

Caracterização de kombucha elaborado a partir de chá verde

Characterization of kombucha from green tea

Caracterización de la kombucha elaborada con té verde

Recebido: 08/11/2021 | Revisado: 16/11/2021 | Aceito: 25/11/2021 | Publicado: 03/12/2021

Ana Paula Dada

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4548-9183>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: anp.dada@gmail.com

Anderson Lazzari

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4039-4772>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: Anderson.lazzari29@gmail.com

Andresa Caroline de Oliveira Cestário

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8524-006X>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: andresa_cestario@hotmail.com

Dario Sousa da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1359-6723>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: profdariosousa@gmail.com

Bianka Rocha Saraiva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6575-9857>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: bianka_saraiva@hotmail.com

Cássia Inês Lourenzi Franco Rosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6325-0769>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: cassialourenzi@gmail.com

Paula Toshimi Matumoto Pinto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9182-5758>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: ptmpintro@gmail.com

Resumo

O chá de kombucha é uma bebida resultante da fermentação de chá verde e/ou preto adoçados e adicionados de uma cultura contendo um consórcio simbiótico de bactérias e leveduras, apresentando dessa forma, um caráter antimicrobiano e antioxidante. A fermentação do chá de kombucha ocorre a temperatura ambiente, em um período de 3 a 60 dias, ao final da fermentação, a bebida é um coquetel de componentes químicos, ácidos orgânicos, fibras e etanol. Estudos comprovam que o consumo regular da bebida previne diversas doenças, fortalecendo o sistema imunológico, benefícios os quais estão relacionados à presença de polifenóis, ácido glucônico, aminoácidos, antibióticos entre outros micronutrientes gerados durante a fermentação. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo a produção do chá de kombucha utilizando o chá verde como substrato em escala laboratorial, avaliando-se as propriedades físico-químicas, compostos bioativos e atividade antioxidante do chá de kombucha, a fim de caracterizá-lo. As análises realizadas foram pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável (AT), ratio (SST/AT), coloração nos parâmetros (L*, a* e b*), antioxidantes DPPH, ABTS e polifenóis. A partir dos resultados obtidos, em sua caracterização físico-química, observou-se um decréscimo do valor de pH e SST devido a presença de ácidos orgânicos e a sacarose utilizada como substrato fermentativo. Além disso, os resultados de compostos bioativos e atividade antioxidante estão relacionados com a extração dos compostos do chá verde nas condições utilizadas em escala laboratorial, além de que a bebida resultante apresentou características semelhantes a avaliadas por demais autores. Diante disso, este estudo estimula a pesquisa científica sobre esta bebida, visto que o kombucha ainda é produzido principalmente por meio de processos de fermentação natural, e, portanto, não controlados.

Palavras-chave: Fermentação; Atividade antioxidante; Caracterização físico-química.

Abstract

The kombucha tea is a beverage resulting from the fermentation of sweetened green and/or black tea and added to a culture containing a symbiotic consortium of bacteria and yeasts, thus presenting an antimicrobial and antioxidant character. The fermentation of kombucha tea takes place at room temperature, over a period of 3 to 60 days. At the end of fermentation, the beverage is a cocktail of chemical components, organic acids, fiber, and ethanol. Studies show that the regular consumption of the beverage prevents several diseases, strengthening the immune system, benefits which

are related to the presence of polyphenols, gluconic acid, amino acids, antibiotics, among other micronutrients generated during fermentation. Therefore, the present work aimed at producing kombucha tea using green tea as a substrate on a laboratory scale, evaluating the physicochemical properties, bioactive compounds and antioxidant activity of kombucha tea in order to characterize it. The analyses performed were pH, total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), ratio (TSS/TA), coloration in the parameters (L^* , a^* and b^*), antioxidants DPPH, ABTS and polyphenols. From the results obtained, in its physical-chemical characterization, it was observed a decrease in the pH and SST value due to the presence of organic acids and sucrose used as a fermentative substrate. Furthermore, the results of bioactive compounds and antioxidant activity are related to the extraction of compounds from green tea under the conditions used on a laboratory scale, and that the resulting beverage presented characteristics similar to those evaluated by other authors. Therefore, this study encourages scientific research on this beverage, kombucha is still mainly produced through natural fermentation processes, and therefore uncontrolled.

