



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PICOS
CURSO LICENCIATURA EM QUÍMICA

LUANA RIBEIRO RODRIGUES

ESTUDO BIBLIOGRÁFICO DOS PROCESSOS FERMENTATIVOS NA
PRODUÇÃO DE CERVEJA E KOMBUCHA

PICOS
2026

LUANA RIBEIRO RODRIGUES

**ESTUDO BIBLIOGRÁFICO DOS PROCESSOS FERMENTATIVOS NA
PRODUÇÃO DE CERVEJA E KOMBUCHA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Picos.

Orientador: Prof. Me. Francisco de Assis Araújo Barros

PICOS

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Rodrigues, Luana Ribeiro
R696e Estudo bibliográfico dos processos fermentativos na produção de cerveja e kombucha / Luana Ribeiro Rodrigues. - 2026.
26 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Picos, 2026.
Orientador : Prof Me. Francisco de Assis Araújo .

1. Bioquímica. 2. Cerveja. 3. Kombucha. 4. Bebidas fermentadas. I. Título.

CDD - 540

Elaborado por Silvio de Carvalho Gomes Coutinho CRB 3/1362

LUANA RIBEIRO RODRIGUES

**ESTUDO BIBLIOGRÁFICO DOS PROCESSOS FERMENTATIVOS NA
PRODUÇÃO DE CERVEJA E KOMBUCHA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Picos.

Orientador: Prof. Me. Francisco de Assis Araújo Barros

Aprovada em: _10_/08____/2026_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Francisco de Assis Araújo Barros (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Profª. Ma. Rayza Borba de Lima
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Prof. Me. Renato Pereira de Sousa
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

RESUMO

A fermentação é um processo bioquímico muito utilizado na produção de alimentos e bebidas, destacando-se, entre elas, a cerveja e a kombucha. Este trabalho tem como objetivo analisar e comparar os processos fermentativos dessas duas bebidas, abordando seus aspectos históricos, microbiológicos e bioquímicos. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica de abordagem qualitativa, desenvolvida a partir da análise de artigos científicos e livros. Ao longo do estudo, são apresentadas as principais características da fermentação alcoólica, predominante na produção da cerveja, e da fermentação mista presente na kombucha, conduzida por uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras. Os resultados destacam diferenças significativas entre as etapas, principalmente quanto aos microrganismos envolvidos, ao teor alcoólico e às propriedades funcionais das bebidas. Conclui-se que ambas possuem grande relevância científica e tecnológica, apresentando particularidades que justificam o crescente interesse acadêmico e mercadológico.

Palavras-chave: Fermentação; Cerveja; Kombucha; Bioquímica; Bebidas fermentadas.

ABSTRACT

Fermentation is a biochemical process widely used in the production of foods and beverages, among which beer and kombucha stand out. This study aims to analyze and compare the fermentative processes of these two beverages, addressing their historical, microbiological, and biochemical aspects. It is a bibliographic research with a qualitative approach, developed from the analysis of scientific articles and books. Throughout the study, the main characteristics of alcoholic fermentation, predominant in beer production, and mixed fermentation, present in kombucha and conducted by a symbiotic culture of bacteria and yeasts, are presented. The results highlight significant differences between the stages, mainly regarding the microorganisms involved, the alcohol content, and the functional properties of the beverages. It is concluded that both have great scientific and technological relevance, presenting particularities that justify the growing academic and market interest.

Keywords: Fermentation; Beer; Kombucha; Biochemistry; Fermented beverages.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O contexto histórico do chá	14
Figura 2 – As etapas de produção da cerveja	16
Figura 3 – Formulação da kombucha	17

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 JUSTIFICATIVA.....	11
3 OBJETIVOS	12
3.1 objetivo geral.....	12
3.2 objetivos específicos	12
4 REFERENCIAL TEÓRICO	13
4.1 História da cerveja.....	13
4.2 História da kombucha.....	14
4.3 Fermentação da cerveja e da kombucha	15
4.4 Microrganismos envolvidos na fermentação da cerveja e da kombucha	18
4.5 Bioquímica da fermentação alcoólica e da fermentação não alcoólica	19
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	20
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
7 CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

A fermentação é um método químico muito antigo usado para a modificação de matérias-primas naturais, no qual microrganismos alteram açúcares em compostos como álcool e ácidos orgânicos. Diante disso, a cerveja e a kombucha destacam-se por mostrar suas qualidades sensoriais específicas e por estarem ligadas à formação de substâncias bioativas, o que colabora para o crescente interesse científico e tecnológico por bebidas fermentadas.

