



Kombucha Caseira: produção, caracterização e potencialidades na utilização como tema gerador no ensino de Ciências e Química

Danieli A. Borges dos Santos¹, Adriano Antonio Silva²

¹Discente da Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Química-Licenciatura, Realeza, Paraná, Brasil. ²Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul, Realeza, Paraná, Brasil.

danny.borges.94@gmail.com

Recebido em: xx/xx/xxxx Aceito em: xx/xx/xxxx Publicado em: xx/xx/xxxx

RESUMO

A Kombucha é uma bebida probiótica fermentada consumida em todo o mundo por seus benefícios à saúde, como atividades probióticas, antioxidantes, anti-inflamatórias, desintoxicantes, hepatoprotetoras, hipoglicemiantes, hipocolesterolêmicas, antibacterianas e imunomoduladoras. É produzido pela fermentação de chá adoçado (tradicionalmente chá verde ou preto) com uma simbiose de bactéria-levedura chamada SCOBY (Bacteria-Yeast Symbiotic Culture). Este trabalho visa apresentar uma breve revisão das características de Kombucha, além de produzir artesanalmente Kombuchas com os substratos de chá verde, preto e mate e analisar as características físico-químicas de sensorial, pH, densidade e formação de álcool. Outro aspecto abordado neste trabalho é a utilização do tema kombucha para o desenvolvimento de uma sequência didática abordando vários conteúdos no ensino médio, tendo como um objetivo a divulgação da bebida e a conscientização sobre seu consumo em substituição aos refrigerantes.

Palavras-chave: Kombucha. Bebida fermentada. Probiótico.

Homemade Kombucha: production, characterization and potential for use as a generating theme in Science and Chemistry teaching

ABSTRACT

Kombucha is a fermented probiotic drink consumed worldwide for its health benefits, such as probiotic, antioxidant, anti-inflammatory, detoxifying, hepatoprotective, hypoglycemic, hypocholesterolemic, antibacterial and immunomodulatory activities. green or black tea) with a bacteria-yeast symbiosis called SCOBY (Bacteria-Yeast Symbiotic Culture). This work aims to present a brief review of the characteristics of Kombucha, in addition to producing handmade Kombuchas with substrates of green, black and mate tea and to analyze the physicochemical characteristics of sensorial, pH, density and alcohol formation. Another aspect addressed in this work is the use of the kombucha theme for the development of a didactic sequence addressing various contents in high school, with the objective of publicizing the drink and raising awareness about its consumption in place of soft drinks.

Keywords: Kombucha. Fermented drink. Probiotic.

INTRODUÇÃO

Com o constante aumento das restrições alimentares, bem como os crescentes números de doenças causadas pela alimentação incorreta na sociedade atual, há uma crescente busca por uma alimentação “saudável”, as pessoas vêm buscando por uma maior qualidade de vida, através de substituições mais naturais e consistentes para a alimentação diária (VIDAL, *et. al*, 2019)

A obesidade é considerada a epidemia do século XXI, sendo, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a segunda causa de morte passível de prevenção. A rotina acelerada dos grandes centros urbanos e a necessidade de que tudo seja rápido e prático, contribui de forma exorbitante ao aumento do sobrepeso e da obesidade na sociedade atual. Quando analisada a rotina alimentar das pessoas neste perfil, identifica-se a presença recorrente dos refrigerantes Segundo Lima e Afonso (2009), “O Brasil é o terceiro produtor mundial de refrigerantes, depois dos Estados Unidos e México. Contudo, o consumo per capita é da ordem de 69 L por habitante por ano, o que coloca o país em 28º lugar nesse aspecto.” Cabe ressaltar que o consumo frequente de refrigerante afeta mais drasticamente as crianças, isso porque os refrigerantes possuem uma grande quantidade de açúcar, o que excede a quantidade de calorias que uma criança pode ingerir por dia. (VELASQUEZ, 2017).

Por outro lado, devido a crescente busca por uma vida mais saudável, as pessoas têm se atentado a opções de alimentação mais nutritivas e funcionais, assim como sua procedência, onde as opções “orgânicas”, com menos adição de açúcares, sem utilização de conservantes e corantes, por exemplo, têm ganhado espaço na mesa dos consumidores. (CARDOSO, 2008). Além disso, as pessoas têm buscado substituições para reduzir o consumo de alimentos industrializados, como é o caso do refrigerante. Dessa forma os produtos naturais vêm ganhando grande espaço no mercado consumidor, e dentre eles podemos citar o kombucha, que em comparação aos refrigerantes possui menos calorias, chegando inclusive à metade se comparado ao refrigerante mais consumido no mundo. A bebida ainda se torna atrativa devido às suas propriedades benéficas à saúde como o efeito protetor para doenças cardiovasculares e hepáticas, doenças metabólicas, artrite, constipação, entre outras têm sido amplamente divulgadas e aceita. (WATAWANA, *et. al*, 2015; SANTOS, 2019).

Analisando as taxas crescentes de obesidade entre crianças e adolescentes, e o consumo cada vez mais exagerados de alimentos que aumentam o risco de doenças crônicas devido aos excessos, à um interesse em conhecer mais sobre as propriedades e

composições da kombucha, acredita-se ser possível a partir da bebida funcional elaborar uma sequência didática como tema gerador a kombucha e os conteúdos que a compõem. Visando assim utilizar desse assunto para tratar e incentivar uma alimentação mais saudável.

Tem-se como objetivos desse trabalho desenvolver e caracterizar a bebida kombucha produzida através da fermentação dos chás: verde, preto (*Camellia Sinensis*) e Mate (*Ilex paraguariense*), através das análises de pH, densidade e formação de etanol durante os processos de fermentação.