Keywords: Fermentation; Antioxidant activity; Physical-chemical characterization.

Resumen

El té de kombucha es una bebida resultante de la fermentación de té verde y/o negro endulzado y añadido a un cultivo que contiene un consorcio simbiótico de bacterias y levaduras, presentando así un carácter antimicrobiano y antioxidante. La fermentación del té de kombucha tiene lugar a temperatura ambiente durante un periodo de 3 a 60 días. Al final de la fermentación, la bebida es un cóctel de componentes químicos, ácidos orgánicos, fibras y etanol. Los estudios demuestran que el consumo regular de la bebida previene diversas enfermedades, fortaleciendo el sistema inmunológico, beneficios que están relacionados con la presencia de polifenoles, ácido glucónico, aminoácidos, antibióticos y otros micronutrientes generados durante la fermentación. Por lo tanto, el presente trabajo tuvo como objetivo producir té de kombucha utilizando té verde como sustrato a escala de laboratorio, evaluando las propiedades fisicoquímicas, los compuestos bioactivos y la actividad antioxidante del té de kombucha para caracterizarlo. Los análisis realizados fueron el pH, los sólidos solubles totales (SST), la acidez titulable (AT), la relación (SST/TA), la coloración en los parámetros (L^* , a^* y b^*), los antioxidantes DPPH, ABTS y los polifenoles. A partir de los resultados obtenidos, en su caracterización físico-química, hubo una disminución en el valor de pH y SST debido a la presencia de ácidos orgánicos y sacarosa utilizada como sustrato fermentativo. Además, los resultados de los compuestos bioactivos y la actividad antioxidante están relacionados con la extracción de los compuestos del té verde en las condiciones utilizadas a escala de laboratorio, y que la bebida resultante presentó características similares a las evaluadas por otros autores. Por lo tanto, este estudio estimula la investigación científica sobre esta bebida, ya que la kombucha sigue produciéndose principalmente mediante procesos de fermentación natural y, por tanto, sin control.

Palabras clave: Fermentación; Actividad antioxidante; Caracterización físico-química.

1. Introdução

O chá de kombucha é uma bebida fermentada originária do nordeste da China por volta de 220 a.C., disseminando-se no Japão em 414 d.C. como medicamento, espalhando-se por rotas comerciais para a Rússia e a Europa oriental (Jayabalan et al., 2014). Embora alimentos fermentados tenham sido um alimento básico nas culturas internacionais por milhares de anos, apenas recentemente o kombucha tornou-se popular (Kapp & Sumner, 2019). O chá de kombucha tornou-se popular por ser uma bebida funcional de caráter probiótico. Atualmente, é declarado o produto de crescimento mais rápido nos mercados de bebidas funcionais e uma das bebidas fermentadas de baixo teor alcoólico mais populares do mundo (Troitino, 2018).

A produção típica do chá de kombucha é baseada no chá preto, verde ou oolong. Para sua produção utiliza-se 5g de folhas de chá por litro de água, para servir como substrato para bactérias e leveduras fermentadoras do chá, adiciona-se açúcar. Essa mistura forma um chá açucarado onde adiciona-se a Cultura Simbiótica de Bactérias e Leveduras (SCOBY (Leal et al., 2018). As leveduras presentes na mistura, são isoladas de uma kombucha pré-existente, dessa forma, elas pertencem a diversas espécies, sendo que as osmotolerantes, as fermentativas e as produtoras de ácido são as espécies presentes em maior quantidade. (Teoh, 2004). As bactérias predominantes na kombucha são as acéticas, principalmente do gênero *Acetobacter*, *Gluconobacter* e *Gluconacetobacter* (Dufresne, 2000; Jayabalan et al., 2014).

