doce e moderadamente ácido (Meregalli et al., 2020) sendo sua polpa apreciada e consumida pela população local na forma *in natura* ou processadas na forma de sucos, geleias, doces e sorvetes (Pereira et al., 2020; Zandoná et al., 2020).

Estudos sobre o extrato do araçá relatam diversas propriedades farmacológicas, como antimicrobiana (Lima et al., 2020), antioxidante (Denardin et al., 2015) e anti-hiperglicêmica (Yinholes et al. 2017). as propriedades bioativas são principalmente atribuídas ao alto teor de compostos fenólicos, vitamina c, carotenos, antocianinas e flavonóides (Cardoso et al., 2018; Medina et al., 2011; Pereira et al., 2018) que são compostos metabólitos secundários conhecidos com alta capacidade antioxidante (Pereira et al., 2018).

Figura 6- Araçá-vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine)



Fonte: Cavanholi (2023).

## 2.7 BUTIÁ

Segundo Lorenzi et al. (2004), *Butia* apresenta um pequeno gênero com cerca de oito espécies presentes na América do Sul, desses sete ocorrem em território brasileiro. Abrangendo os estados do sul do Brasil: Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Os frutos são esféricos, amarelos, com cerca de 1,4 – 2,2 cm de diâmetro, com mesocarpo carnoso e adocicado, contendo de uma a três sementes (figura 7) (Lorenzi et al., 2010).

Figura 7- Frutos de *Butia eriospatha*.



Fonte: Do Autor (2023).

De acordo com Franco (2001), o butiá apresenta cerca de 11,4 g de glicídios, 1,8 g de proteína, 1,5 g de lipídios, 23 mg de cálcio, 24 mg de fósforo, 40 mg de tiamina e riboflavina, 33 mg de vitamina C para cada 100g de polpa. De acordo Bueno et al. (2002), as frutas, por

serem perecíveis, deterioram em poucos dias e têm sua comercialização *in natura* dificultada a grandes distâncias. Sendo consumidas localmente *in natura*, para a fabricação de geleias, sucos, doces, ou para dar sabor a aguardente, conhecida como cachaça de butiá (Bourscheid, 2011).

Sganzerla (2010) relaciona a elevada atividade antioxidante do butiá ao seu conteúdo de vitamina C, carotenoides, e -tocoferóis, parte do complexo da vitamina E. Esse autor também avaliou a atividade antioxidante da polpa de *B.odorata* e *B. eriospatha* pelo método DPPH, relatando valores de 211,92 e 237,22 mg de Trolox equivalente a 100 g, respectivamente. Encontrando correlação positiva entre a atividade antioxidante e teor de ácido ascórbico em *B. odorata* e correlação positiva entre atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em *B.eriospatha*.

## 2.8 UVAIA

A uvaia conhecida cientificamente como *Eugenia pyriformis* Cambess (Figura 8) é uma planta nativa Brasileira da Mata Atlântica que pode ser encontrada nos estados de São Paulo ao Rio Grande do Sul. Apresenta frutos redondos e suculentos, com tamanho variando de 2,0 a 2,4 cm, sua cor pode variar de amarelo ao laranja e pode apresentar textura lisa ou aveludada, apresentando uma casca fina o que torna a uvaia altamente suscetível a danos mecânicos (Jacomino et al. 2018; De Paulo Farias et al., 2020).

Figura 8- Fruto de *Eugenia pyriformis* Cambess



Fonte: Bianchini (2020b)

A uvaia tem sido reconhecida por apresentar alto valor nutricional e por ser rica fonte de compostos bioativos (Da Silva et al., 2019; Sganzerla et al., 2019; Silva et al., 2018; Da Silva et al., 2016). Com destaque para os compostos fenólicos e carotenoides, apresentando

propriedades anti-inflamatória, antimicrobiana e antioxidante (Dacoreggio, 2021; Rodrigues et al., 2021).

Pesquisas apontam que uma dieta com ingestão diária de compostos bioativos reduz a probabilidade de desenvolver doenças crônicas, como doença de Alzheimer, doenças cardiovasculares e pulmonares (Alkaltham et al., 2021; Donado-Pestana et al., 2018), demonstrando seus benefícios à saúde e o interesse da indústria alimentícia como aditivo antioxidante e corante natural (Sganzerla et al., 2019; Pereira et al., 2012).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 AQUISIÇÃO DOS INSUMOS, FRUTOS E PROCESSAMENTO

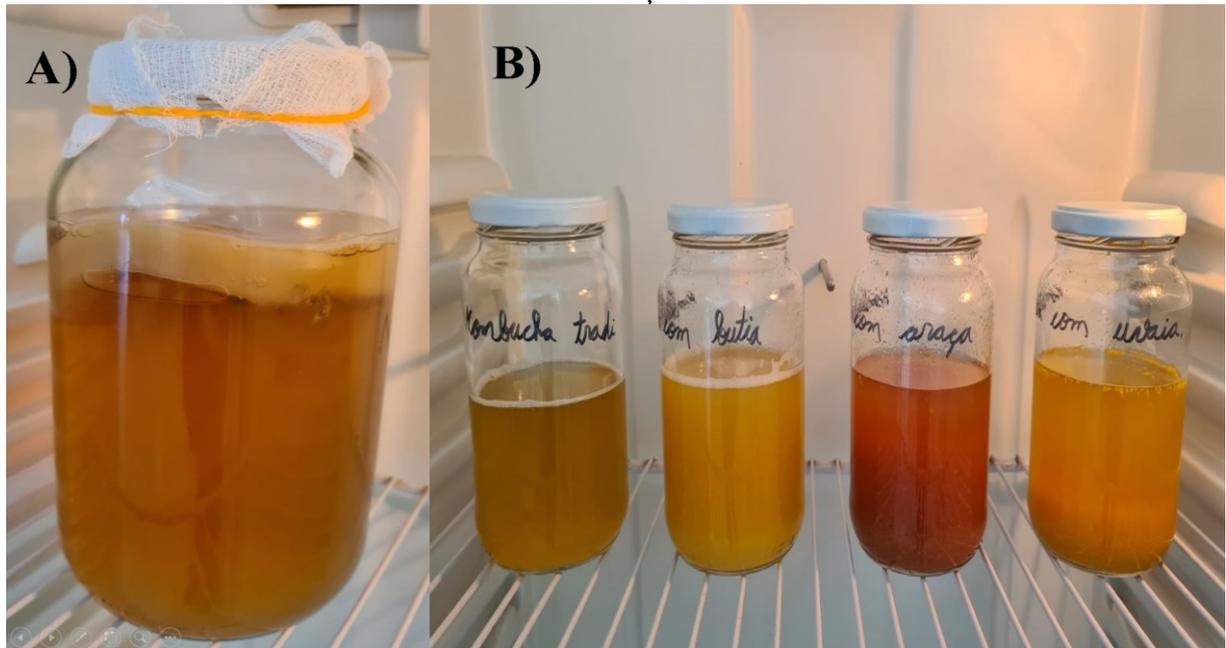
Para a elaboração da kombucha foram empregados: chá verde *Camellia sinensis* (Celeiro Nacional, Cascavel-PR, Brasil), SCOBY (Companhia Dos Fermentado, Barueri-SP, Brasil), água (Imperatriz, Santo Amaro da Imperatriz-SC, Brasil) e açúcar cristal (União, Cabo de Santo Agostinho-PE, Brasil).

Os frutos de uvaia e araçá-vermelho foram coletados na safra de 2022 na cidade de Urupema (Santa Catarina, Brasil) nas coordenadas (28,09195° S; 49,93676° O) e (28°05'31.0"S 49°56'12.3"W), respectivamente. Já os frutos de butiá foram coletados na safra de 2023 na cidade de Francisco Beltrão (Paraná, Brasil) (26°05'30.4"S 53°03'07.7"W). Os frutos foram higienizados com hipoclorito de sódio (100 mg/L), em seguida foi utilizada uma despulpadora de alimentos (Britânia Juicer 1000, Britânia, Brasil) para se obter as polpas das frutas e a completa separação da polpa e das sementes. As amostras foram homogeneizadas e armazenadas em sacos de polietileno e mantidas congeladas (-18 °C) até o momento da realização da fermentação e das análises.

#### 3.2 ELABORAÇÃO DAS KOMBUCHAS

As kombuchas foram preparadas de acordo com Júnior et al. (2021), com modificações. Inicialmente foi preparada uma infusão das folhas de chá verde (1% p/v), utilizando água fervente ( $\approx 90^{\circ}\text{C}$ ) por 15 minutos. A infusão foi filtrada em filtro de papel e transferida para um frasco de vidro de 3 L, previamente esterilizado. Em seguida, foram adicionados 7,5 % (p/v) de açúcar cristal, sendo a mistura homogeneizada até sua completa dissolução. Após a infusão alcançar a temperatura ambiente ( $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) foi realizada a inoculação da SCOBY (20% p/v). Uma gaze permeável e estéril e elásticos de borracha foram utilizados para cobrir o gargalo do frasco de vidro. Posteriormente, o frasco foi colocado em uma incubadora BOD (MODELO EI – 08F1, Florianópolis, Brasil) com temperatura controlada de  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  durante os 7 dias (Figura 9A), para a obtenção da kombucha original (KO).

Figura 9 – Imagem dos fermentadores. A) Fermentação inicial da Kombucha, B) Etapa da saborização.



Fonte: Do Autor (2024).

A segunda etapa da fermentação consistiu no preparo de quatro diferentes kombuchas, sendo uma delas controle (denominada KOC), sem saborização, e as demais saborizadas com 10% (p/v) de polpa de arará-vermelho (denominada KSA), 10% (p/v) da polpa de butiá (denominada KSB) e 10% (p/v) da polpa de uvaia (denominada KSU) (Figura 9B). Os quatro frascos de vidro foram fechados com tampa metálica, em sistema de anaerobiose, sendo acondicionados novamente em estufa incubadora BOD (MODELO EI – 08F1, Florianópolis, Brasil) a  $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ , por 2 dias. As bebidas foram então centrifugadas (10 min a 4.000 rpm) e analisadas conforme as análises descritas nesta seção.

### 3.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises de pH foram realizadas conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). As leituras foram medidas diretamente do potenciômetro digital previamente calibrado (pHmetro TEC – 3MP- TECNAL).

A acidez total foi determinada através de titulação, seguindo a metodologia descrita no Manual de Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Com o auxílio de uma pipeta automática foram coletados 5 mL da amostra e esta foi adicionada em um Erlenmeyer, juntamente com 25 mL de água destilada. Em seguida, foram adicionadas 3 gotas do indicador fenolftaleína e titulou-se a amostra com uma solução de NaOH 0,1 mol/L até a

obtenção de coloração rósea, seguindo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). A acidez total foi expressa em mEq de ácido acético (mEq/L) por litro de amostra.

O teor de sólidos solúveis totais (°Brix) foi determinado em refratômetro digital (HI96801, Hanna Instruments, Barueri, Brasil).