Características Gerais da Kombucha

Existem relatos de seu consumo desde 220 anos aC, e os primeiros relatos de kombucha indicam origem asiática, em Manchúria na China. Nesta época seu consumo já estava associado às suas ações benéficas como desintoxicante e tratamento de problemas digestivos. Na atualidade, diversas pesquisas na área vêm confirmando os vários benefícios da kombucha para a saúde, agindo como agente antimicrobiano, antioxidante, hepatoprotetor e anticancerígeno (JAYABALAN, *et. al*, 2014; PALUDO, 2017; SOARES, 2021).

A kombucha é uma bebida refrescante, levemente agridoce, resultante da fermentação do chá adoçado de *Camellia Sinensis*: branco, preto ou verde, porém, como forma de adaptação, o chá-mate da planta *Ilex paraguariensis* vem sendo utilizado, inclusive pesquisas vêm sendo realizadas acerca do uso de outros substratos.

Quanto a fermentação, é realizada por uma colônia simbiótica de leveduras e bactérias acéticas, comumente chamado de SCOBY (“*Symbiotic Colony of Bacteria and Yeast*”), cuja aparência assemelha-se a uma panqueca espessa (figura 1), formada em sua maioria por proteínas, fibras e celulose (CHEN; LIU, 2000; SANTOS, 2019).

Figura 1 –SCOBY



FONTE: do autor.

O processo de fermentação se inicia quando um SCOBY é adicionado ao chá adoçado junto com uma fração de chá *starter* (*chá de arranque, sendo uma alíquota de kombucha já fermentada onde o SCOBY estava*), conforme o processo ocorre é possível observar a formação de bolhas de gás, com o passar do tempo os microorganismos presentes passam a formar um novo biofilme celulósico na superfície do chá, como uma espécie de separação entre o líquido e o ar, sendo esse uma nova geração do SCOBY.

O tempo de fermentação da kombucha pode variar de 7 a 14 dias, e a temperatura aproximadamente entre 22 °C a 30 °C, sendo a temperatura um fator relevante que influencia o tempo de fermentação e o pH final. Caso a fermentação se estenda, o sabor se apresenta mais ácido devido à formação de ácido acético e outros ácidos orgânicos, o que por sua vez reduz o pH da bebida. (DUFRESNE; FARNWORTH, 2000).

Devido aos processos metabólicos que ocorrem durante o processo de fermentação, a bebida tende a adquirir um tom mais claro do que a do chá inicialmente adicionado devido às alterações que ocorrem na conformação dos complexos fenólicos, bem como a ação de enzimas microbianas sobre os polifenóis. (MCGEE, 2004).

É importante saber que durante o processo de fermentação, há formação de gás carbônico, fazendo da kombucha uma bebida semelhante a um refrigerante devido ao alto grau de carbonatação, podendo se tornar uma substituição saudável.

Composição biológica da kombucha

A composição dos microrganismos presentes na kombucha não é completamente exata, devido às possíveis variações dependendo de sua origem, das condições de produção, e dos substratos utilizados (JAYABALAN, *et. al*, 2014). A microbiota presente na kombucha estão dispersas tanto na porção líquida como no “SCOBY Mãe” sendo o responsável pela nova geração de SCOBY que se forma na interface entre o ar e o chá fermentado, a formação da membrana celulósica acontece por camadas, sendo a do topo a mais nova (JARRELL; CAL; BENNETT, 2000). Nesse Biofilme, sendo agregados de células de microrganismos incorporadas em uma matriz autoproduzida de substâncias poliméricas extracelulares (EPS), que se aderem umas às outras, onde as camadas mais jovens são aderidas na superfície ar-líquido e dessa forma a camada superior do SCOBY é a camada mais recente do biofilme, estão presentes as leveduras e bactérias responsáveis pela fermentação de forma organizada, formando uma celulose bacteriana capaz de inibir a formação e crescimento de patógenos. Vários estudos estão sendo realizados para identificar a rota biosintética para a produção da celulose bacteriana a partir da glicose (VIEIRA, 2013; PALUDO,2017; VALENTE, *et. al*,2022).

Figura 2 – SCOBY Mãe ao fundo e novo SCOBY na superfície



FONTE: do autor.

Mesmo não sendo possível afirmar com total certeza os microrganismos que compõem a kombucha, alguns estudos apontam as culturas que são mais frequentes. As bactérias mais comuns são as acéticas que pertencem aos gêneros *Acetobacter xylinum*, *Acetobacter xylinoides*, *Bacterium gluconicum*, *Acetobacter aceti* e *Acetobacter pasteurianus*. *Acetobacter xylinum*, enquanto as leveduras mais comuns são as osmotolerantes, fermentativas e produtoras de ácido pertencem ao gênero *Saccharomyces*, *Saccharomycodes*, *Schizosaccharomyces*, *Zygosaccharomyces*,

Brettanomyces/ Dekkera, Candida, Torulospora, Kloeckera/ Hanseniaspora, Pichia, Torula, Torulopsis, Mycotorula e Mycoderma (JAYABALAN, *et. al*, 2014).

Desde sua origem até os dias atuais, a kombucha tem sido estudada e diversos estudos químicos identificaram que as bactérias e leveduras utilizam o substrato como uma forma complementar ao seu processo metabólico, sendo que as leveduras hidrolisam a fonte de sacarose fornecida no chá através da enzima invertase em frutose e glicose, e dessa forma levando a formação de etanol e dióxido de carbono (VIEIRA, 2013; JAYABALAN, *et. al*, 2014). As bactérias acéticas, por sua vez, convertem a glicose em ácido glucônico e a frutose em ácido acético. A presença do ácido glucônico faz com que as leveduras formam mais etanol, que posteriormente as bactérias acéticas usam para produzir mais ácido acético (CHEN, 2000).