O processo metabólico da produção do chá de kombucha ocorre de forma complementar entre leveduras e bactérias, ocorrendo duas fermentações até a obtenção do produto final. Inicialmente, através da enzima invertase, as leveduras hidrolisam a sacarose adicionada ao chá em frutose e glucose, resultando em etanol e dióxido de carbono, processo denominado fermentação alcoólica. Posteriormente, as bactérias presentes realizam a fermentação acética da mistura, processo que é caracterizado pela

transformação do álcool em ácido acético, conferindo o sabor característico de vinagre ao produto. Na fermentação do chá de kombucha, as bactérias acéticas realizam a conversão da glucose em ácido glucónico e a frutose em ácido acético (Jayabalan et al., 2014; Chen et al., 2000).

Diante das variações de bactérias e leveduras utilizadas no processo, além da obtenção do produto final das fermentações, a composição química da kombucha é muito variável, sendo dependente de diversos fatores, como o tipo de chá utilizado, tempo de fermentação, tipo de microrganismo presente, dentre outros fatores. Em geral, a kombucha é composta por diversos ácidos orgânicos, como acético, glucónico, glucurónico, cítrico, láctico, málico, tartárico, entre outros. Além disso, ela contém monossacarídeos, como sacarose, glucose e frutose, além de vitaminas como B1, B2, B6, B12 e C. Também se encontram glicerol, aminoácidos, aminas biogénicas, purinas, pigmentos, lípidos, proteínas, algumas enzimas hidrolíticas, etanol e compostos com propriedades antibióticas (Dufresne, 2000; Jayabalan et al., 2014).

O período de fermentação do chá de kombucha é de 3 dias a um máximo de 60 dias. Sua fermentação é realizada à temperatura ambiente, otimizando o tempo de fermentação. Ácidos orgânicos são produzidos durante a fermentação, o que diminuem o valor do pH do chá, levando à falta de oxigênio induzida pela acidez. Apesar de ser uma bebida de origem microbiana, devido à maior acidez do meio, o número de possíveis células microbianas patogênicas, se houver, diminui, resultando em uma bebida segura para o consumo (Watawana et al., 2015; Leal et al., 2018).

Ao final da fermentação, o chá de kombucha é um coquetel de componentes químicos, incluindo açúcares, polifenóis do chá, ácidos orgânicos de alimentos, fibra e etanol (Kaczmarczyk & Lochyński, 2014; Miranda et al., 2016). Sua popularidade como um alimento funcional é impulsionado por seus benefícios à saúde, que incluem potencial anti-inflamatório e atividade antioxidante (Watawana et al., 2015; Villarreal-Soto et al., 2018).

O objetivo deste trabalho foi produzir chá de kombucha, seguindo metodologias pré-definidas, e avaliar propriedades físico-químicas, compostos bioativos e atividade antioxidante do produto final.

2. Metodologia

2.1 Materiais

Para desenvolvimento do trabalho foram utilizados os seguintes materiais e reagentes: Folhas de chá verde (*Camellia sinensis var assamica*), cultura de kombucha recém cultivado, Folin-Ciocalteu, ácido gálico, ácido 2,2-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico; ABTS), 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH), persulfato de potássio e carbonato de sódio, da Sigma-Aldrich (São Paulo, Brasil). Álcool metílico, álcool etílico e hidróxido de sódio, de grau analítico.

2.2 Fabricação do chá de kombucha

A elaboração do chá de kombucha baseou-se na metodologia de Jayabalan et al., (2007), com infusão de 1,2% de chá verde em água por 5 minutos. Foram dissolvidos uma concentração de 20% de sacarose na solução e deixada resfriar. Para o preparo da bebida, 500 ml do chá foram vertidos em frasco de vidro de 2000 ml estéril e adicionado 1000 ml de água destilada, o qual foi inoculado com 3% de fungo de chá recém cultivados. O frasco foi coberto com um pano limpo e preso com um elástico, o qual foi armazenado em local escuro a temperatura ambiente por 18 dias.