### 3.4 ANÁLISE DE COR

A análise de cor das amostras de kombucha foi realizada através de um colorímetro (Minolta Chroma Meter CR-400, Osaka, Japão), ajustado para operar com iluminante D65 e ângulo de observação de 10°, previamente calibrado. As leituras foram realizadas em cubeta de vidro, em triplicata. A escala de cor CIELab foi usada para medir os parâmetros L\*, a\*, b\*, C\*, h\*. O parâmetro L\* varia de 0 a 100, indicando uma variação de cor do preto ao branco, já o parâmetro a\* mostra a variação do vermelho (+a\*) ao verde (-a\*), enquanto o b\* pode variar do amarelo (+b\*) ao azul (-b\*). O parâmetro C\* indica a cromaticidade (saturação da cor) das amostras e o h\* é o ângulo hue (tonalidade).

### 3.5 DETERMINAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE *IN VITRO*

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu (Singleton; Rossi, 1965) em espectrofotômetro UV-VIS (modelo U-1800, Hitachi, Japão). Os resultados foram expressos em mg equivalente de ácido gálico (EAG) por 100 mL de amostra.

A capacidade antioxidante foi determinada pelos métodos de atividade de captura do radical livre ABTS<sup>+</sup> (Re *et al.*, 1999), DPPH (Brand-Williams; Cuvelier; Berset, 1995) e pelo potencial antioxidante redutor férrico (FRAP) (Benzie; Strain, 1996). Os resultados dos ensaios foram expressos em  $\mu$ M equivalente de Trolox (TEAC) por mL de amostra.

### 3.6 SIMULAÇÃO GASTROINTESTINAL *IN VITRO* DOS COMPOSTOS FENÓLICOS E DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE

A simulação gastrointestinal *in vitro* foi realizada nas kombuchas conforme protocolo descrito por Minekus *et al.* (2014). Consistindo em duas fases, denominadas gástrica e intestinal, com uma amostra controle, sem a presença das enzimas  $\alpha$ -amilase, pepsina, pancreatina ou sais biliares. No final de cada fase da digestão, as amostras foram coletadas,

filtradas e armazenadas para avaliação dos compostos fenólicos totais e da capacidade antioxidante, de cada fração, conforme descrito na seção 3.5.

### 3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística dos dados foi realizada no software STATISTICA versão 13 (TIBCO Inc., Palo Alto, CA, EUA). A análise de variância (ANOVA) foi utilizada para identificar as diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as amostras, sendo estas diferenças avaliadas através do teste de Tukey.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados das análises físico-químicas de diferentes amostras de kombucha, incluindo a infusão e variações como KO, KOC, KSA, KSB e KSU. Os parâmetros avaliados foram o pH, os Sólidos Solúveis Totais (SST) e a acidez, que fornecem informações cruciais sobre a qualidade, sabor e estabilidade do produto. Esses parâmetros são inter-relacionados e influenciam a percepção sensorial da bebida, bem como suas propriedades funcionais.

Tabela 1- Resultado das análises físico-químicas.

Amostra	pH	Acidez (mEq/L)	SST (°Brix)
Infusão	6,19 ± 0,03 <sup>a</sup>	3,34 ± 1,29 <sup>d</sup>	7,6 ± 0,06 <sup>a</sup>
KO	3,39 ± 0,01 <sup>b</sup>	55,73 ± 6,43 <sup>c</sup>	7,0 ± 0,06 <sup>c</sup>
KOC	3,34 ± 0,01 <sup>c</sup>	55,73 ± 0,00 <sup>c</sup>	6,9 ± 0,06 <sup>c</sup>
KSA	3,17 ± 0,02 <sup>e</sup>	66,87 ± 6,43 <sup>b</sup>	7,2 ± 0,06 <sup>b</sup>
KSB	3,21 ± 0,01 <sup>de</sup>	100,31 ± 0,00 <sup>a</sup>	7,2 ± 0,06 <sup>b</sup>
KSU	3,22 ± 0,01 <sup>d</sup>	66,87 ± 0,00 <sup>b</sup>	6,8 ± 0,06 <sup>c</sup>

Fonte: Próprio autor (2024). Infusão = chá (sem tratamento); KO = kombucha original que passou pela primeira fermentação; KOC = kombucha original controle, que passou pela segunda fermentação (sem adição de polpa de fruta); KSA = kombucha que passou pela segunda fermentação com adição de polpa de araçá-vermelho; KSB = kombucha que passou pela segunda fermentação com adição de polpa de butiá; KSU = kombucha que passou pela segunda fermentação com adição de polpa de uvaia. Dados representados pela média ± desvio padrão das triplicatas. Diferentes letras minúsculas sobrescritas (<sup>a, b, c, d, e</sup>) na mesma coluna representam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras.

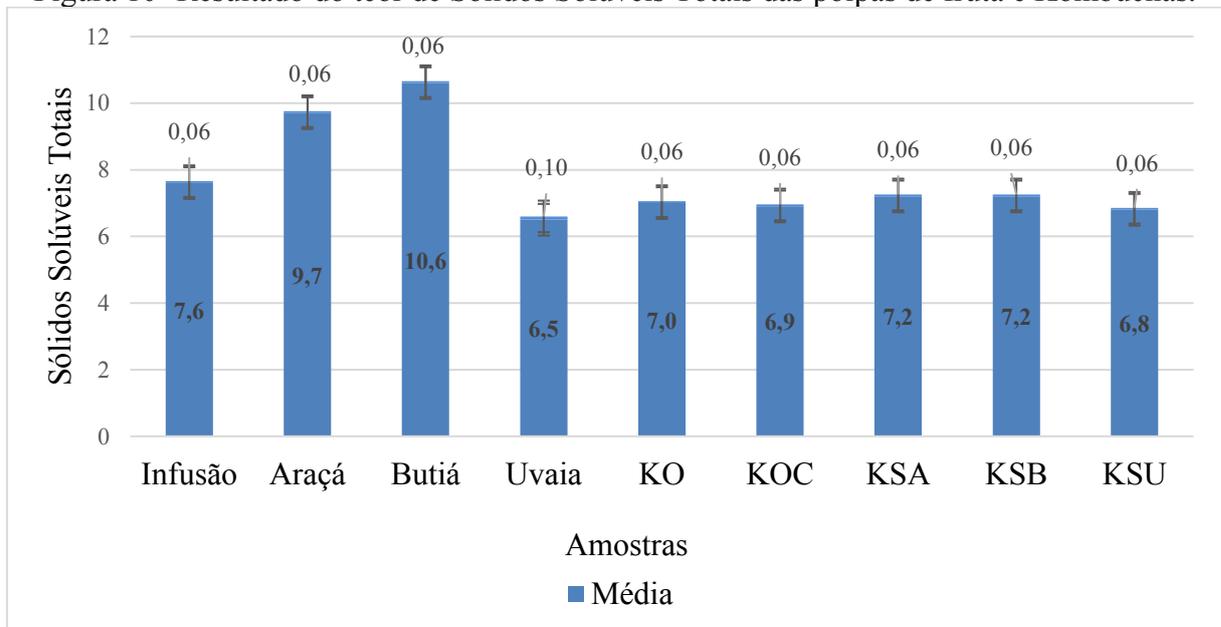
Podemos observar nos resultados de pH que a amostra de infusão apresentou o valor mais elevado de pH (6,19) e menor acidez. Isso era esperado, pois essa amostra não passou por fermentação. Ao longo dos sete primeiros dias da fermentação, para a obtenção da kombucha original, foi observado o aumento tanto do pH quanto da acidez ( $p < 0,05$ ). Já as amostras saborizadas obtidas da segunda fermentação, apresentaram valores de pH significativamente menores, com destaque para as amostras KSA (3,17), KSB (3,21) e KSU (3,22), resultando em maior acidez devido à adição das polpas de araçá-vermelho, butiá, e uvaia, respectivamente. Esses resultados corroboram com estudo realizado por Jayabalan et al. (2014) que sugere que a fermentação aumenta a acidez das bebidas devido à produção de ácidos orgânicos como ácido acético e ácido láctico.

Com relação a acidez total, foi possível observar que todas as amostras submetidas ao processo fermentativo estão de acordo com os padrões de qualidade estipulados pela IN 41 (Brasil, 2019), com valores entre 30 e 130 mEq/L. A amostra Infusão mostrou o menor valor de acidez (3,34 mEq/L), enquanto a amostra KSB (100,34 mEq/L) apresentou a maior acidez,

o que pode ser explicado pela interação entre os compostos presentes na polpa de butiá e o processo fermentativo, que favorece a produção de ácidos orgânicos. Esse aumento é consistente com o esperado, uma vez que frutas como butiá são reconhecidas por seu alto teor de ácidos naturais, o que pode ser intensificado durante a fermentação (Souza et al., 2018; Magro et al., 2006).

Já os valores de SST refletem a quantidade de açúcares e compostos solúveis presentes nas amostras. A amostra Infusão apresentou o valor mais elevado (7,6 °Brix), pois não passou por fermentação. A amostra de kombucha original apresentou redução ( $p < 0,05$ ) nos valores de SST (7,0 °Brix), devido ao consumo do açúcar na primeira etapa fermentativa. Por outro lado, a adição das polpas de frutas influenciou os valores de SST nas amostras fermentadas, sendo que as amostras KSA e KSB apresentaram valores de 7,2 °Brix, indicando que as polpas de araçá-vermelho e butiá contribuíram para o aumento deste parâmetro na segunda fermentação. Esses dados estão relacionados aos valores de SST das polpas dessas frutas, conforme apresentado na Figura 10. Em um estudo de bebidas fermentadas de abacaxi, acerola, maçã e melancia foi observado que os teores de SST após a fermentação variou entre 7,0 e 9,37 °Brix (Santos et al., 2021), revelando que os valores de SST é influenciada pela composição da fruta e pelos processos de fermentação.

Figura 10- Resultado do teor de Sólidos Solúveis Totais das polpas de fruta e Kombuchas.



Fonte: Próprio autor (2024). Infusão = chá (sem tratamento); KO = kombucha original que passou pela primeira fermentação; KOC = kombucha original controle, que passou pela segunda fermentação (sem adição de polpa de fruta); KSA = kombucha que passou pela segunda fermentação com adição de polpa de araçá-vermelho; KSB = kombucha que passou pela segunda fermentação com adição de polpa de butiá; KSU = kombucha que passou pela segunda fermentação com adição de polpa de uvaia. Dados representados pela média  $\pm$  desvio padrão das triplicatas.

Já a Tabela 2 fornece uma análise detalhada das características de cor das diferentes amostras, incluindo a infusão e variações de kombuchas (original e saborizadas). A cor foi avaliada através de cinco parâmetros: L\*, a\*, b\*, C\*, e h\*. O valor L\* representa a luminosidade, variando de preto (0) a branco (100). Os valores a\* e b\* indicam as dimensões verde-vermelha e azul-amarela, respectivamente. O parâmetro C\* representa a saturação, ou seja, a intensidade da cor, enquanto o h\* representa o Ângulo hue, que é a tonalidade da cor. Esses parâmetros são essenciais para entender como as fermentações e adições de frutas influenciam a aparência visual das bebidas, que pode ser um fator importante na aceitação do produto pelos consumidores.

Tabela 2- Resultados da análise de cor.