Atualmente, a cerveja vem se destacando como uma das bebidas fermentadas mais consumidas mundialmente. As leveduras do gênero *Saccharomyces* são responsáveis pela fermentação dos açúcares do mosto e pela preparação de compostos aromáticos essenciais, sendo o lúpulo adicionado ao final da preparação para conferir sabor e aroma (Bamforth, 2009; Bokulich; Bamforth, 2013). Já a kombucha, obtida a partir da fermentação do chá por uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras, vem se destacando por ser considerada um alimento funcional, associado a possíveis benefícios à saúde, o que contribui para o crescente interesse científico e tecnológico por bebidas fermentadas (Jayabalan *et al.*, 2014; Kapp; Sumner, 2019).

A cerveja pode ser definida como uma bebida a partir da fermentação do mosto de cevada maltada ou extrato de malte, usando levedura cervejeira. O mosto é apresentado a um método de cocção e enriquecido com lúpulo ou extrato de lúpulo, podendo, em alguns casos, ter uma parte da cevada maltada ou do extrato de malte substituída parcialmente por adjunto cervejeiro. O malte é derivado da germinação e secagem da cevada, e a temperatura da secagem é um fator crucial para diferenciar os tipos de malte, influenciando a cor e o sabor dos diversos estilos de cerveja (Brasil, 2019b, 2025). Além do tipo de malte, o processo de fermentação também caracteriza os diferentes estilos de cerveja.

Segundo o Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja (SINDICERV, 2022), o setor cervejeiro mundial contribuiu com a economia brasileira de várias formas no âmbito econômico e na geração de empregos nos anos de 2015 a 2019. A indústria de cervejas artesanais é uma das partes em expansão no setor de bebidas. Os consumidores têm um papel essencial na formação e no movimento dos mercados, afetando a escolha e a variedade de produtos, influenciando de forma intencional ou não (Aquilani *et al.*, 2015; Kjeldgaard *et al.*, 2017).

No intuito de aumentar a qualidade da matéria-prima usada na produção de cervejas artesanais, as microcervejarias criam perfis aromáticos distintos e aspectos nutricionais únicos (Canonico *et al.*, 2021). A qualidade de uma cerveja é analisada por um conjunto composto de características e perceptuais que incluem aparência, aroma, sabor e textura, pois é uma bebida incrivelmente versátil, consumida em vários contextos. Os consumidores estão se tornando cada vez mais informados sobre o que integra as características desejáveis de sabor e o “frescor” da cerveja, por isso, o setor de bebidas enfrenta grandes dificuldades em tentar desenvolver alguns estilos de cervejas e/ou elaborar estilos completamente novos (Brewers Association, 2014; Liguori *et al.*, 2015; Salanță *et al.*, 2020).

Defina-se a kombucha como uma bebida de simples produção e grandes impactos na saúde, ela tem atraído o mercado consumidor e novas marcas vêm surgindo nos últimos anos destacando seu sabor doce e refrescante. Em escala industrial, a produção vem sendo utilizada e o mercado tem tido crescimento significativo, sendo a kombucha o produto que mais cresce no setor dentre as bebidas funcionais (Dutta; Paul, 2019).

O mercado mundial da kombucha vem crescendo significativamente, impulsionado pela conscientização dos consumidores sobre seus benefícios e pelas crescentes preocupações com saúde e estilo de vida (Jayabalan; Waisundara, 2019), destacando-se entre as bebidas funcionais (Dutta; Paul, 2019). No Brasil, essa tendência se reflete no crescimento do setor a partir de 2017, consolidado em 2018 com a formação da Associação Brasileira de Kombucha (ABKOM), que reúne cerca de 50 empresas, produzindo em média 500 mil litros mensais e faturando 11 milhões de reais (Farisco, 2020).