2.3 Caracterização físico-química e cor do chá de kombucha

Foram avaliados os parâmetros físico-químicos de pH, sólidos solúveis totais e acidez titulável (Instituto Adolfo Lutz, 2008). A cor foi medida pelo sistema CIELAB, utilizando um colorímetro (Chroma Medidor CR-400; Minolta, Mahwah, Nova Jersey, EUA), com o iluminante padrão D65 e observador de 10 °. As leituras diretas foram realizadas nos parâmetros L* (100 = branco; 0 = preto), a* (+, vermelho; -, verde) e b* (+, amarelo; -, azul).

2.4 Compostos bioativos e atividade antioxidante do chá de kombucha

2.4.1 Compostos fenólicos totais

Os compostos fenólicos totais foram determinados de acordo com Singleton & Rossi (1965) com modificações. Uma alíquota do chá de kombucha (125 µL) foi misturada com 125 µL do reagente Folin-Ciocalteu (1:1 água deionizada) e 2250 µL de carbonato de sódio (28 g L⁻¹) homogeneizado e incubado no escuro por 30 minutos. A absorbância foi medida a 725 nm, e os resultados foram expressos em miligrama equivalente de ácido gálico (EAG) por litro.

2.4.2 Ensaio DPPH e ABTS

O ensaio DPPH foi realizado de acordo com Li et al. (2009) com modificações. A kombucha (150 µL) foi misturada com 2,85 mL de solução DPPH (60 µM), em seguida incubada no escuro por 30 minutos. A absorbância foi mensurada a 515 nm. O ensaio ABTS foi determinado de acordo com Re et al. (1999) com modificações. A solução de ABTS (1960 µL) foi misturada com a kombucha (40 µL), e foi mensurada na absorbância de 734 nm após 6 minutos. As atividades antioxidantes foram calculadas segundo a equação:

$$\text{Atividade antioxidante (\%)} = (1 - (A_{\text{amostra } t} / A_{\text{amostra } t=0})) \times 100$$

Onde: $A_{\text{amostra } t}$ é a absorbância das amostras em 30 minutos (DPPH) e 6 minutos (ABTS), e $A_{\text{amostra } t=0}$ é a absorbância da amostra no tempo zero.

3. Resultados e Discussão

3.1 Caracterização físico-química do chá de kombucha

Os resultados obtidos da caracterização físico-química da bebida foram expressos na Tabela 1, representando as médias dos dados experimentais, sendo eles: pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável (AT), ratio (SST/AT) e coloração nos parâmetros (L*, a* e b*). Em relação ao pH, pode-se observar que houve um decréscimo em seu valor durante a fermentação, uma vez que no primeiro dia de fermentação registrou-se um valor de pH de 5,6 e ao término dos 18 dias obteve-se 3,32. Fato análogo ao registrado por Ashrafi et al., (2018), o qual caracterizou o kombucha utilizado na elaboração de filmes comestíveis a base de quitosana.

O valor do pH da bebida de kombucha diminuiu devido ao aumento da concentração de ácidos orgânicos durante a fermentação. O caldo fermentativo apresenta capacidade tampão, devido à liberação do dióxido de carbono durante o processo fermentativo (Sreeramulu et al., 2000). A presença de leveduras e bactérias estão relacionadas com a produção desses diferentes componentes, utilizando-se de diferentes substratos para tal atividade. O teor de chá utilizado e o tempo de fermentação são os parâmetros mais determinantes para a composição da bebida, onde a variação desses parâmetros altera a quantificação dos componentes na bebida final (Jayabalan et al., 2008; Jayabalan et al., 2014).

Tabela 1. Caracterização físico-químicas do chá de kombucha.