Amostra	L*	a*	b*	C*	h*
Infusão	49,2 ± 0,01 <sup>a</sup>	-1,2 ± 0,02 <sup>f</sup>	23,1 ± 0,04 <sup>a</sup>	23,1 ± 0,04 <sup>a</sup>	93,0 ± 0,05 <sup>c</sup>
K O	50,8 ± 0,02 <sup>a</sup>	-0 ± 0,02 <sup>b</sup>	15,2 ± 0,02 <sup>d</sup>	15,2 ± 0,02 <sup>d</sup>	90,1 ± 0,07 <sup>e</sup>
K O C	53,3 ± 0,02 <sup>a</sup>	-0,2 ± 0,01 <sup>c</sup>	15,7 ± 0,02 <sup>c</sup>	15,6 ± 0,02 <sup>c</sup>	90,6 ± 0,05 <sup>d</sup>
K S A	48,2 ± 0,01 <sup>a</sup>	5,1 ± 0,01 <sup>a</sup>	17,8 ± 0,04 <sup>b</sup>	18,5 ± 0,05 <sup>b</sup>	74,1 ± 0,04 <sup>f</sup>
K S B	53,3 ± 0,01 <sup>a</sup>	-0,8 ± 0,02 <sup>e</sup>	11,9 ± 0,04 <sup>e</sup>	11,9 ± 0,03 <sup>e</sup>	93,8 ± 0,06 <sup>a</sup>
K S U	53,6 ± 0,06 <sup>a</sup>	-0,6 ± 0,01 <sup>d</sup>	10,4 ± 0,03 <sup>f</sup>	10,5 ± 0,04 <sup>f</sup>	93,1 ± 0,08 <sup>b</sup>

Fonte: Próprio autor (2024). Infusão = chá (sem tratamento); KO = kombucha original que passou pela primeira fermentação; KOC = kombucha original controle, que passou pela segunda fermentação (sem adição de polpa de fruta); KSA = kombucha que passou pela segunda fermentação com adição de polpa de araçá-vermelho; KSB = kombucha que passou pela segunda fermentação com adição de polpa de butiá; KSU = kombucha que passou pela segunda fermentação com adição de polpa de uvaia. Dados representados pela média ± desvio padrão das triplicatas. Diferentes letras minúsculas sobrescritas (a, b, c, d, e, f) na mesma coluna representam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras.

As amostras apresentaram valores de L\* próximos a 50, variando de 48,2 (KSA) a 53,6 (KSU), sem diferença significativa entre as amostras.

As amostras KSA (5,1) e Infusão (-1,2) apresentaram os maiores contrastes no parâmetro de cor a\*, com a amostra KSA mostrando uma maior tendência à cor vermelha, devido à adição de araçá, que contém pigmentos responsáveis pelas colorações avermelhadas. De acordo com Pereira et al. (2017) e Terci (2004) as antocianinas são pigmentos naturais responsáveis pelas colorações vermelhas, azuis e roxas em flores e frutos, sendo compostos bioativos com propriedades antioxidantes e que são encontrados em diversas frutas, como araçá-vermelho, amora, jabuticaba e uva. Já a Infusão e as demais amostras de kombucha tenderam à cor verde, devido principalmente pela influência do chá verde. Pereira et al. (2009) relatam que a cor verde das infusões de chá é atribuída à clorofila e outros polifenóis presentes nas folhas. Por sua vez, Couto e Lima (2022) afirmam que o processo de

fermentação usado para produzir kombucha a partir do chá verde auxilia na preservação desses compostos.

Com relação ao parâmetro  $b^*$ , todas as amostras tenderam a cor amarela, com destaque para a infusão, com valores maiores ( $p < 0,05$ ). Em contrapartida, as amostras com adição de polpa de butiá (KSB, 11,9) e uvaia (KSU, 10,4) apresentaram valores menores de  $b^*$ , indicando uma redução na intensidade do amarelo, provavelmente devido à interação com os pigmentos naturais presentes nessas frutas. De acordo com Bianchini et al. (2020) e Oliveira et al. (2021) a uvaia e o butiá, respectivamente, apresentam compostos fenólicos e carotenoides que podem interagir com outros compostos químicos em meios fermentados reduzindo potencialmente a intensidade dos tons amarelados.

A amostra KSA apresentou um valor elevado de  $C^*$  (18,5), indicando maior intensidade de cor, o que está diretamente relacionada à adição de polpa de araçá-vermelho, que é uma fruta rica em pigmentos como antocianinas e carotenoides. Já o ângulo hue ( $h^*$ ), que indica a tonalidade predominante, mostrou uma ampla variação entre as amostras, com KSB apresentando o valor mais elevado (93,8), enquanto KSA apresentou o menor valor (74,1), refletindo diferentes tonalidades para as amostras, conforme pode ser visualizado na Figura 11.

Figura 11- Coloração das kombuchas após a segunda fermentação.



Fonte: Próprio autor (2024). KOC = kombucha original controle, que passou pela segunda fermentação (sem adição de polpa de fruta); KSA = kombucha que passou pela segunda fermentação com adição de polpa de araçá-vermelho; KSB = kombucha que passou pela segunda fermentação com adição de polpa de butiá; KSU = kombucha que passou pela segunda fermentação com adição de polpa de uvaia.

A Tabela 3 apresenta os dados de compostos fenólicos totais e a capacidade antioxidante (avaliada pelos métodos ABTS, DPPH e FRAP) das amostras de infusão (chá

sem fermentação) e das kombuchas obtidas após a primeira fermentação (KO) e segunda fermentação (KOC), sem a adição de polpa de fruta. Esses dados fornecem uma visão geral da evolução dos compostos fenólicos e da capacidade antioxidante ao longo das diferentes etapas do processo fermentativo da bebida.

Tabela 3 -Resultados das análises de compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante da infusão e das kombuchas obtidas ao longo das fermentações.

Amostra	Fenólicos (mg de ácido gálico/100mL)	ABTS ( $\mu\text{M}/\text{mLTEAC}$ )	DPPH ( $\mu\text{M}/\text{mLTEAC}$ )	FRAP ( $\mu\text{M}/\text{mLTEAC}$ )
Infusão	$65,50 \pm 5,20^a$	$8,14 \pm 0,38^a$	$6,06 \pm 0,68^b$	$0,43 \pm 0,04^a$
KO	$58,28 \pm 5,91^a$	$7,90 \pm 0,43^a$	$13,41 \pm 0,24^a$	$0,34 \pm 0,05^b$
KOC	$69,67 \pm 3,33^a$	$8,20 \pm 0,26^a$	$13,94 \pm 0,31^a$	$0,31 \pm 0,03^b$

Fonte: Próprio autor (2024). Infusão = chá (sem tratamento); KO = kombucha original que passou pela primeira fermentação; KOC = kombucha original controle, que passou pela segunda fermentação (sem adição de polpa de fruta). Dados representados pela média  $\pm$  desvio padrão das triplicatas. Diferentes letras minúsculas sobrescritas (<sup>a, b</sup>) na mesma coluna representam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras.

Com relação aos compostos fenólicos e a atividade antioxidante pelo método ABTS não foi possível observar diferença estatística entre as amostras, relevando que a fermentação não influenciou nestes resultados. Com relação à atividade antioxidante pelo método DPPH houve um aumento significativo neste parâmetro após a fermentação, com as amostras KO e KOC mostrando valores de  $13,41 \mu\text{M}/\text{mLTEAC}$  e  $13,94 \mu\text{M}/\text{mLTEAC}$ , respectivamente em comparação com  $6,06 \mu\text{M}/\text{mLTEAC}$  da infusão. Resultado semelhante foi observado por Mendonça et al. (2020) relatando que atividade antioxidante da kombucha aumentou durante a fermentação. Além disso, de acordo com Essawet et al. (2014) o método de eliminação de radicais DPPH tem sido amplamente utilizado para avaliar a capacidade antioxidante em amostras de kombucha mostrando que a atividade antioxidante melhora ao longo do tempo de fermentação. Morais et al. (2009) e Gramza-Michałowska et al. (2016) relatam que devido ao processo de fermentação geralmente aumentar as atividades biológicas dos componentes do chá, isso torna a kombucha uma alternativa de consumo potencialmente mais saudável às infusões de chá tradicionais.

Por outro lado, os dados de capacidade antioxidante pelo método FRAP, revelaram diferença estatística entre a infusão, que apresentou maior capacidade antioxidante ( $0,43 \mu\text{M}/\text{mLTEAC}$ ), em comparação com as amostras KO ( $0,34 \mu\text{M}/\text{mLTEAC}$ ) e KOC ( $0,31 \mu\text{M}/\text{mLTEAC}$ ).

A Tabela 4 apresenta os resultados dos compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante das kombuchas ao longo das fases da digestão *in vitro.*, incluindo fases gástrica e intestinal.

Os compostos fenólicos das kombuchas apresentaram os maiores valores antes da digestão, contudo não foram encontradas diferenças ( $p < 0,05$ ) entre as amostras KOC, KSA e KSB que apresentaram concentrações de fenólicos entre (70,78 mg e 69,39 mg de ácido gálico/100mL). Já a kombucha saborizada com uvaia (KSU) teve a menor concentração (56,89 mg/100mL), o que sugere que a adição de uvaia resultou em uma menor extração dos compostos fenólicos em comparação com outras frutas. De acordo com Wang et al. (2020) esse fato pode estar relacionado aos diferentes perfis fenólicos de cada fruta e como esses fenóis se comportam diante de um processo de biotransformação durante a fermentação. Em um estudo realizado por Crispino et al. (2024), que saborizaram a kombucha com frutas nativas amazônicas como cupuaçu, taperebá e bacuri, observaram valores de compostos fenólicos nas bebidas que variaram de  $38,3 \pm 0,93$  a  $33,40 \pm 1,60$  mg GAE.L<sup>-1</sup>.