Devido aos processos metabólicos que ocorrem durante o processo de fermentação, a bebida tende a adquirir um tom mais claro do que a do chá inicialmente adicionado devido às alterações que ocorrem na conformação dos complexos compostos com atividade antioxidante. (MCGEE, 2004).

Mesmo com a associação entre essas bactérias acéticas e as leveduras, é necessário um cuidado para não ocorrer contaminação de patógenos externos. É possível identificar uma cultura saudável através da observação dos constituintes, o SCOBY deve ter entre 6 a 12 mm, isso porque se for muito espessa pode impedir a oxigenação necessária, já se muito fina, pode indicar uma cultura contaminada. Os SCOBY saudáveis são resistentes a rasgos e sempre produzem novas culturas, enquanto o chá deve variar de branco a marrom-claro, e apresentar fios de leveduras (CRUM & LAGORY, 2016).

Processo de fermentação

Para ocorrer o processo de fermentação da kombucha é essencial, que seja fornecido uma fonte de carboidrato, no caso a sacarose fornecida é metabolizada pelas leveduras e bactérias em frutose e glicose. Segundo Reiss (1994), o açúcar branco é considerado o melhor substrato para esta fermentação, pois nessa forma a sacarose é mais facilmente metabolizada pela cultura de bactérias e leveduras. As leveduras convertem o açúcar em álcool e dióxido de carbono, enquanto as bactérias acéticas produzem novas camadas de celulose no SCOBY e metabolizam também o álcool produzido pelas leveduras em ácidos orgânicos (VIEIRA, 2013; JAYABALAN, *et. al*, 2010). Em situações aeróbias, ocorre a formação de álcool, que é convertido em ácidos orgânicos, como o ácido acético. Já em condições anaeróbias, o álcool não é convertido em ácidos,

resultando em uma bebida mais adocicada com menor sensação de acidez (VIEIRA, 2013).

Outros tipos de açúcar podem ser utilizados na elaboração da Kombucha, porém podem resultar em alterações tanto na composição química quanto nas características sensoriais (PALUDO, 2017). Como exemplos mais saudáveis, tem-se o açúcar mascavo e o mel, ricos em minerais, compostos orgânicos e vitaminas, que podem ser úteis para o processo de fermentação e também para agregar valor nutricional à bebida (WATAWANA, *et. al*, 2016).

Propriedades Farmacológicas da Kombucha

Em um estudo de revisão acerca dos benefícios e/ou malefícios causados pelo consumo da kombucha, foram diversas propriedades benéficas como: atividade antioxidante, redução dos níveis de colesterol e pressão, redução da propagação do câncer, melhora do fígado, do sistema imunológico e das funções gastrointestinais. Além de potenciais complicações como: redução de sódio no plasma; acúmulo de ácido lático no sangue; hepatite tóxica devido ao consumo excessivo de chá verde, dentre outros. (apud KAPP & SUMNER, 2019).

Os benefícios para a saúde relatados em estudos *in vitro* e *in vivo* incluem benefícios antimicrobianos, funções hepáticas e gastrointestinais, estimulação imunológica, desintoxicação, antioxidante, propriedades antitumorais, efeitos profiláticos e de recuperação da saúde por meio da estimulação imunológica; inibindo o desenvolvimento e progressão do câncer, doenças cardiovasculares, diabetes e doenças neurodegenerativas (apud KAPP & SUMNER, 2019).

A composição bioquímica da kombucha pode variar conforme o substrato utilizado, a concentração do chá, tempo de fermentação, quantidade de sacarose, qualidade da água e dos microorganismos presentes no SCOBY. Entretanto, de maneira geral a bebida compõe-se de ácidos orgânicos, minerais, proteínas, aminoácidos, purinas, açúcares, enzimas, compostos fenólicos, lipídeos, vitaminas hidrossolúveis entre outros metabólicos (GREENWALT, *et. al*, 2000).

Entre as propriedades biológicas que estão ligadas a simbiota, sendo a combinação entre probióticos e prebióticos, relevante para equilibrar a microbiota intestinal. Isso se dá devido à característica presente no chá fermentado, onde pode agir prevenindo diarreias, intolerância à lactose, doença de Crohn, síndrome do intestino irritável e,

também, colaborar com o aumento da imunidade (MEDEIROS; CECHINELZANCHETT, 2019).

Conforme estudos de Cavalari e Sanches (2018), entre as principais vitaminas que compõem a kombucha, estão a vitamina C e o complexo de vitaminas B, encontradas em maior concentração a Tiamina, Riboflavin, Piridoxina e cobalamina. Quanto aos ácidos orgânicos, estão presentes na bebida os ácidos cítrico, fólico, glicônico, glicurônico, láctico, málico, malônico, oxálico, pirúvico, succínico, tartárico e úsnico. Destaca-se o ácido glicurônico, produzido pelo fígado, por sua atividade desintoxicante e precursora da vitamina C (GREENWALT, *et. al*, 2000).

Os polifenóis encontrados na bebida são obtidos devido ao substrato utilizado para a fermentação, sendo eles responsáveis pelas características organolépticas da bebida como: cor, sabor e cheiro. Sendo que em sua maioria proporcionam a bebida coloração âmbar, e sabor levemente amargo e agridoce. (HARBOWY, *et. al*, 2010).

Outra característica relevante é o efeito desintoxicante, antioxidante e anti-inflamatório, os polifenóis presentes inibem a oxidação lipídica, e assim aumentam a transcrição de proteínas antioxidantes, bloqueio das atividades das cicloxigenases (COX) e lipoxigenases (LOX), redução na síntese de interleucinas e de TNF- α e atenuação de processos inflamatórios (MEDEIROS; CECHINELZANCHETT, 2019). Por sua vez, a capacidade desintoxicante se deve ao ácido glicurônico, formado após um processo enzimático no fígado. O ácido em questão liga-se a substâncias endógenas, como bilirrubina e hormônios esteroidais excessivos, bem como a substâncias exógenas, como poluentes, produtos químicos e demais substâncias químicas, sendo facilmente excretadas pela via renal.