Parâmetros	Kombucha
pH	3,32 ± 0,04
Sólidos solúveis totais (°Brix)	8,50 ± 0,06
Acidez titulável (%)	4,62 ± 0,05
Ratio (SST/AT)	1,83 ± 0,03
L*	62,10 ± 1,43
a*	-1,37 ± 0,17
b*	21,34 ± 0,75

Os resultados estão expressos em média ± desvio padrão. Fonte: Autores.

Além disso, os sólidos solúveis totais, assim como o pH apresentaram uma diminuição durante a fermentação, uma vez que a sacarose adicionada é utilizada como substrato durante esse processo fermentativo. Os sólidos estão compostos majoritariamente por açúcares e ácidos orgânicos. Pode-se observar, ainda, que a concentração de sólidos se revelou elevada quando comparada ao obtido por Silva et al., (2021), devido à concentração de sacarose mais elevada que foi adicionada inicialmente e possivelmente devido à presença de um grande número de ácidos orgânicos. Fato demonstrado pelo teor ácido de 4,62 expresso em ácido acético registrado na Tabela 1.

De acordo com os parâmetros a * (+, vermelho; -, verde) e b * (+, amarelo; -, azul) analisados na Tabela 1, observou-se que o processo fermentativo da bebida proporcionou um aumento da coloração esverdeada e amarelada da kombucha. Essa tendência na coloração é evidenciada pela presença de pigmentos como a clorofila e compostos fenólicos no chá verde utilizado, em especial os flavonóides presentes em grandes quantidades expressivas no produto em questão (Simões et al., 2017). Além disso, a presença da clorofila no tecido vegetal relaciona-se com o aumento da acidez na bebida final, uma vez que o aquecimento de tecidos vegetais pode ocasionar a degradação térmica da glutamina formando o ácido pirrolidona carboxílico (PCA) e demais ácidos (Parkin et al., 2010), uma vez que houve a infusão das folhas de chá verde, esse fato pode ser evidenciado.

3.2 Compostos bioativos e atividade antioxidante

A quantificação dos compostos bioativos e atividade antioxidante da kombucha estão expressas na Tabela 2. Os compostos fenólicos avaliados na bebida são provenientes principalmente da composição fitoquímica das folhas da *Camellia sinensis* sendo composta principalmente de polifenóis (Duarte e Menarim, 2006). De acordo com Oliveira et al., 2002, o chá verde possui elevada quantidade de bioativos o que favorece a evidência de propriedades funcionais na bebida. Esses compostos fenólicos encontrados de forma natural em vegetais e óleos promovem a estabilidade oxidativa do material dependendo das condições de aplicação (Parkin et al., 2010).

Em relação a capacidade antioxidante expressa em DPPH observou-se um percentual elevado, sendo relacionado novamente a utilização do chá verde como substrato. Jayabalan et al. (2008) em um estudo comparativo de três substratos experimentais, concluiu que o chá verde revelou-se promissor dentre os demais, uma vez que apresentou maior capacidade de eliminação de DPPH no 18º dia de fermentação. Considera-se que os polifenóis e as catequinas sejam os principais responsáveis pelas ações antioxidantes da bebida, devido a suas elevadas concentrações (Anelli et al., 2016).

Tabela 2. Compostos bioativos e atividade antioxidante do chá de kombucha.

Parâmetros	Kombucha
Polifenóis totais (mgEAG/mL)	65,07 ± 1,69
DPPH (%)	51,65 ± 0,30
ABTS (%)	59,70 ± 0,81

Os resultados estão expressos em média ± desvio padrão. EAG: equivalente de ácido gálico.
Fonte: Autores.