Tabela 4 -Resultados das análises de compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante das Kombuchas após a segunda fermentação e ao longo das fases da digestão *in vitro.*

	Amostra	Fenólicos (mg de ácido gálico/100mL)	ABTS ( $\mu$ M/mLTEAC)	DPPH ( $\mu$ M/mLTEAC)	FRAP ( $\mu$ M/mLTEAC)
Controle	KOC	$69,67 \pm 3,33^{aA}$	$8,20 \pm 0,26^{abA}$	$13,94 \pm 0,31^{bA}$	$0,31 \pm 0,03^{aB}$
	KSA	$70,78 \pm 2,55^{aA}$	$7,97 \pm 0,05^{bA}$	$13,62 \pm 0,10^{bA}$	$0,35 \pm 0,07^{aB}$
	KSB	$69,39 \pm 5,36^{aA}$	$8,57 \pm 0,11^{aA}$	$14,48 \pm 0,14^{aA}$	$0,37 \pm 0,06^{aB}$
	KSU	$56,89 \pm 1,73^{bA}$	$7,85 \pm 0,23^{bA}$	$13,50 \pm 0,19^{bA}$	$0,33 \pm 0,04^{aB}$
Gástrica	KOC	$19,24 \pm 0,67^{abB}$	$1,76 \pm 0,03^{bB}$	$1,95 \pm 0,08^{aB}$	$0,57 \pm 0,06^{aA}$
	KSA	$20,72 \pm 0,68^{aB}$	$1,81 \pm 0,00^{aB}$	$1,97 \pm 0,02^{aB}$	$0,60 \pm 0,01^{aA}$
	KSB	$19,80 \pm 0,96^{abB}$	$1,82 \pm 0,01^{aB}$	$2,03 \pm 0,04^{aB}$	$0,58 \pm 0,05^{aA}$
	KSU	$18,41 \pm 0,65^{bB}$	$1,82 \pm 0,01^{aB}$	$2,00 \pm 0,03^{aB}$	$0,59 \pm 0,02^{aA}$
Intestinal	KOC	$11,16 \pm 0,17^{aC}$	$1,48 \pm 0,19^{abC}$	$1,16 \pm 0,02^{abC}$	$0,15 \pm 0,03^{aC}$
	KSA	$11,38 \pm 0,71^{aC}$	$1,63 \pm 0,19^{aC}$	$1,20 \pm 0,02^{aC}$	$0,12 \pm 0,04^{aC}$
	KSB	$9,63 \pm 0,42^{bC}$	$1,18 \pm 0,08^{bC}$	$1,06 \pm 0,01^{cC}$	$0,06 \pm 0,00^{bC}$
	KSU	$10,94 \pm 0,65^{abC}$	$1,22 \pm 0,02^{bC}$	$1,12 \pm 0,01^{bC}$	$0,10 \pm 0,01^{abC}$

Fonte: Próprio autor (2024). Infusão = chá (sem tratamento); KO = kombucha original que passou pela primeira fermentação; KOC = kombucha original controle, que passou pela segunda fermentação (sem adição de polpa de fruta); KSA = kombucha que passou pela segunda fermentação com adição de polpa de araçá-vermelho; KSB = kombucha que passou pela segunda fermentação com adição de polpa de butiá; KSU = kombucha que passou pela segunda fermentação com adição de polpa de uvaia. Dados representados pela média  $\pm$  desvio padrão das triplicatas. Diferentes letras minúsculas sobrescritas (<sup>a, b, c</sup>) na mesma coluna representam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras na mesma etapa do tratamento. Diferentes letras maiúsculas sobrescritas (<sup>A, B, C</sup>) representam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos para a mesma amostra.

À medida que as kombuchas passaram pela fase gástrica demonstraram uma redução expressiva ( $p < 0,05$ ) nos fenólicos totais em todas as amostras. A amostra KSA, com araçá, manteve a maior concentração de fenólicos (20,72 mg/100mL), enquanto KSU permaneceu com a menor concentração (18,41 mg/100mL). Watawana et al. (2015) também observaram uma redução significativa nos fenólicos totais de kombuchas submetidas à digestão gástrica. Esse declínio indica que a retenção de fenólicos é fortemente influenciada pelas condições gástricas e que a resistência dos compostos bioativos do araçá-vermelho ao ambiente gástrico foi maior, enquanto os da uvaia forma mais suscetíveis à degradação.

Na fase intestinal a redução dos compostos fenólicos totais continuou aumentando ( $p < 0,05$ ), sendo mais expressiva na kombucha saborizada com butiá. O processo digestivo envolve mudanças drásticas de pH e a ação de enzimas digestivas que provocam a desprotonação desses compostos, os quais são sensíveis a essas condições e acabam sendo degradados ou transformados em estruturas instáveis que estão sujeitas a hidrólise (Dantas et al., 2019; Leonarski et al., 2021).

Quanto à capacidade antioxidante, os resultados antes da digestão indicaram valores maiores para a amostra KBS avaliadas pelos métodos ABTS (8,57  $\mu\text{M}/\text{mL}$  TEAC) e DPPH (14,48  $\mu\text{M}/\text{mL}$  TEAC), indicando que o butiá contribui para a atividade antioxidante inicial da bebida. Em estudo realizado por Júnior et al. (2021) também foi observado um aumento da atividade antioxidante no ensaio DPPH com a adição das polpas de pitanga e umbu-cajá. De acordo com Jayabalan et al. (2014) e Villarreal-Soto et al. (2019) o uso de frutas pode contribuir para o aumento da atividade antioxidante da kombucha assim como pode ser potencializada devido ao processo fermentativo da bebida. Por outro lado, as amostras saborizadas com araçá-vermelho e uvaia não apresentaram diferenças significativas em relação à amostra controle (sem saborização).

No entanto, foi observada uma redução expressiva ( $p < 0,05$ ) nos resultados dos métodos ABTS e DPPH, ao logo da digestão *in vitro*, com menores valores registrados na fase intestinal, para todas as amostras de kombucha, indicando que após a digestão completa a quantidade de antioxidantes disponíveis é bastante limitada. Perfil semelhante para a atividade antioxidante (DPPH) foi observado por Vitas et al. (2020) após a digestão de kombuchas elaboradas com chá verde, chá preto e diferentes plantas medicinais. Por outro lado, os dados da análise do FRAP apresentaram um perfil diferente, com um aumento ( $p < 0,05$ ) dos valores de capacidade antioxidante na fase gástrica e posterior diminuição na fase intestinal

## 5 CONCLUSÃO

Os resultados dessa pesquisa revelaram o impacto da fermentação nos parâmetros físico-químicos da kombucha, indicando que o processo também foi capaz de melhorar a capacidade antioxidante (DPPH) da bebida obtida. Além disso, a adição das frutas nativas na etapa na saborização impactou a cor das bebidas, em especial aquelas adicionadas de araçá-vermelho, bem como contribuiu para o aumento da capacidade antioxidante, determinada pelos métodos DPPH e ABTS, nas amostras contendo butiá. No entanto, todas as amostras de kombucha apresentaram uma redução dos valores de compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante durante as fases de digestão simulada.

Em conclusão, a kombucha se destaca como uma bebida com potencial para oferecer benefícios à saúde, especialmente quando combinada com ingredientes que enriquecem seu perfil antioxidante. A compreensão dos efeitos da fermentação e da digestão sobre a composição da kombucha é essencial para otimizar suas propriedades funcionais e promover seu consumo consciente. Futuros estudos devem focar na exploração de diferentes combinações de frutas, alteração da composição química ao longo do período de armazenamento, na análise de suas interações durante a fermentação e digestão, além de análises sensoriais, visando maximizar os benefícios nutricionais e a aceitação do produto pelos consumidores.

## REFERÊNCIAS

- ALKALTHAM, M. S.; USLU, N.; ÖZCAN, M. M.; SALAMATULLAH, A. M.; AHMED, I. A. M.; HAYAT, K. Effect of drying process on oil, phenolic composition and antioxidant activity of avocado (cv. Hass) fruits harvested at two different maturity stages. *LWT - Food Science and Technology*, v. 148, 2021. 111716. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111716>. Acesso em: 07 set. 2023.
- ANDRESON, M; KAZANTSEVA, J; KULDJÄRV, R; MALV, E; VAIKMA, H; KALEDA, A; KÜTT, M; VILU, R. Characterisation of chemical, microbial and sensory profiles of commercial kombuchas. *International Journal of Food Microbiology*, v. 373, 2022. 109715. ISSN 0168-1605. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109715>. Acesso em: 07 set. 2023.
- ARNOSO, B. J. de M; COSTA, G.B.S da; SCHMIDT, B. Biodisponibilidade e classificação de compostos fenólicos. *Nutrição Brasil*, v. 18, n. 1, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.33233/NB.V18I1.1432>. Acesso em: 07 out. 2023
- AYED, L.; ABID, S. Ben; HAMDÍ, M. Desenvolvimento de uma bebida a partir de suco de uva vermelha fermentado com o consórcio Kombucha. *Annals of Microbiology*, v. 67, p. 111–121, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13213-016-1242-2>. Acesso em: 27 set. 2024.
- BENZIE, I.F.F.; STRAIN, J.J. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, v. 239, p. 70–76, 15 jul. 1996. Acesso em: 27 set. 2023.
- BIANCHINI, C.B. Potencial da polpa de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) como ingrediente com alegação de propriedades funcionais em iogurte sem lactose. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Florianópolis, 2020b. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/216336>. Acesso em: 07 nov. 2023.
- BIANCHINI, C.B.; ARRIOLA, N.D.A.; SERAGLIO, S. K.T.; COSTA, A. C. O.; RIBEIRO, D. H.; KOMATSU, R.A.; DALAZEN, B.D.; AMBONI, R.D.M.C.; FRITZEN-FREIRE, C.B. Influência da pasteurização nas características químicas, físicas e microbiológicas da polpa de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess). *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.5192>. Acesso em: 05 out. 2024.
- BOURSCHEID, K. *Butia eriospatha* – butiá-da-serra. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul. *MMA: Brasília*, p.156-158, 2011. Disponível em: [https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biodiversidade1/Regiao\\_Sul.pdf](https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biodiversidade1/Regiao_Sul.pdf). Acesso em: 07 nov. 2023
- BRAND-WILLIAMS, W.; BERSET, C. Use of a free radical method to assess antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5). Acesso em: 16 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 41, de 17 de setembro de 2019: Estabelece Padrão de Identidade e Qualidade da Kombucha. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-define-padroes-de-qualidade-e-identidade-da-kombucha>. Acesso em: 03 ago. 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 271, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para açúcares e produtos para adoçar. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 29 ago. 2005. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0271\\_22\\_09\\_2005.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0271_22_09_2005.html). Acesso em: 15 mai. 2023.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). *Guia para avaliação de alegação de propriedade funcional e de saúde para substâncias bioativas presentes em alimentos e suplementos alimentares* - Guia nº 55/2021 – versão 1, de 25/11/2021. Disponível em: [https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6358888/Guia+55\\_2021\\_vers%C3%A3o+1+de+25+11+2021.pdf/3e7d36b7-c14f-4feb-8028-041fb2fe78ac](https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6358888/Guia+55_2021_vers%C3%A3o+1+de+25+11+2021.pdf/3e7d36b7-c14f-4feb-8028-041fb2fe78ac). Acesso em: 15 ago. 2023.

BUENO, S.M.; LOPES, M.R.V.; GRACIANO, R.A.S.; FERNANDES, E.C.B.; GARCIA-CRUZ, C.H. Avaliação da qualidade de polpas de frutas congeladas. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 61, n. 2, p. 121-126, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.18241/rial.v61i2.34996>. Recuperado de <https://docs.bvsalud.org/biblioref/ses-sp/2002/ses-170/ses-170-4312.pdf>. Acesso em: 07 set. 2023.

CARDOSO, S.B; BUSFIELD, I.C; STEINER, E; DE OLIVEIRA ROSA, T.R. Avaliação física, química e antimicrobiana da Kombucha Probiótico (*Medusomyces gisevii Lindau*) e análise comparativa com outros probióticos comercializados no Brasil. *Nutrição Brasil*, v. 17, n. 1, p. 2-8, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.33233/nb.v17i1.662>. Acesso em: 02 nov. 2023.

CARDOSO, R.R; NETO, R.O.; D'ALMEIDA, C.T.S; NASCIMENTO, T.P; PRESSETE, C.G; AZEVEDO, L; MARTINO, H.S.D; CAMERON, L.C; FERREIRA, M.S.L; BARROS, F.A.R. Kombuchas from green and black teas have different phenolic profile, which impacts their antioxidant capacities, antibacterial and antiproliferative activities. *Food Research International*, v. 128, 2020. 108782. ISSN 0963-9969. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108782>. Acesso em: 07 jun. 2024.