Ademais, possui atividade antimicrobiana e antifúngica devido à formação de ácidos orgânicos e ao baixo pH, assim como a formação de catequinas, relevantes na eliminação do crescimento de possíveis agentes patogênicos (MEDEIROS; CECHINELZANCHETT, 2019).

Produção industrial de kombucha

A kombucha está se popularizando como bebida probiótica não só no Brasil, como em outros países. Apesar de encontrar dificuldades relativas aos benefícios prometidos não serem comprovados, a produção da bebida aumentou substancialmente nos últimos anos, a consultoria americana Micro Market Monitor estima que esse mercado cresce, em

média 25% ao ano. (MORDOR INTELLIGENCE. 2023; PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2018).

Em 2021 uma kombucharia de Rondônia foi escolhida para fazer parte do programa Inova Amazônia. Uma parceria do Sebrae com empresas da Alemanha. De acordo com a publicação:

O Inova Amazônia é um programa desenvolvido para fortalecer a bioeconomia na Amazônia e fomentar o crescimento econômico com inovação aberta, aliado à conservação ambiental. Uma iniciativa que busca potencializar o empreendedorismo na Amazônia Legal a partir da bioeconomia, reunindo o que há de mais inovador em sustentabilidade e atuando para promover o desenvolvimento territorial. (SEBRAE, 2022).

A kombucha apresenta muitas potencialidades, tanto na utilização como bebida, alimento funcional, devido suas propriedades, mesmo carecendo de estudos mais aprofundados. Pode ser comercializada, ajudando no desenvolvimento local.

METODOLOGIA

A pesquisa elaborada é de natureza qualitativa, sendo desenvolvida como projeto de TCC, em uma disciplina durante o semestre letivo, tendo como tempo de desenvolvimento total 4 meses, então através de consultas de artigos, dissertações, revistas e sites, foi possível concretizar uma breve revisão sobre a caracterização da kombucha, sendo descrita a seguir: foi elaborada uma receita com base no conhecimento familiar do processo de produção de kombucha caseira.

O SCOBY foi fornecido por uma produtora de kombucha artesanal de Capitão Leônidas Marques, a qual apresenta-se na forma de uma película fresca imersa no chá *starter* até então cultivado em chá-mate. O SCOBY foi então dividido em três exemplares, sendo transportado e armazenado em temperatura ambiente.

Figura 3 – SCOBY particionado



FONTE: do autor.

Para o cultivo das culturas, foram utilizados recipientes de vidro esterilizados, foi utilizada 350mL de água mineral de pH 7 (conforme descrito na embalagem) para cada um dos chás, sendo está aquecida até a fervura, e posteriormente adicionado os chás (material vegetal), individualmente, para obtenção dos chás por meio de infusão. Os chás utilizados foram adquiridos em comércio local em forma de sachês de 1,6g cada (saquinho) da marca Leão, não sendo necessário a filtração do mesmo. Enquanto a água ainda se encontrava sob temperatura aproximada de 40°C, foi adicionado 30g sacarose (açúcar cristal comercial Alto Alegre), agitando até completa dissolução. Após essa etapa o chá já adoçado foi mantido em repouso tampado até atingir a temperatura ambiente.

Após os chás atingirem a temperatura ambiente, uma alíquota de 350 mL de cada um foi transferida para o recipiente, devidamente esterilizado e etiquetado, estando dessa forma pronto para receber a cultura, o SCOBY. Quanto maior a massa do biofilme mais rápido o mesmo fermenta, dessa forma quando o SCOBY é menor em comparação com o chá, pode vir a levar um pouco mais de tempo.

A cada vidro com o chá foi adicionado uma alíquota de 50mL de chá *starter*, e uma fração da colônia. O vidro foi vedado utilizando papel de filtro com elásticos, evitando assim qualquer forma de contaminação, porém preservando a troca de gases. Os recipientes foram armazenados em local escuro, arejado e a temperatura ambiente.

Para ocorrer a fermentação da kombucha é necessário além de uma fonte de carboidratos, uma temperatura adequada e ausência de iluminação, dessa forma os recipientes contendo as culturas, foram mantidas sob as condições ideais, sendo coletadas as amostras conforme previsto.

Análise de Evolução das culturas.

As culturas foram mantidas durante 10 dias, coletadas amostras para análise de evolução de cada um dos substratos: amostra 1 - inicial sendo antes de adicionar a cultura, amostra 2 - após 7 dias de processo e amostra 3 - ao final da fermentação, sendo 10 dias, chegou-se a conclusão do final do processo fermentativo, devido a espessura do SCOBY formado, sendo aproximadamente 20mm

Figura 4 – SCOBY formado



FONTE: do autor.

As amostras foram submetidas às análises de pH (utilizando medidor de pH digital comercial marca lotus); densidade (densímetro de vidro ou refratômetro comercial vodex) e formação de álcool através do método ABV (*Alcohol by Volume*). As medidas foram feitas para fins qualitativos de acompanhamento do processo fermentativo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção caseira e distribuição de mudas de kombucha

A kombucha quando produzida de forma caseira, em sua maioria das vezes a receita é repassada por quem doa a ‘muda’, o SCOBY e o chá *starter*. Essa receita repassada não possui embasamento científico ou fisiológico, divergindo conforme o círculo de convívio social e regional ou cultural. Portanto, quando a receita é repassada, observa-se que não se tem uma explicação de quantidade exata de sacarose ou quantidade dos substratos do chá em sua maioria, é repassado que o substrato deve ser exclusivamente de uma determinada infusão, evidenciando que o conhecimento social é seguido sem um embasamento sobre os motivos de cada espécie de substrato ou de quantidades a ser usado. Também é possível observar quanto ao recipiente, embora

cientificamente sabe-se ser possível uma fermentação anaeróbica, apenas com a saída de CO₂, no conhecimento popular é ensinado que se deve permitir uma troca de gases, dessa forma tem-se de tampar o recipiente com material que permita isso.