Além disso, realizou-se o ensaio de eliminação de radicais livres através do ABTS, o qual apresentou efeito análogo ao DPPH, revelando uma maior atividade de eliminação ao término da fermentação. Essa tendência de aumento da atividade pode ser relatada por diversos autores (Chu e Chen 2006; Jayabalan et al. 2008; Malbaša et al. 2011, Ayed et al., 2017)

A fermentação do chá contribui para o aumento da atividade antioxidante, uma vez que as bactérias fermentadoras modificam a sua estrutura e produzem compostos bioativos, como os polifenóis, diante disso, o tempo e a composição do substrato são os fatores determinantes para a composição da bebida final. Apesar disso, existem diversas discussões a respeito da origem da atividade antioxidante na bebida fermentada. De acordo com Maier et al. (2009) a atividade antioxidante é um efeito em conjunto entre diversos compostos, ao invés de um único. Singletary et al. (2007) afirma que as antocianinas

apresentam forte atividade antioxidante e de eliminação de radicais livres, já o autor Arnous et al. (2002) traz que a atividade de eliminação dos radicais livres é ocasionada pelos flavonoides ao invés de antocianinas.

Embora existam divergências quanto a origem da capacidade antioxidante da bebida, comprova-se a sua presença, uma vez que diante das diversas propriedades antioxidantes e bioativas do chá de kombucha, a bebida é considerada um alimento funcional com propriedades benéficas à saúde, sendo que seus efeitos vêm sendo aprimorados por diversas pesquisas (Rasu Jayabalan et al., 2014).

4. Conclusão

Neste estudo, demonstrou-se que o chá de kombucha possui compostos bioativos os quais influenciam no potencial antioxidante da bebida e são responsáveis por suas propriedades promotoras da saúde. Com o crescente interesse pelo kombucha, este estudo estimula a pesquisa científica sobre esta bebida, visto que o kombucha ainda é produzido principalmente por meio de processos de fermentação natural, e, portanto, não controlados.

Referências

- Anelli, C. L., Pereira T. B., & Grigoletto B. M. (2016). Fat, Reduction of Body. Efeitos funcionais das catequinas do chá verde na redução de gordura corporal. *Revista Odontológica de Araçatuba*, 37 (2), 46-51.
- Arnous, A., Makris, D. P. & Kefalas, P. (2002). Correlation of pigment and flavanol content with antioxidant properties in selected aged regional wines from Greece. *Journal Food Compos Anal*, 15, 655–665.
- Ashrafi, A., Jokar, M., & Mohammadi Nafchi, A. (2018). Preparation and characterization of biocomposite film based on chitosan and kombucha tea as active food packaging. *International Journal of Biological Macromolecules*, 108, 444–454. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.12.028>
- Ayed, L., Ben Abid, S., & Hamdi, M. (2017). Development of a beverage from red grape juice fermented with the Kombucha consortium. *Annals of Microbiology*, 67(1), 111–121. <https://doi.org/10.1007/s13213-016-1242-2>
- Chen C. & Liu B.Y. (2000). Changes in major components of tea fungus metabolites during prolonged fermentation. *Journal of Applied Microbiology*, 89 (5), 834-839.
- Chu, S. C & Chen, C. (2006). Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of kombucha. *Food Chemistry*, 98, 502–507.
- Duarte, M. R. & Menarim, D. O. (2006). Morfodiagnose da anatomia foliar e caulinar de *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, Theaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 16(4), 545-551.
- Dufresne C. & Farnworth E. (2000). Tea, Kombucha, and health: a review. *Food Research International*, 33 (6), 409-421.
- Instituto Adolfo Lutz. (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020.
- Jayabalan, R., Marimuthu, S., & Swaminathan, K. (2007). Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation. *Food Chemistry*, 102(1), 392–398. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.05.032>
- Jayabalan, R., Subathradevi, P., Marimuthu, S., Sathishkumar, M., & Swaminathan, K. (2008). Changes in free-radical scavenging ability of kombucha tea during fermentation. *Food Chemistry*, 109(1), 227–234. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.12.037>
- Jayabalan, Rasu, Malbaša, R. V., Lončar, E. S., Vitas, J. S., & Sathishkumar, M. (2014). A review on kombucha tea-microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4), 538–550. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12073>
- Kacmarczyk D., & Lochyński S. (2014). Products of biotransformation of tea infusion – properties and application. *Polish Journal of Natural Sciences*, 29 (4), 381-392.
- Kapp M. J., & Sumner W. (2019). Kombucha: a systematic review of the empirical evidence of human health benefit. *Annals of Epidemiology*, 30, 66-70.
- Leal J. M., Suarez L. V., Jayabalan R., Oros J. H., & Escalante-Aburto A. (2019). Revisión de los beneficios para la salud de los compuestos nutricionales y los metabolitos de la kombucha. *CyTA-Journal of Food*, 16(1), 390-399.
- Li W., Hydamaka A., Lowry L., & Beta T. (2009). Comparison of antioxidant capacity and phenolic compounds of berries, chokecherry and seabuckthorn. *Central European Journal of Biology*, 4, 499-506.
- Maier, T., Schieber, A., Kammerer, D. R. & Carle, R. (2009). Residues of grape (*Vitis vinifera*) seed oil production as a valuable source of phenolic antioxidants. *Food Chemistry*, 112, 551–559.
- Malbasa, R. V., Loncar, E. S., Vitas, J. S. & Canadanovic-Brunet, J. M. (2011). Influence of starter cultures on the antioxidant activity of kombucha beverage. *Food Chemistry*, 127, 1727–1731.