CAVANHOLI, M.G. Efeito da diminuição do pH do mosto e da adição de metabissulfito de potássio nos parâmetros físico-químicos, de cor, composição fenólica e atividade antioxidante de fermentados de araçá-vermelho (*Psidium cattleianum Sabine*). 2023. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Florianópolis, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/257034>. Acesso em: 15 jun. 2023.

CHAKRAVORTY, S; BHATTACHARYA, S; CHATZINOTAS, A; CHAKRABORTY, W; BHATTACHARYA, D; GACHHUI, R. Kombucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics. *International Journal of Food Microbiology*, v. 220, p. 63-72, 2016. ISSN 0168-1605. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.12.015>. Acesso em: 07 jul. 2023.

CHAKRAVORTY, S; BHATTACHARYA, S; BHATTACHARYA, D; SARKAR, S; GACHHUI, R. Kombucha: A Promising Functional Beverage Prepared From Tea. In: GRUMEZESCU, Alexandru Mihai; HOLBAN, Alina Maria (org.). *Non-Alcoholic Beverages*. Woodhead Publishing, 2019. p. 285-327. ISBN 9780128152706. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815270-6.00010-4>. Acesso em: 07 jun. 2023.

CHANDRAKALA, S.K.; LOBO, R.O; DIAS, F.O. Kombucha (Bio-Tea): An Elixir for Life? In: GRUMEZESCU, Alexandru Mihai; HOLBAN, Alina Maria (org.). *Nutrients in Beverages*. Academic Press, 2019. p. 591-616. ISBN 9780128168424. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816842-4.00016-2>. Acesso em: 18 abr. 2023.

CHEN, C.; LIU, B. Y. Alterações nos principais componentes dos metabólitos do fungo do chá durante a fermentação prolongada. *Journal of Applied Microbiology*, v. 89, n. 5, p. 834–839, 1 nov. 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2000.01188.x>. Acesso em: 07 ago. 2023.

CHEN, N; HAN, B; FAN, X; CAI, F; REN, F; XU, M; ZHONG, J; ZHANG, Y; REN, D; YI, L. Uncovering the antioxidant characteristics of black tea by coupling in vitro free radical scavenging assay with UHPLC–HRMS analysis. *Journal of Chromatography B*, v. 1145, 2020. 122092. ISSN 1570-0232. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2020.122092>. Acesso em: 15 ago. 2023.

CHEN, D; CHEN, G; DING, Y; WAN, P; PENG, Y; CHEN, C; YE, H; ZENG, X; RAN, L. Polysaccharides from the flowers of tea (*Camellia sinensis* L.) modulate gut health and ameliorate cyclophosphamide-induced immunosuppression. *Journal of Functional Foods*, v. 61, 2019. 103470. ISSN 1756-4646. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103470>. Acesso em: 07 nov. 2023.

CHEN, D; DING, Y; CHEN, G; SUN, Y; ZENG, X; YE, H. Components identification and nutritional value exploration of tea (*Camellia sinensis* L.) flower extract: Evidence for functional food. *Food Research International*, v. 132, 2020. 109100. ISSN 0963-9969. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109100>. Acesso em: 18 ago. 2023.

CHEN, L; LIU, F; YANG, Y; TU, Z; LIN, J; YE, Y; XU, P. Oxygen-enriched fermentation improves the taste of black tea by reducing the bitter and astringent metabolites. *Food Research International*, v. 148, 2021. 110613. ISSN 0963-9969. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110613>. Acesso em: 20 ago. 2023.

CHEN, S; WANG, C-Y; TSAI, C-Y; YANG, I-C; LUO, S-J; CHUANG, Y-K. Fermentation quality evaluation of tea by estimating total catechins and theanine using near-infrared spectroscopy. *Vibrational Spectroscopy*, v. 115, 2021. 103278. ISSN 0924-2031. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vibspec.2021.103278>. Acesso em: 18 ago. 2023.

CHU, S-C; CHEN, C. Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of kombucha. *Food Chemistry*, v. 98, n. 3, p. 502-507, 2006. ISSN 0308-8146. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.080>. Acesso em: 26 ago. 2024.

CLERICI, M.; CARVALHO-SILVA, L. Compostos bioativos nutricionais e aspectos tecnológicos de frutas menores cultivadas no Brasil. *Food Research International*, v. 44, p. 1658-1670, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.04.020>. Acesso em: 27 set. 2024.

COELHO, R.M.D; ALMEIDA, A.L; AMARAL, R.Q.G; MOTA, R.N; SOUSA, P.H.M.. Kombucha: Review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, v. 22, 2020. 100272. ISSN 1878-450X. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100272>. Acesso em: 07 jul. 2023.

COTON, M; PAWTOWSKI, A; TAMINIAU, B; BURGAUD, G; DENIEL, F; COULLOUMME-LABARTHE, L; FALL, A; DAUBE, G; COTON, E. Desvendando a ecologia microbiana de fermentações de Kombucha em escala industrial por meio de metabarcodificação e métodos baseados em cultura. *FEMS Microbiology Ecology*, v. 93, n. 5, maio 2017. fix048. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/femsec/fix048>. Acesso em: 13 jul. 2023.

COUTO, G.O. e LIMA, C. P. de. Determinação de compostos fenólicos totais do chá verde e chá preto não fermentados e suas respectivas kombuchas. *Cadernos da Escola de Saúde*, v. 20, n. 2, p. 21-30, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.25192/issn.1984-7041.v20i25918>. Acesso em: 05 out. 2024.

CRISPINO, A.C.S.; SILVA, L.F.D.A.; LIMA, M.F.T.; OLIVEIRA, J.A.R. Desenvolvimento de kombuchas aromatizadas com frutas amazônicas: avaliação de compostos bioativos e capacidade antioxidante. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 96, supl. 1, e20230356, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202420230356>. Acesso em: 16 out. 2024.

CRUM, H; LAGORY, A. The big book of kombucha: brewing, flavoring, and enjoying the health benefits of fermented tea. Illustrated. *Hachette UK*. 2016. Storey Publishing. ISBN 978-1612124339. 400 p. Acesso em: 16 out. 2023.

CRUZ, S.R.C. *Estudos físico-químicos de kombucha fermentada em três tipos de açúcares (cristal, demerara e mascavo)*. 2023. 41 f., il. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Farmácia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2023. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/38648>. Acesso em: 07 set. 2024.

DA COSTA AMARAL, S; ROUX, D; CATON, F; RINAUDO, M; BARBIERI, S.F; SILVEIRA, J.L.M. Extraction, characterization and gelling ability of pectins from Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) fruits. *Food Hydrocolloids*, v. 121, 2021. 106845. ISSN 0268-005X. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106845>. Acesso em: 14 set. 2023.

DA SILVA, A.P.G.; ESPINDOLA, I.C.; MIGUEL, A.C.A.; SPRICIGO, P.C.; SARTORI, S.; JACOMINO, A.P. Postharvest storage of two accessions of uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) at room temperature. *Acta Horticulturae*, v. 1194, p. 959–964, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1194.136>. Acesso em: 16 nov. 2023.

DA SILVA, A.P.G; SPRICIGO, P.C; PURGATTO, E; ALENCAR, S.M; SARTORI, S.F; JACOMINO, A.P. Chemical composition, nutritional value and bioactive compounds in six uvaia accessions. *Food Chemistry*, v. 294, p. 547-556, 2019. ISSN 0308-8146. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.121>. Acesso em: 16 nov. 2023.

DACOREGGIO, M.V; SANTETTI, G.S; INÁCIO, H.P; KEMPKA, A.P; AMBONI, R.D.M.C. Uma revisão abrangente de *Eugenia pyriformis* Cambess: bioatividades e efeitos na saúde relatados. *Food Reviews International*, v. 39, p. 2477-2491, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1958226>. Acesso em: 15 nov. 2023.

DANIELA, G.; ELIAS, R.; SILVA, M.; WALTERS, C.; GUERRA, M.; STEINER, N. Ferramentas de biotecnologia para germinação e preservação de embriões de *Butia eriostpatha* (*Arecaceae*). 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1292996/v1>. Acesso em: 27 set. 2024.

DANTAS, A.M; MAFALDO, Í.M; OLIVEIRA, P.M.L; LIMA, M.S; MAGNANI, M.; BORGES, G.S.C. Bioaccessibility of phenolic compounds in native and exotic frozen pulps explored in Brazil using a digestion model coupled with a simulated intestinal barrier. *Food Chemistry*, v. 274, p. 202–214, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.comida.2019.125630>. Acesso em: 16 set. 2024.

DE PAULO FARIAS, D; NERI-NUMA, I.A; ARAÚJO, F.F; PASTORE, G.M. A critical review of some fruit trees from the Myrtaceae family as promising sources for food applications with functional claims. *Food Chemistry*, v. 306, 2020. 125630. ISSN 0308-8146. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125630>. Acesso em: 16 nov. 2023.

DENARDIN, C.C.; HIRSCH, G.E.; DA ROCHA, R.F.; VIZZOTTO, M; HENRIQUES, A.T.; MOREIRA, J.C.F.; GUMA, F.T.C.R.; EMANUELLI, T. Antioxidant capacity and bioactive compounds of four Brazilian native fruits. *Journal of Food and Drug Analysis*, v. 23, n. 3, p. 387-398, set. 2015. ISSN 1021-9498. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2015.01.006>. Acesso em: 20 out. 2023.

DONADO-PESTANA, C.M.; MOURA, M.H.C.; ARAUJO, R.L.; SANTIAGO, G.L.; BARROS, H.R.M.; GENOVESE, M. Polyphenols from Brazilian native Myrtaceae fruits and their potential health benefits against obesity and its associated complications. *Current Opinion in Food Science*, v. 19, p. 42-49, 2018. ISSN 2214-7993. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.01.001>. Acesso em: 20 out. 2023

DOS SANTOS PEREIRA, E; VINHOLES, J; FRANZON, R.C.; DALMAZO, G; VIZZOTTO, M.; NORA, L. *Psidium cattleianum* fruits: A review on its composition and bioactivity. *Food Chemistry*, v. 258, p. 95-103, 2018. ISSN 0308-8146. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.024>. Acesso em: 21 out. 2023.

DUARTE, M.R.; MENARIM, D.O. Morfodiagnose da anatomia foliar e caulinar de *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, Theaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 16, p. 545-551, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2006000400018>. Acesso em: 28 out. 2023.

DUFRESNE, C.; FARNWORTH, E. Tea, Kombucha, and health: a review. *Food Research International*, v. 33, n. 6, p. 409-421, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(00\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00067-3). Acesso em: 28 mai. 2023.

EMILJANOWICZ, K.E; MALINOWSKA-PAŃCZYK, E. Kombucha from alternative raw materials – The review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 60, n. 19, p. 3185–3194, 2019. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1679714>. Acesso em: 28 mai. 2023.