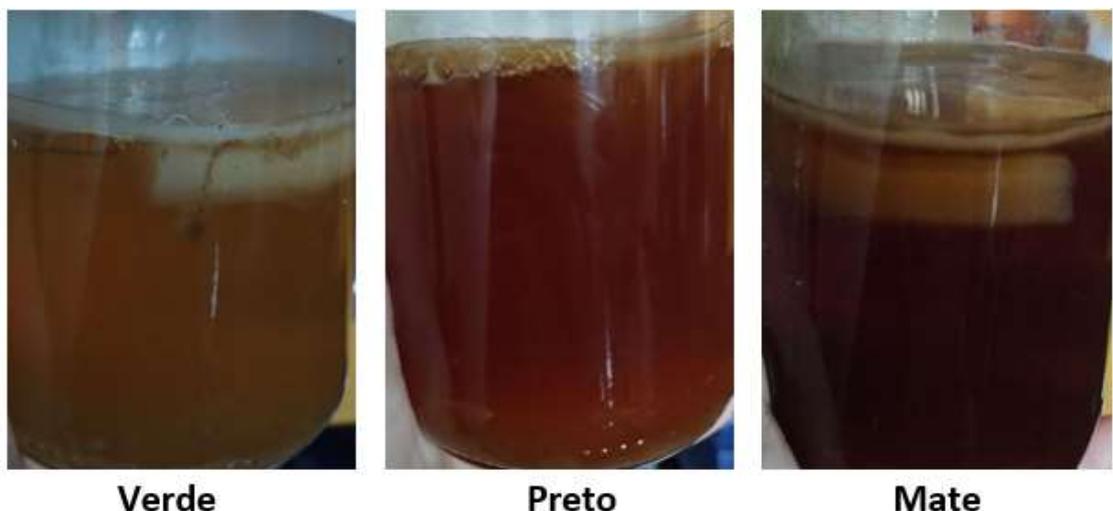
Na forma caseira de produção, não se tem o hábito de medir o pH, ou densidade para saber quando é adequado encerrar o processo de fermentação. Essa etapa é decidida com base na espessura do SCOBY, visto a olho nu. Espera-se que a bebida adquira um tom âmbar, e que o SCOBY apresente uma espessura de 10 a 20mm, contendo filamentos de levedura submersos.

Embora não esteja incorreta a forma de preparo caseira, a mesma não é reprodutível, havendo muitos fatores variáveis que impactam diretamente na cor, sabor e demais parâmetros da bebida.

Período de Fermentação

Na figura 5 é observável o resultado final da fermentação, onde em cada um dos recipientes encontra-se um SCOBY saudável na superfície, e filamentos das leveduras.

Figura 5 – Resultado da fermentação, nos respectivos chás utilizados

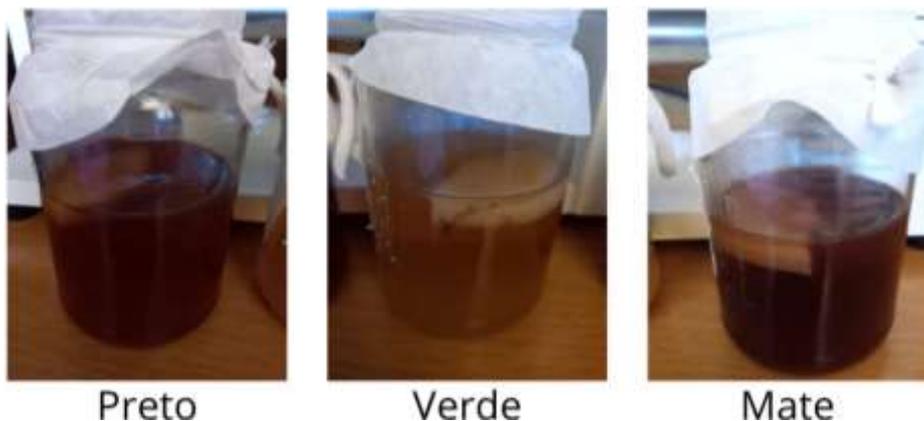


FONTE: do autor.

Foi possível observar que após o final de fermentação a coloração dos chás mudou, ficando levemente mais clara que a inicial. O sabor levemente acidificado e carbonatado confere com o apresentado na literatura, tendo apenas algumas alterações devido ao substrato utilizado, onde o verde apresenta-se mais suave, o mate intermediário, enquanto o preto apresenta um sabor mais forte e marcante.

Na figura 6 pode ser visto o processo em andamento com a presença do SCOBY no topo (figura 7).

Figura 6 –Após 2 dias de Fermentação, nos respectivos tipos de chás utilizados.



FONTE: do autor.

Figura 7 - Superfície da amostra evidenciando a formação do SCOBY



FONTE: do autor.