- Miranda B., Lawton N. M., Tachibana S. R., Swartz N. A. & Hall W. P. (2016). Titration and HPLC characterization of Kombucha fermentation: a laboratory experiments in food analysis. *Journal of Chemical Education*, 93 (10), 1770-1775.
- Oliveira, M. N. de, Sivieri, K., Alegro, J. H. A., & Saad, S. M. I. (2002). Aspectos tecnológicos de alimentos funcionais contendo probióticos. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 38(1), 1–21. <https://doi.org/10.1590/s1516-93322002000100002>
- Parkin, K. L., Fennema, O. R., & Cladera-olivera, F. (2010). *Alimentos de Fennema*. <https://www.saraiva.com.br/quimica-de-alimentos-de-fennema-4-ed-2010-2878340.html>
- Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., & Rice-Evans C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26, 1231-1237.
- Silva, K. A., Uekane, T. M., Miranda, J. F. de, Ruiz, L. F., Motta, J. C. B. da, Silva, C. B., Pitangui, N. de S., Gonzalez, A. G. M., Fernandes, F. F., & Lima, A. R. (2021). Kombucha beverage from non-conventional edible plant infusion and green tea: Characterization, toxicity, antioxidant activities and antimicrobial properties. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 34(March). <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102032>
- Simões, C. M. O., Schenkel, E. P., Mello, J. C. P., Mentz, L. A. & Petrovick, P. R. (2017). *Farmacognosia do produto natural ao medicamento*. Porto Alegre: Artmed.
- Singleton, K. W., Jung, K.J. & Giusti, M. (2007). Anthocyanin-rich grape extract blocks breast cell DNA damage. *Journal Med Food*, 10, 244–251.
- Singleton V. L., & Rossi J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144–158.
- Sreeramulu, G., Zhu, Y., & Knol, W. (2000). Kombucha fermentation and its antimicrobial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(6), 2589–2594. <https://doi.org/10.1021/jf991333m>
- Teoh A.L., Heard G. & Cox J. (2004). Yeast ecology of Kombucha fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 95 (2), 119-226.
- Troitino C. Kombucha 101: demystifying the past, present and future of the fermented tea drink. (2018). Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/christinatroitino/2017/02/01/kombucha-101-demystifying-the-past-present-and-future-of-the-fermented-tea-drink/#261ea4684ae2>. Acessado em: 05 de junho de 2021.
- Villarreal-Soto S. A, Beaufort S., Bouajila J., Souchard J. P., & Taillandier P. (2018). Understanding Kombucha tea fermentation: a review. *Journal of Food Science*, 83 (3), 580-588.
- Watawana M. I., Jayawardena N., Gunawardhana C. B., & Waisundara V. Y. (2015). Nutraceuticals: Recent advances of bioactive food components. *Journal of Chemistry*, 1, 1-11.