ESSAWET, N.; CVETKOVIĆ, D; VELIĆANSKI, A.S.; CANADANOVIC-BRUNET, J; VULIĆ, J.J.; MAKSIMOVIĆ, V.M.; MARKOV, S.L. Polifenóis e atividades antioxidantes da bebida kombuchá enriquecida com extrato de Coffeeberry®. *Indústria Química e Engenharia Química Trimestralmente*, v. 21, p. 399-409, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.2298/CICEQ140528042E>. Acesso em: 15 out. 2024.

FABRICIO, M.F.; MANN, M.B; KOTHE, C.I.; FRAZZON, J; TISCHER, B; FLÔRES, S.H.; AYUB, M.A.Z.. Effect of freeze-dried kombucha culture on microbial composition and assessment of metabolic dynamics during fermentation. *Food Microbiology*, v. 101, p. 103889, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2021.103889>. Acesso em: 18 mai. 2023.

FARIAS, T.; SANCHES, N.; PETRUS, R. As incríveis frutas nativas brasileiras. *Revisões Críticas em Ciência dos Alimentos e Nutrição*, p. 1-18, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2212388>. Acesso em: 27 set. 2024.

FORTUNE BUSINESS INSIGHTS. The global kombucha market size stood at USD 1.84 billion in 2019 and is projected to reach USD 10.45 billion by 2027, exhibiting a CAGR of 23.2% during the forecast period, pp. 2020–2027. Disponível em: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/kombucha-market-100230>. Acesso em: 18 abr. 2023.

FRANCO, G. Tabela de composição química de alimentos. 9. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2001. 324 p. ISBN 9788573791341. Acesso em: 16 out. 2023.

FREITAS, A.K.N.; SOUSA, P.H.M.; WURLITZER, N.J. Matérias-primas alternativas na produção de kombucha. *Jornal Internacional de Gastronomia e Ciência Alimentar*, v. 30, p. 100594, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100594>. Acesso em: 22 abr. 2023.

GAGGIÀ, F.; BAFFONI, L.; GALIANO, M.; NIELSEN, D. S.; JAKOBSEN, R. R.; CASTRO-MEJÍA, J. L.; BOSI, S.; TRUZZI, F.; MUSUMECI, F.; DINELLI, G.; DI GIOIA, D. Kombucha beverage from green, black and rooibos teas: a comparative study looking at microbiology, chemistry and antioxidant activity. *Nutrients*, v. 11, p. 1-22, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu11010001>. Acesso em: 28 abr. 2023.

- GOMES, R.J.; BORGES, M.F.; ROSA, M.F.; CASTRO-GOMEZ, R.J.; SPINOZA, W.A. Acetic acid bacteria in the food industry: Systematics, characteristics and applications. *Food Technology and Biotechnology*, v. 56, n. 2, p. 139– 151, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.17113/ftb.56.02.18.5593>. Acesso em: 25 nov. 2023
- GRAMZA-MICHAŁOWSKA, A; KULCZYŃSKI, B; XINDI, Y; GUMIENNA, M. Pesquisa sobre o efeito do tempo de cultura na capacidade antiradical e no valor sensorial da bebida de chá kombuchá. *Acta Scientiarum Polonorum. Tecnologia Alimentar*, v. 15, n. 4, p. 447-457, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2016.4.43>. Acesso em: 15 out. 2024.
- GREENWALT, C. J.; STEINKRAUS, K. H.; LEDFORD, R. A. Kombucha, the fermented tea: microbiology, composition, and claimed health effects. *Journal of Food Protection*, v. 63, n. 7, p. 976-981, 2000. ISSN 0362-028X. Disponível em: <https://doi.org/10.4315/0362-028X-63.7.976>. Acesso em: 20 abr. 2023.
- GWOZDZ, EP; VENDRÚSCULO, MJD; MENOSSO, LH; TASCA, HC; MACHADO, YM; STACHELSKI, VA; ZANNONI, SP; PERUZZOLO, M.; CENI, G.C.; COLET, R.; ZENI, J.; BACKES, GT Propriedades nutritivas e bioativas do araçá (*Psidium Cattleianum Sabine*). *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, [S. l.], v. e59011125424, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i1.25424. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25424>. Acesso em: 27 set. 2024.
- HARRISON, K.; CURTIN, C. Microbial composition of SCOBY starter cultures used by commercial kombucha brewers in North America. *Microorganisms*, v. 9, p. 1-21, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/microorganisms9051060>. Acesso em: 24 abr. 2023.
- IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*, 4. ed., Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, 2008. 1020 p. Acesso em: 24 set. 2023.
- IVANIŠOVÁ, E.; MEŇHARTOVÁ, K.; TERENTJEVA, M.; GODOČÍKOVÁ, L.; ÁRVAY, J.; KAČÁNIOVÁ, M. Kombucha tea beverage: microbiological characteristic, antioxidant activity, and phytochemical composition. *Acta Alimentaria*, v. 48, n. 3, p. 324-331, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1556/066.2019.48.3.7>. Acesso em: 12 jun. 2023.
- JACOMINO, A. P.; SILVA, A. P. G.; FREITAS, T. P. de; PAULA MORAIS, V. S. Uvaia— *Eugenia pyriformis* Cambess. In: PREECE, R. (Ed.). Exotic fruits. *Elsevier*, 2018. p. 435-438. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00058-7>. Acesso em: 19 set. 2023
- JAKUBCZYK, K.; KAŁDUŃSKA, J.; KOCHMAN, J.; JANDA, K. Chemical profile and antioxidant activity of the kombucha beverage derived from white, green, black and red tea. *Antioxidants*, v. 9, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/antiox9050447>. Acesso em: 12 set. 2023
- JAKUBCZYK, K.; PIOTROWSKA, G.; JANDA, K. Características e composição bioquímica do kombuchá – chá fermentado. *Medycyna Ogólna e Nauki o Zdrowiu*, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.26444/monz/118887>. Acesso em: 26 set. 2024.

JANUÁRIO, J.G.B.; MOREIRA, B.R; PARAISO, C.M; MIZUTA, A.G; MADRONA, G.S. Kombuchá à base de *Hibiscus sabdariffa* L: avaliação tecnológica para produção de uma nova bebida. *Brazilian Journal of Development*, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n1-264>. Acesso em: 15 nov. 2023.

JAYABALAN, R.; WAISUNDARA, V. Y. Kombucha as a functional beverage. In: GRUMEZESCU, A. M.; HOLBAN, A. M. (Ed.). *Functional and medicinal beverages*. Academic Press, 2019. p. 413-446. ISBN 9780128163979. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816397-9.00012-1>. Acesso em: 10 ago. 2023.

JAYABALAN, R.; MALBAŠA, R. V.; LONČAR, E. S.; VITAS, J. S.; SATHISHKUMAR, M.A Review on kombucha tea—microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 13, n. 4, p. 538-550, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12073>. Acesso em: 18 abr. 2023.

JÚNIOR, J.C.S; MAGNANI, M.; COSTA, W.K.A.; MADRUGA, M.S.; OLEGÁRIO, L.S; BORGES, G.S.C; DANTAS, A.M; LIMA, M.S; LIMA, L.C; BRITO, I.L; CORDEIRO, A.M.T.M. Traditional and flavored kombuchas with pitanga and umbu-cajá pulps: Chemical properties, antioxidants, and bioactive compounds. *Food Bioscience*, v. 44, parte A, 2021. 101380. ISSN 2212-4292. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101380>. Acesso em: 07 set. 2024.

KAPP, J. M.; SUMNER, W. Kombucha: a systematic review of the empirical evidence of human health benefit. *Annals of Epidemiology*, v. 30, p. 66-70, 2019. ISSN 1047-2797. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2018.11.001>. Acesso em: 12 abr. 2023

KIM, J.; ADHIKARI, K. Current trends in kombucha: marketing perspectives and the need for improved sensory research. *Beverages*, v. 6, n. 1, p. 15, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/beverages6010015>. Acesso em: 22 out. 2023

KODAGODA, K. H. G. K.; WICKRAMASINGHE, I. Benefícios para a saúde do chá verde e preto: uma revisão. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, v. 4, n. 7, p. 237-217, jul. 2017. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.4.7.16>. Acesso em: 12 ago. 2023

KOMBUCHA BREWERS INTERNATIONAL. Kombucha Brewers International. 2023. Disponível em: <<https://kombuchabrewers.org/>>. Acesso em: 27 ago. 2023

KUMAR, V.; JOSHI, V. K. Kombucha: technology, microbiology, production, composition and therapeutic value. *International Journal of Food Fermentation Technology*, v. 6, p. 13, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5958/2277-9396.2016.00022.2>. Acesso em: 05 nov. 2023

LAAVANYA, D.; SHIRKOLE, S.; BALASUBRAMANIAN, P. Current challenges, applications and future perspectives of SCOBY cellulose of Kombucha fermentation. *Journal of Cleaner Production*, v. 295, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126454>. Acesso em: 14 nov. 2023

- LEONARSKI, E.; CESSA, K.; BORGES, O. M.; DE OLIVEIRA, D.; POLETTO, P. Fermentação típica do kombuchá: avaliação cinética da bebida e caracterização morfológica da celulose bacteriana. *Revista de Processamento e Conservação de Alimentos*, v. 45, n. 12, p. e16100, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jfpp.16100>. Acesso em: 21 set. 2023
- LEONARSKI, E.; GUIMARÃES, A. C.; CESSA, K.; POLETTO, P. Production process and characteristics of kombucha fermented from alternative raw materials. *Food Bioscience*, v. 49, p. 101841, 2022. ISSN 2212-4292. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101841>. Acesso em: 02 set. 2023
- LIMA, J. D.; MAZZAFERA, P.; MORAES, W. D. S.; SILVA, R. B. D. Chá: aspectos relacionados à qualidade e perspectivas. *Ciência Rural*, v. 39, p. 1258-1266, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000026>. Acesso em: 27 ago. 2023
- LIMA, A. S.; MAIA, D. V.; HAUBERT, L.; OLIVEIRA, T. L.; FIORENTINI, A. M.; ROMBALDI, C. V. et al. Action mechanism of araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) hydroalcoholic extract against *Staphylococcus aureus*. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie - Food Science and Technology*, v. 119, p. 108884, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108884>. Acesso em: 17 ago. 2023
- LIU, Y.; ZHENG, Y.; YANG, T.; REGENSTEIN, J. M.; ZHOU, P. Functional properties and sensory characteristics of kombucha analogs prepared with alternative materials. *Trends in Food Science e Technology*, v. 129, p. 608-616, 2022. ISSN 0924-2244. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.11.001>. Acesso em: 29 ago. 2023
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. D.; COSTA, J. T. M.; CERQUEIRA, L. S. C. D.; FERREIRA, E. J. L. Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas. *Plantarum*, 2004. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/35943>. Acesso em: 20 set. 2023
- LORENZI, H.; NOBLICK, L.; KAHN, F.; FERREIRA, E. J. L. Flora Brasileira: *Arecaceae* (Palmeiras). *Nova Odessa: Instituto Plantarum*, 2010. 367 p. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/35944>. Acesso em: 17 out. 2023
- MALBAŠA, R; LONČAR, E.S.; DJURIĆ, M; DOŠENOVIĆ, I.S. Efeito da concentração de sacarose nos produtos da fermentação do kombuchá no melaço. *Química Alimentar*, v. 108, n. 3, p. 926-932, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.11.069>. Acesso em: 07 nov. 2023
- MARSH, A. J.; O'SULLIVAN, O.; HILL, C.; ROSS, R. P.; COTTER, P. D. Sequence-based analysis of the bacterial and fungal compositions of multiple kombucha (tea fungus) samples. *Food Microbiology*, v. 38, p. 171-178, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.09.003>. Acesso em: 19 out. 2023
- MARTIN, J. G. P.; ROCHA, A. R. F. da S.; VENTURIM, B. C.; DUQUE-RODRÍGUEZ, A. D. Bebidas não alcoólicas fermentadas. In: MARTIN, J. G. P.; LINDNER, J. de D. (Ed.). *Microbiologia de alimentos fermentados*. 1. ed. São Paulo: Editora *Blucher*, 2022. p. 587-652. Acesso em: 12 set. 2023

MARTÍNEZ LEAL, J.; VALENZUELA SUÁREZ, L.; JAYABALAN, R.; HUERTA OROS, J.; ESCALANTE-ABURTO, A. Uma revisão sobre os benefícios para a saúde dos compostos nutricionais e metabólitos do kombuchá. *CyTA - Journal of Food*, v. 16, n. 1, p. 390-399, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1410499>. Acesso em: 15 out. 2024.