Os resultados obtidos para as análises realizadas podem ser observados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Análise do pH

	Amostra 1- Antes da fermentação	Amostra 2 - Durante a fermentação	Amostra 3 - Término da fermentação
Verde	6,87	3,44	3,40
Preto	6,27	3,35	3,37
Mate	7,23	3,46	3,31

Tabela 2 – Análise da Densidade

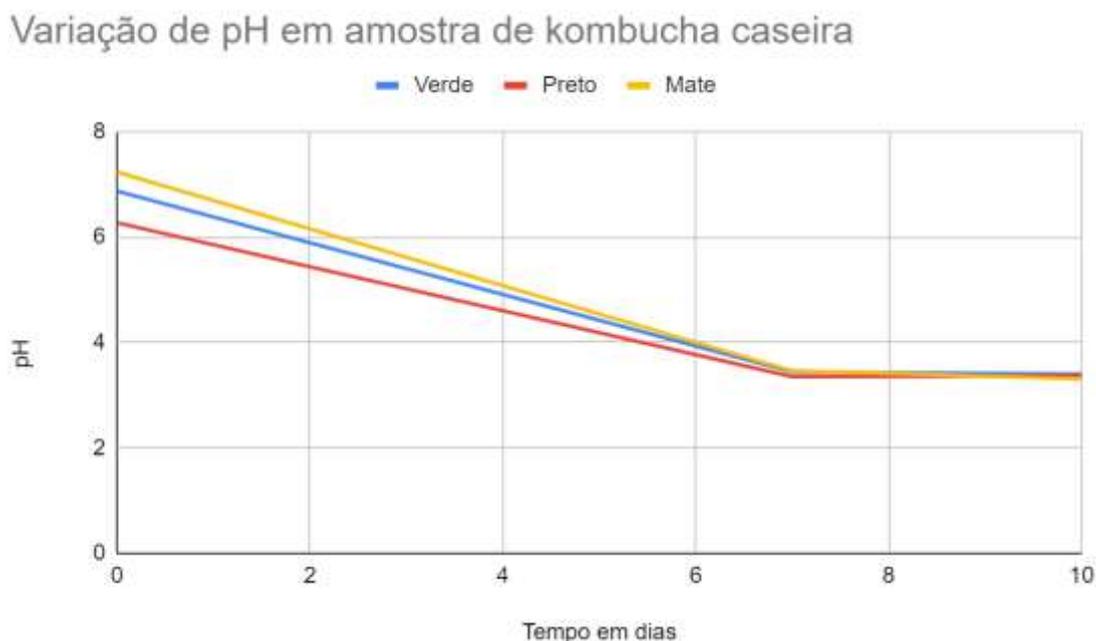
	Amostra 1- Antes da fermentação	Amostra 2 - Durante a fermentação	Amostra 3 - Término da fermentação
Verde	1044	1044	1044

	Amostra 1 - Antes da fermentação	Amostra 2 - Durante a fermentação	Amostra 3 - Término da fermentação
Preto	1047	1047	1044
Mate	1047	1047	1046

Durante o processo fermentativo, foi observado um decréscimo no pH da mesma ordem de grandeza para todas as amostras, com pequenas variações. Essa diminuição no pH confirma a produção de ácidos orgânicos. O que também corrobora com Mcgee (2004), que apresenta que pesquisadores encontraram variações intervalos entre 6 até 2,5 de pH, dependendo das condições de fermentação, período fermentativo, carboidrato e substrato utilizado.

É visível na figura 8 que na primeira etapa de fermentação o pH tem uma queda acentuada nos 3 sistemas, enquanto na segunda etapa o mesmo decai lentamente. Isso ocorre, segundo explicação de Jayabalan *et. al.*, (2010), porque ao passar alguns dias, o decréscimo do pH se torna mais lento pelo efeito tampão proveniente da reação entre os íons hidrogênio (H_3O^+) dos ácidos orgânicos e os ânions de bicarbonato (HCO_3^-), formados na dissociação aquosa de dióxido de carbono (CO_2).

Figura 8 - Variação do pH durante processo fermentativo



Conforme estudo realizado por Paludo (2017), realizando a análise sobre a obtenção de kombucha utilizando o chá-verde e erva-mate, o mesmo observou que a redução do pH está diretamente ligada ao aumento do ácido acético. Isso porque as leveduras anaeróbicas não convertem todo o açúcar em álcool, sendo assim o teor remanescente é utilizado pelas bactérias na formação de ácido acético. A hidrólise inicial é destinada às leveduras, que conforme a fermentação avança, transformam os dissacarídeos em monossacarídeos, as moléculas de sacarose se ligam ao sítio ativo da enzima sendo convertidas em glicose e frutose, posteriormente com o decorrer da fermentação continuam a se transformar em outros subprodutos de forma paralela, mudando a composição da kombucha durante o processo de fermentação.

Com o decorrer da fermentação as leveduras anaeróbicas utilizam o açúcar para produzir etanol, no mesmo momento as bactérias utilizam o etanol e o açúcar remanescente para a produção de ácido glucônico e ácido acético (JAYABALAN, *et. al*, 2010, VIEIRA, 2013).

O teor do álcool pode ser calculado pela equação %ABV (*Alcohol by Volume*) = $131,25 * (OG - FG)$, onde OG é a densidade inicial do chá adocicado, e FG a densidade final após a fermentação. Essa equação é amplamente utilizada por cervejeiros caseiros para estimar a quantidade de álcool nas cervejas. (CERVEJEIRA UAI, 2022; CENTRAL BREW).

Tabela 3 – Análise do teor de álcool

Amostras 3	Teor Álcool
Verde	0,0%
Preto	0,393%
Mate	0,131%

De acordo com a instrução normativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), portaria Nº 103 de setembro de 2018, o pH considerado aceitável para a bebida deve estar entre 2,5 a 3,5, e é considerado bebida alcoólica quando o teor alcoólico for maior que 0,5% e v/v e menor que 1,5% v/v. Desta forma as amostras analisadas obtiveram o pH dentro da faixa e o teor alcoólico abaixo estipulada pelo MAPA. No caso do chá verde não foi observado variação da densidade, provavelmente, devido à sensibilidade do equipamento utilizado, o que também afetou a leitura do resultado do teor de álcool igual a 0,00%. O mesmo pode ser estendido para as outras

amostras. Provavelmente, o resultado poderia diferir caso fosse utilizado um equipamento mais preciso.