MAY, A.; NARAYANAN, S.; ALCOCK, J.; VARSANI, A.; MALEY, C.; AKTIPIS, C. Kombucha: um novo sistema modelo para cooperação e conflito em um complexo ecossistema microbiano de várias espécies. *PeerJ*, v. 7, e7565, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.7717/peerj.7565>. Acesso em: 05 ago. 2023

MEDINA, A. L.; HAAS, L. I. R.; CHAVES, F. C.; SALVADOR, M.; ZAMBAZI, R. C.; DA SILVA, W. P. et al. Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) fruit extracts with antioxidant and antimicrobial activities and antiproliferative effect on human cancer cells. *Food Chemistry*, v. 128, n. 4, p. 916-922, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.119>. Acesso em: 25 ago. 2023

MENDONÇA, G.R; PEREIRA, A.L.F; FERREIRA, A.G.N; NETO, M.S; DUTRA, R.P; ABREU, V.K.G. Propriedades antioxidantes e efeitos antimicrobianos da kombucha: revisão da evidência científica. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v. 22, n. 4, p. 244-251, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21527/2176-7114.2020.40.244-251>. Acesso em: 15 out. 2024.

MEREGALLI, M.M.; PUTON, B.M.S.; CÂMERA, F.D'M; AMARAL, A.U.; ZENI, J; CANSIAN, R.L; MIGNONI, M.L; BACKES, G.T. Conventional and ultrasound-assisted methods for extraction of bioactive compounds from red araçá peel (*Psidium cattleianum* Sabine). *Arabian Journal of Chemistry*, v. 13, n. 6, p. 5800-5809, jun. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.04.017>. Acesso em: 07 out. 2023

MORAIS, S.M.; CAVALCANTI, E.S.B.; COSTA, S.M.O.; AGUIAR, L. Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. *Revista Brasileira de Farmacognosia - Brazilian Journal of Pharmacognosy*, v. 19, p. 315-320, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2009000200023>. Acesso em: 15 out. 2024.

MORENO-JIMÉNEZ, M. R.; ROCHA-GUZÁN, N. E.; JOSÉ GUADALUPE, R.-Q.; ROJAS-CONTRERAS, J. A.; GALLEGOS-INFANTE, J. A. Polyphenolic profile, sugar consumption and organic acids generation along fermentation of infusions from guava (*Psidium guajava*) by the kombucha consortium. *Recent Research in Science and Technology*, v. 16, p. 16–22, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.25081/rrst.2018.10.3399>. Acesso em: 27 nov. 2023

MOURA, A.B. Monitoramento do processo fermentativo da kombucha de chá mate. 2019. *Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Nutrição)* – Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/33633>. Acesso em: 13 out. 2023

NAGALAKSHMI, S. Tea: an appraisal of processing methods and products. In: CHAKRAVERTY, A.; MUJUMDAR, A. S.; RAGHAVAN, G. S. V.; RAMASWAMY, H. S. (Eds.). *Handbook of postharvesting technology: cereals, fruits, vegetables, tea, and spices*. New York: Marcel Dekker, 2003. p. 741-778. Acesso em: 28 set. 2023

NASCIMENTO, L.C; LIMA, M. Influência de diferentes fontes de açúcar sobre as propriedades físicas do kombucha. *Processos de Engenharia Química Blucher*, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5151/COBECIC2019-ETA48>. Acesso em: 07 set. 2024.

NEFFE-SKOCIŃSKA, K.; SIONEK, B.; ŚCIBISZ, I.; KOŁOŻYN-KRAJEWSKA, D. Conteúdos ácidos e o efeito da condição de fermentação de bebidas de chá de kombucha nas propriedades físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. *CyTA - Journal of Food*, v. 15, n. 4, p. 601-607, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1321588>. Acesso em: 03 out. 2023

NGUYEN, N. K.; DONG, N. T. N.; NGUYEN, H. T.; LE, P. H. Lactic acid bacteria: promising supplements for enhancing the biological activities of kombucha. *SpringerPlus*, v. 4, p. 1-6, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40064-015-0872-3>. Acesso em: 02 nov. 2023

OGAWA, N; SATSU, H; WATANABE, H; FUKAYA, M; TSUKAMOTO, Y; MIYAMOTO, Y; SHIMIZU, M. O ácido acético suprime o aumento da atividade da dissacaridase que ocorre durante a cultura de células Caco-2. *The Journal of Nutrition*, v. 130, n. 3, p. 507-513, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/JN/130.3.507>. Acesso em: 09 set. 2023

OLIVEIRA, L.R.C; SEVERO, J.N.C; WALTER, M; ROCHA, D.F.L; MICHELOTTI, A.A.H. Avaliação de configurações de qualidade e efeito do congelamento na conservação de polpas de butiá. *Revista de Ciência e Inovação*, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.26669/2448-4091.2021.329>. Acesso em: 15 ago. 2023

PEREIRA, M. C.; STEFFENS, R. S.; JABLONSKI, A.; HERTZ, P. F.; RIOS, D. O.; VIZZOTTO, M.; FLÔRES, S. H. Characterization and antioxidant potential of Brazilian fruits from the Myrtaceae family. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 60, p. 3061-3067, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1021/jf205263f>. Acesso em: 27 jun. 2023

PEREIRA, E. S.; VINHOLES, J.; FRANZON, R. C.; DALMAZO, G.; VIZZOTTO, M.; NORA, L. *Psidium cattleianum* fruits: a review on its composition and bioactivity. *Food Chemistry*, v. 258, p. 95-103, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.024>. Acesso em: 07 jul. 2023

PEREIRA, E. dos S.; VINHOLES, J. R.; CAMARGO, T. M.; NORA, F. R.; CRIZEL, R. L.; CHAVES, F.; NORA, L.; VIZZOTTO, M. Characterization of araçá fruits (*Psidium cattleianum* Sabine): phenolic composition, antioxidant activity, and inhibition of  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase. *Food Bioscience*, v. 37, p. 100665, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100665>. Acesso em: 16 jun. 2023

PEREIRA, A.V et al. Determinação de compostos fenólicos em amostras comerciais de chá verde e preto - *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, Theaceae. *Acta Scientiarum. Ciências da Saúde*, v. 31, p. 119-124, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actascihealthsci.v31i2.6233>. Acesso em: 05 out. 2024.

- PEREIRA, E.S; VIZZOTTO, M; RIBEIRO, J.A; RAPHAELLI, C.O; CAMARGO, T.M; ARAUJO, V.F; FRANZON, R.C. Compostos bioativos e potencial antioxidante de genótipos de araçá avaliados em dois ciclos produtivos. 2017. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1090225>. Acesso em: 05 out. 2024.
- PERES, R. G. Aplicações de CE-DAD e HPLC-DAD-ESI/MS na determinação de compostos fenólicos, metilxantinas e ácidos orgânicos em bebidas. 2007. 179 f. *Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas*, Campinas, SP. Disponível em: <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2007.400162>. Acesso em: 15 jul. 2023
- RE, R.; PELLEGRINI, N; PROTEGGENTE, A; PANNALA, A; YANG, M; RICE-EVANS, C. Antioxidant Activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, v. 26, n. 9/10, p. 1231–1237, 1999. Disponível em: [doi:10.1016/s0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/s0891-5849(98)00315-3). Acesso em: 25 set. 2023.
- RETO, M.; FIGUEIRA, M. E.; FILIPE, H. M.; ALMEIDA, C. M. Teor de fluoretos em infusões de chá verde (*Camellia sinensis*). *Química Nova*, v. 31, p. 317-320, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000200024>. Acesso em: 20 jun. 2023
- REVA, O. N.; ZAETS, I. E.; OVCHARENKO, L. P.; KUKHARENKO, O. E.; SHPYLOVA, S. P.; PODOLICH, O. V.; DE VERA, J. P.; & KOZYROVSKA, N. O. Metabarcoding of the kombucha microbial community grown in different microenvironments. *AMB Express*, v. 5, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13568-015-0124-5>. Acesso em: 11 jul. 2023
- RIBEIRO, A.B.; CHISTÉ, R.C.; FREITAS, M; SILVA, A.F. da; VISENTAINER, J.V; FERNANDES, E. *Psidium cattleianum* fruit extracts are efficient in vitro scavengers of physiologically relevant reactive oxygen and nitrogen species. *Food Chemistry*, v. 165, p. 140-148, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.079>. Acesso em: 27 set. 2023.
- ROCKETT, F.; SCHMIDT, H.O; SCHMIDT, L; RODRIGUES, E; TISCHER, B; OLIVEIRA, V.R.de; SILVA, V.L.da; AUGUSTI, P.R; FLÔRES, S.H; RIOS, A. Compostos fenólicos e atividade antioxidante in vitro e in vivo de frutos de *Butia* e *Opuntia*. *Food Research International*, v. 137, p. 109740, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109740>. Acesso em: 27 set. 2024.
- RODRIGUES, M. H. B. S.; LOPES, K. P.; BOMFIM, M. P.; PEREIRA, N. A. E.; SILVA, J. G. DA; PAIVA, F. J. DA S.; & SANTOS, A. DA S. Characterization of physiological maturity of *Physalis peruviana* L. fruits. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 42, n. 3, p. 929-948, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n3p929>. Acesso em: 14 out. 2023
- SANTOS, E.A.S.; JESUS, D.S.de; CARVALHO, L.C.F.de; CORRÊA, S.J.P.; SANTOS, T.S; SOUZA, D.S; REIS, M.F.T. Estudo cinético e desenvolvimento de bebidas alcoólicas fermentadas de abacaxi, acerola, maçã e melancia. *Ciência e Tecnologia de Alimentos: Pesquisas e Avanços*, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.53934/9786599539626.18>. Acesso em: 28 set. 2024.

- SANTOS, M. J. Kombucha: caracterização da microbiota e desenvolvimento de novos produtos alimentares para uso em restauração. 2016. 119 p. *Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Gastronômicas*, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10362/19346>. Acesso em: 21abr 2023.
- SCHULZ, M.; SERAGLIO, S.; BRUGNEROTTO, P.; GONZAGA, L.; COSTA, A.; FETT, R. Composition and potential health effects of dark-colored underutilized Brazilian fruits – A review. *Food Research International*, v. 137, p. 109744, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109744>. Acesso em: 27 set. 2024
- SGANZERLA, M. Caracterização físico-química e capacidade antioxidante do butiá. 2010. 107 f. *Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial*, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010. Disponível em: <https://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/123456789/1333>. Acesso em: 08 jun. 2023
- SGANZERLA, W. G.; BELING, P. C.; FERREIRA, A. L. A.; AZEVEDO, M. S.; FERRAREZE, J. P.; KOMATSU, R. A.; NUNES, M. R.; VEECK, A. P. de L. Discriminação geográfica de uvaia (*Eugenia pyriformis Cambess*) por análise de componentes principais. *Jornal da Ciência da Alimentação e Agricultura*, v. 99, n. 15, p. 6778–6787, dez. 2019. John Wiley e Filhos, Ltd. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsfa.9961>. Acesso em: 18 jun. 2023
- SGANZERLA, W.G; SILVA, A.P.G; CASTRO, L.E.N; ROSA, C.G; KOMATSU, R.A; NUNES, M.R; FERRAREZE, J.P; VEECK, A.P.L. Abordagem quimiométrica baseada em análise multivariada para discriminação de frutos de uvaia (*Eugenia pyriformis Cambess*) durante os estágios de maturação: características físico-químicas, compostos bioativos e atividade antioxidante. *Relatórios JSFA*, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsf2.39>. Acesso em: 27 set. 2024.
- SHANG, A.; LI, J.; ZHOU, D. D.; GAN, R. Y.; LI, H. B. Molecular mechanisms underlying health benefits of tea compounds. *Free Radical Biology and Medicine*, v. 172, p. 181–200, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2021.06.006>. Acesso em: 24 jul. 2023
- SHARIFUDIN, S. A.; HO, W. Y.; YEAP, S. K.; ABDULLAH, R.; KOH, S. P. Fermentation and characterisation of potential kombucha cultures on papaya-based substrates. *LWT*, v. 151, p. 112060, 2021. ISSN 0023-6438. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112060>. Acesso em: 09 nov. 2023
- SHARMA, R.; VERMA, S.; KUMAR, D. Polyphenolics and therapeutic insights in different tissues extract and fractions of *Camellia sinensis* (L.) Kuntze (Kangra Tea). *Food Bioscience*, v. 42, p. 101164, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101164>. Acesso em: 27 jun. 2023
- SILVA, A.; ESPINDOLA, I.; MIGUEL, A.; SPRICIGO, P. C.; SARTORI, S.; JACOMINO, A. P. Postharvest storage of two accessions of uvaia (*Eugenia pyriformis Cambess*) at room temperature. *Acta Horticulturae*, v. 1194, p. 959–964, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1194.136>. Acesso em: 11 set. 2023

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, v. 16, n. 50, p. 144–158, 1965. Acesso em: 23 set. 2023.

SOLIMAN, F. M.; FATHY, M. M.; SALAMA, M. M.; SABER, F. R. Comparative study of the volatile oil content and antimicrobial activity of *Psidium guajava* L. and *Psidium cattleianum* Sabine leaves. *Bulletin of the Faculty of Pharmacy, Cairo University*, v. 54, p. 219–225, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bfopcu.2016.06.003>. Acesso em: 23 ago. 2023

SOUZA, A.G de; FASSINA, A. C.; SARAIVA, F. R. DE S.; SOUZA, L. DE. Caracterização físico-química de frutos nativos da região Sul do Brasil. *Evidência - Ciência e Biotecnologia*, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.18593/EBA.V18I1.16546>. Acesso em: 28 set.2024.

SOUZA, R.; DAN, M.; DIAS-GUIMARÃES, M.; GUIMARÃES, L.; BRAGA, J. Frutos da Mata Atlântica brasileira: aliando conservação da biodiversidade e segurança alimentar. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 90, n. 4, p. 3583-3595, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820170399>. Acesso em:27 set. 2024.

SPRICIGO, P.C; Almeida, L. S.; Ribeiro, G. H.; Correia, B. S. B.; Taver, I. B.; Jacomino, A. P.; Colnago, L. A. Quality attributes and metabolic profiles of uvaia (*Eugenia pyriformis*), a native Brazilian Atlantic Forest fruit. *Foods*, v. 12, p. 1-17, 2023. Tradução. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods12091881>. Acesso em: 27 set. 2024.

SUN, L.; XU, H. X.; YE, J.; GAIKWAD, N. W. Comparative effect of black, green, oolong, and white tea intake on weight gain and bile acid metabolism. *Nutrition*, v. 65, p. 208–215, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2019.02.006>. Acesso em: 23 jul. 2023

TERCI, D.B.L. Aplicações analíticas e didáticas de antocianinas extraídas de frutas. 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2004.349230>. Acesso em: 05 out. 2024.

TRAN, T.; GRANDVALET, C.; VERDIER, F.; MARTIN, A.; ALEXANDRE, H.; TOURDOT-MARÉCHAL, R. Microbial dynamics between yeasts and acetic acid bacteria in kombucha: impacts on the chemical composition of the beverage. *Foods*, v. 9, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods9070963>. Acesso em: 27 mai. 2023

VALENZUELA, A. El consumo de té y la salud: características y propiedades benéficas de esta bebida milenaria. *Revista Chilena de Nutrición*, v. 31, n. 2, p. 72–82, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.4067/S0717-75182004000200001>. Acesso em: 17 ago. 2023

VÁZQUEZ-CABRAL, B.D.; ROCHA-GUZMÁN, N.E.; GALLEGOS-INFANTE, J.A.; GONZÁLEZ-HERRERA, S.M.; GONZÁLEZ-LAREDO, R.F.; MORENO-JIMÉNEZ, M.R.; CÓRDOVA-MORENO, I.TS. Avaliação química e sensorial de uma bebida funcional obtida a partir de infusões de folhas de carvalho (*Quercus resinosa*) inoculadas com o consórcio kombuchá sob diferentes condições de processamento. *Nutrafoods*, v. 13, n. 4, p. 169–178, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13749-014-0035-0>. Acesso em: 07 mai. 2023

VILLARREAL-SOTO, S. A.; BEAUFORT, S.; BOUAJILA, J.; SOUCHARD, J.-P.; TAILLANDIER, P. Understanding kombucha tea fermentation: a review. *Journal of Food Science*, v. 83, n. 3, p. 580–588, 2018. DOI: 10.1111/1750-3841.14068. Acesso em: 12 mai. 2023

VILLARREAL-SOTO, S.A; BEAUFORT, S; BOUAJILA, J; SOUCHARD, J-P; RENARD, T; ROLLAN, S; TAILLANDIER, P. Impact of fermentation conditions on the production of bioactive compounds with anticancer, anti-inflammatory and antioxidant properties in kombucha tea extracts. *Process Biochemistry*, v. 83, p. 44–54, 2019. ISSN 1359-5113. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2019.05.004>. Acesso em: 28 mai. 2023

VINHOLES, J; LEMOS, G; BARBIERI, R.L; FRANZON, R.C.; VIZZOTTO, M. *In vitro* assessment of the antihyperglycemic and antioxidant properties of araçá, butiá and pitanga. *Food Bioscience*, v. 19, p. 92–100, 2017. ISSN 2212-4292. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2017.06.005>. Acesso em: 15 mai. 2023

VITAS, J. S.; CVETANOVIĆ, A. D.; MAŠKOVIĆ, P. Z.; ŠVARC-GAJIĆ, J. V.; MALBAŠA, R. V. Chemical composition and biological activity of novel types of kombucha beverages with yarrow. *Journal of Functional Foods*, v. 44, p. 95–102, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.02.019>. Acesso em: 08 ago. 2023

VITAS, J.; POPOVIĆ, L.; ČAKAREVIĆ, J.; MALBAŠA, R.; VUKMANOVIĆ, S. Avaliação in vitro da bioacessibilidade da atividade antioxidante de bebidas de kombuchá após digestão gástrica e intestinal. *Food and Feed Research*, v. 47, p. 33-42, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5937/ffr2001033v>. Acesso em: 15 out. 2024.

WANG, S.; ZHANG, L.; QI, L.; LIANG, H.; LIN, X.; LI, S.; YU, C.; JI, C. Efeito da comunidade microbiana sintética nas qualidades nutraceuticas e sensoriais do kombucha. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 55, p. 3327-3333, 2020. Acesso em: 16 mai. 2023

WATAWANA, M. I.; JAYAWARDENA, N.; GUNAWARDHANA, C. B.; WAISUNDARA, V. Y. Health, wellness, and safety aspects of the consumption of kombucha. *Journal of Chemistry*, v. 2015, p. 1–11, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2015/591869>. Acesso em: 14 ago. 2023

WATAWANA, M. I.; JAYAWARDENA, N.; WAISUNDARA, V. Y. Enhancement of the functional properties of coffee through fermentation by "tea fungus" (kombucha). *Journal of Food Processing and Preservation*, v. 39, p. 2596–2603, 2015b. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jfpp.12509>. Acesso em: 16 mai. 2023

WATAWANA, M. I.; JAYAWARDENA, N.; RANASINGHE, S. J.; WAISUNDARA, V. Y. 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, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jfpp.12752>. Acesso em: 08 ago. 2023

ZANDONÁ, G. P.; BAGATINI, L.; WOLOSZYN, N.; CARDOSO, J. de S.; HOFFMANN, J. F.; MORONI, L. S.; STEFANELLO, F. M.; JUNGES, A.; ROMBALDI, C. V. Extraction and characterization of phytochemical compounds from araçazeiro (*Psidium cattleianum*) leaf: Putative antioxidant and antimicrobial properties. *Food Research International*, v. 137, p. 109573, 2020. ISSN 0963-9969. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109573>. Acesso em: 06 out. 2023

ZHAO, Z. J.; SUI, Y. C.; WU, H. W.; ZHOU, C. B.; HU, X. C.; ZHANG, J. Flavour chemical dynamics during fermentation of kombucha tea. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, v. 30, p. 732–741, 2018. Disponível em:

<https://doi.org/10.9755/ejfa.2018.v30.i9.1794>. Acesso em: 05 out. 2023

ZHU, M-z; LI, N; ZHOU, F; OUYANG, J; LU, D-m; XU, W; LI, J; LIN, H-y; ZHANG, Z; XIAO, J-b; WANG, K-b; HUANG, J-a; LIU, Z-h; WU, J-l. Microbial bioconversion of the chemical components in dark tea. *Food Chemistry*, v. 312, 2020. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126043>. Acesso em: 07 set. 2024.

ZUBAIDAH, E; DEWANTARI, F.J; NOVITASARI, F.R; SRIANTA, I; BLANC, P.J. Potencial do fruto da cobra (*Salacca zalacca* (Gaerth.) Voss) para o desenvolvimento de uma bebida por fermentação com o consórcio Kombucha. *Biocatálise e Biotecnologia Agrícola*, v. 13, p. 198–203, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2017.12.012>. Acesso em: 13 mai. 2023