A utilização da kombucha como tema gerador de ensino de Ciências e Química.

Na educação, a produção de kombucha caseira pode ser utilizada como tema gerador no ensino de Ciências e Química, tanto do ponto de vista teórico quanto prático. Neste trabalho é apresentado a produção de kombucha caseira, a determinação de densidade e pH dos chás e da kombucha preparada, além de sugestões na utilização de kombucha como tema gerador no ensino de Ciências e Química.

A utilização da kombucha como tema gerador no ensino, possibilita abordar assuntos que façam uma ponte entre o conhecimento popular com a ciência e o saber científico, essa abordagem utilizando o conhecimento popular não tem sido muito utilizado no ensino, entretanto essa forma de abordagem é muito benéfica, pois aproxima o aluno, favorecendo um diálogo entre professor e aluno, bem como uma maior compreensão dos conteúdos abordados. (GONDIM, 2008).

Com todo o processo de análise das propriedades desenvolvidas durante a fermentação da kombucha, as propriedades funcionais descritas na literatura, torna-se possível a utilização da kombucha como tema gerador no ensino de Ciências e Química. Este tema possibilita a exploração de assuntos relevantes aos estudantes, como reações biológicas, estudo de pH, processos de fermentação, microbiologia, alimentação saudável, dentre outros, de forma teórica e prática, já que tanto o processo de obtenção quando os insumos e equipamentos necessários são de baixo custo e facilmente encontrados nas residências dos estudantes.

As aulas podem abordar conteúdos de caráter histórico, social, cultural, químico e nutricional, devido às propriedades probióticas e funcionais da kombucha, podendo assim ser incluída como forma de alimentação mais saudável.

Como sugestão, em uma primeira aula, seria relevante evidenciar a evolução histórica da bebida e como se iniciou o consumo e preparação dela. Seria interessante fornecer aos estudantes material de pesquisa e instigá-los a formular hipóteses sobre a evolução de sua disseminação. Na sequência, a segunda aula, poderia ser trabalhada questões sociais e culturais sobre a pouca divulgação e consumo da bebida frente aos seus benefícios. Na terceira e quarta aula, seriam utilizadas para o desenvolvimento dos

conteúdos químicos, como, por exemplo: pH, densidade, funções orgânicas, leveduras, ácidos e bases. Na quinta e sexta aula, poderia ser iniciada a abordagem nutricional e funções probióticas da bebida, assim como os benefícios do consumo da mesma. Neste sentido, atividades de pesquisa podem ser propostas aos estudantes a fim de que eles realizem pesquisas sobre o tema, desenvolvendo uma possível estratégia de divulgação para o aumento do consumo em vez de refrigerantes.

Aliado a teoria, poderia ser realizada a produção de kombuchas na escola, onde os estudantes poderiam observar as modificações ocorridas ao longo do tempo, e até mesmo, experimentar o produto final, visto que a sua preparação é feita prezando as boas práticas de higiene, a conscientização da alimentação saudável e seus impactos na saúde, avaliação do custo financeiro de produção e incentivo ao empreendedorismo. Sendo assim, utilizar a kombucha como tema gerador de ensino, propicia uma transversalização do ensino, perpassando por diversas áreas do conhecimento, sem deixar o conhecimento popular e histórico de lado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a kombucha não seja tão conhecida, possui benefícios ligados ao seu consumo, que eventualmente colaboram com a saúde de quem consome. Entretanto, a falta de estudos sobre a mesma dificulta a disseminação e sua utilização como alternativa saudável às bebidas industrializadas.

Quando preparada de forma artesanal, é extremamente necessário o cuidado com a higiene para não ocorrer contaminações, já que a produção de forma industrial ainda não é muito difundida no Brasil.

A produção de forma artesanal, pode ocasionar uma variação das propriedades químicas, principalmente sobre o pH, a hidrólise da sacarose e a formação de álcool, o que em alguns casos altera o sabor da bebida, quando o pH decai muito acaba alterando o sabor e sendo menos atrativa sensorialmente, devido ao gosto mais ácido e amargo.

A utilização da kombucha como tema gerador no ensino de Ciências e Química agrega valor ao conhecimento popular, ao passo que os conteúdos relativos às grades curriculares podem ser ministrados de forma prática, de forma fácil e com baixo custo, tornando o ensino mais significativo.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, A.L.; OLIVEIRA, G.G. Alimentos Funcionais. *Jornal eletrônico da UFSC*. Florianópolis, SC, n. 5, p. 3-6, 2008

CAVALARI, T. G., SANCHES, R. Os efeitos da vitamina c. *Revista saúde em foco*, p. 749–765. 2018.

CERVEJEIRA UAI. ABV – Volume de álcool na cerveja, 2022. Disponível em: <https://cervejeirauai.com/2022/03/22/abv-cerveja/>. Acesso em: 27 de fev. de 2023.

CENTRAL BREW, Descubra como calcular a quantidade de álcool na cerveja, © 2023. Disponível em: <https://centralbrew.com.br/blog/ descubra-como-calcul ar-a-quantidade-de-alcool-na-cerveja/>. Acesso em: 27 de fev. de 2023.

CHEN, C.; LIU, B. Y. Changes in major components of tea fungus metabolites during prolonged fermentation. *Journal of Applied Microbiology*, England, v. 89, n. 5, p. 834-839, 2000.

CRUM, Hannah; LAGORY, Alex. *The Big Book of Kombucha: Brewing, Flavoring and Enjoying the Health Benefits of Fermented Tea*. Adams do Norte (EUA): Storey Publishing, 2016.

DUFRESNE, C; FARNWORTH, E. Tea, Kombucha and Health: a review. *Food Research International*. v 33, p 409-421, 2000.

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.

GONDIM, Maria Stela da Costa; Mól, Gerson de Souza. Saberes populares e ensino de ciências: possibilidades para um trabalho interdisciplinar. *Química Nova na Escola*, n. 30, p. 3-9, 2009.

HARBOWY, M., BALENTINE, D., DAVIES, A., CAI, Y. Tea Chemistry. *Critical Reviews in Plant Sciences*, v. 16, n. 5, p. 415–480. -2010.

JARRELL, J; CAL, T and BENNETT, J. W. The kombucha consortia of yeast and bacteria. *Mycologist*, V.14, n.4, nov. 2000.

JAYABALAN, R.; MALBASÃ, R.V; LONCAR, 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*, vl.13, 2014.

JAYABALAN, R.; MALINI, K.; SATHISHKUMAR, M.; SWAMINATHAN, K.; YUN, S. Biochemical Characteristics of Tea Fungus Produced During Kombucha Fermentation. Food Science and Biotechnology, v. 19, p. 843-847, 2010.

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.

MAPA, PORTARIA Nº 103, DE 20 DE SETEMBRO DE 2018 - Diário Oficial da União - Imprensa Nacional, Disponível em: <https://alimentusconsultoria.com.br/wp-content/uploads/2018/10/PORTARIA-N%C2%BA-103-DE-20-DE-SETEMBRO-DE-2018-Di%C3%A1rio-Oficial-da-Uni%C3%A3o-Imprensa-Nacional.pdf>, Acesso em: 03 de fev de 2023.

MCGEE H. 2004. On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen, págs. 435-41. Scribner, Nova Iorque, EUA. ISBN: 1416556370

MEDEIROS, S.C.G., CECHINEL-ZANCHETT, C.C. Kombucha: Efeitos in Vitro E in Vivo. Infarma - Ciências Farmacêuticas, v. 31, n. 2, p. 73–79. 2019.

MORDOR INTELLIGENCE. Mercado de kombucha na América do norte - crescimento, tendências, impacto do COVID-19 e previsões (2023 - 2028). © 2023. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/north-america-kombucha-market>, Acesso em: 02 de fev. de 2023.

PALUDO, N. Desenvolvimento e caracterização de kombucha obtida a partir de chá verde e extrato de erva-mate: processo artesanal e escala laboratorial. [Trabalho de Conclusão de Curso], Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO: Produção de kombucha se multiplica no Brasil. 2018. Disponível em: <https://www.portaldoagronegocio.com.br/agroindustria/processamento/noticias/producao-de-kombucha-se-multiplica-no-brasil-177446>. Acesso em: 02 de fev de 2023.

REISS, J. Influence of different sugars on the metabolism of the tea fungus. Z. Lebensm. Unters. For., Berlin, v. 198, n. 3, p. 258-261, 1994.

SANTOS, Mafalda Jorge dos. Kombucha: caracterização da microbiota e desenvolvimento de novos produtos alimentares para uso em restauração [Dissertação de Mestrado]. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa, 2016.

SEBRAE: A empresa Amazô Kombucha de vilhena é selecionada para missão Brasil-Alemanha. 2022. Disponível em: <https://ro.agenciasebrae.com.br/modelos-de-negocio/amazo-kombucha-e-a-empresa-rondoniense-selecionada-para-a-missao-brasil-alemanha/>. Acesso em: 02 de fev. de 2023.

SOARES, G. S, Propriedades Emergentes, aplicações e uso terapêutico do kombucha e seu SCOBY: Uma revisão. [Trabalho de Conclusão de Curso], Universidade Federal de Uberlândia, 2021.

VELASQUEZ-Melendez G, Molina MDCB, Benseñor IM, Cardoso LO, Fonseca MJM, Moreira AD, et al. Sweetened Soft Drinks Consumption Is Associated with Metabolic Syndrome: Cross-sectional Analysis from the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). *Journal of the American College of Nutrition*. 36(2): 99-107, 2017.

VIDAL, A. M.; DIAS, D. O.; MARTINS, E. S. M.; OLIVEIRA, R. S.; NASCIMENTO, R. M. S.; CORREIA, M. das G. da S. A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doenças. *Caderno de Graduação - Ciências Biológicas e da Saúde - UNIT - SERGIPE*, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 43–52, 2012.

VIEIRA, D. C. M. (2013). Produção de biofilme (membrana de biocelulose) por *Gluconacetobacter xylinus* em meio de resíduos de frutas e folhas de chá verde (Tese de Doutorado), Universidade de São Paulo. São Paulo.

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*, p. 1-10, 2016.

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Santos, Danieli Aparecida Borges dos
KOMBUCHA CASEIRA: PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E
POTENCIALIDADES NA UTILIZAÇÃO COMO TEMA GERADOR NO
ENSINO DE CIÊNCIAS E QUÍMICA / Danieli Aparecida Borges
dos Santos. -- 2023.
22 f.:il.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Antonio Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Licenciatura em Química, Realeza, PR, 2023.

1. kombucha. 2. Bebida Fermentada. 3. Probiótico. I.
Silva, Adriano Antonio, orient. II. Universidade Federal
da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

DANIELI APARECIDA BORGES DOS SANTOS

**KOMBUCHA CASEIRA: PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E POTENCIALIDADES NA
UTILIZAÇÃO COMO TEMA GERADOR NO ENSINO DE CIÊNCIAS E QUÍMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Graduação em Química Licenciatura da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciando em Química.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 24/02/2023.

BANCA EXAMINADORA

Adriano Antonio Silva

Prof. Dr. Adriano Antonio Silva – UFFS
Orientador

Shirani Kaori Haraguchi

Prof^a. Dra .Shirani Kaori Haraguchi – UFFS
Avaliador

Letiere C. Soares

Prof. Dr. Letiere Cabreira Soares – UFFS
Avaliador