2 JUSTIFICATIVA

Justifica-se a escolha do tema pelo crescimento e a valorização de bebidas fermentadas tanto no mercado quanto no meio científico, principalmente diante do aumento do consumo de cervejas e da popularização da kombucha como bebida funcional. Mesmo que as duas utilizem processos fermentativos, mostram diferenças significativas quanto ao tipo de fermentação, aos microrganismos envolvidos e ao teor alcoólico final.

Portanto, o estudo torna-se relevante por contribuir para o entendimento científico desses processos, ajudando os estudantes e profissionais da área de alimentos, química e biotecnologia. O trabalho também busca esclarecer as distinções entre fermentação alcoólica e não alcoólica, promovendo conhecimento técnico e acadêmico sobre bebidas fermentadas amplamente consumidas.

3 OBJETIVOS

3.1 objetivo geral

Observar e comparar os procedimentos fermentativos da cerveja e da kombucha, analisando suas características históricas, microbiológicas e bioquímicas, destacando as mudanças entre a fermentação alcoólica e a fermentação não alcoólica, tendo base na literatura científica.

3.2 objetivos específicos

- Mostrar o contexto histórico das duas bebidas, ressaltando sua importância cultural ao longo do tempo;
- Explicar o procedimento de fermentação da cerveja, destacando o papel das leveduras e as etapas do processo produtivo;
- Descrever o processo fermentativo da kombucha, mostrando a atuação da cultura simbiótica de bactérias e leveduras (SCOBY);
- Verificar os aspectos bioquímicos da fermentação alcoólica e da fermentação não alcoólica;
- Demonstrar as diferenças quanto à formação de álcool, ácidos orgânicos e características finais das bebidas.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

As bebidas fermentadas acompanham a trajetória humana desde o início das civilizações, executando um papel importante tanto na alimentação quanto nos aspectos culturais e sociais dos povos. No meio dessas bebidas, destacam-se a cerveja, tradicionalmente associada ao consumo alcoólico e à produção artesanal e industrial, e a kombucha, bebida fermentada à base de chá que vem se destacando no mercado atual por seu caráter funcional. As duas têm em comum o processo de fermentação, no qual microrganismos atuam na transformação de substratos, resultando em produtos com características sensoriais, nutricionais e tecnológicas específicas.

4.1 História da cerveja

Através da fermentação, os produtos obtidos, como a cerveja, acompanham o decorrer da humanidade desde o período em que o povo deixou o nomadismo e passou a praticar a agricultura, especialmente o cultivo de cereais. Estima-se que os primeiros registros relacionados à produção de bebidas fermentadas datem de aproximadamente 9000 a.C., evidenciando a importância desses processos ao longo do desenvolvimento das civilizações (Zarnkow, 2014).

De início, a produção da cerveja acontecia de maneira simples e sem o conhecimento científico dos microrganismos envolvidos. Há indícios históricos, como registros da Inglaterra Medieval, que demonstram o uso de termos associados às leveduras, frequentemente relacionados à formação de espuma durante a fermentação (Livens, 2016). A bebida que mais se aproxima da cerveja consumida atualmente começou a ser aprimorada por volta de 8000 anos atrás, na região da Mesopotâmia, possivelmente de forma acidental, a partir da fermentação espontânea de pães, originando a expressão conhecida como “pão líquido” (Sorbo, 2017).

Registros decorrentes indicam que, por volta de 5400 a.C., no Egito Antigo, já existia o consumo de uma bebida fermentada semelhante à cerveja mesopotâmica. A civilização egípcia teve papel relevante na difusão dessa bebida para outras regiões, especialmente para o Oriente e a bacia do Mar Mediterrâneo, por meio de suas rotas comerciais e trocas culturais com outros povos (Alves Júnior, 2010).

Ao longo da história, até o início da Idade Média, a produção de cerveja era majoritariamente realizada por mulheres, que usavam ingredientes locais, como frutas, ervas e especiarias, com o objetivo de melhorar o sabor e aumentar a aceitação da bebida entre os consumidores (Barnett, 2000; Carvalho; Bento; Silva, 2006).

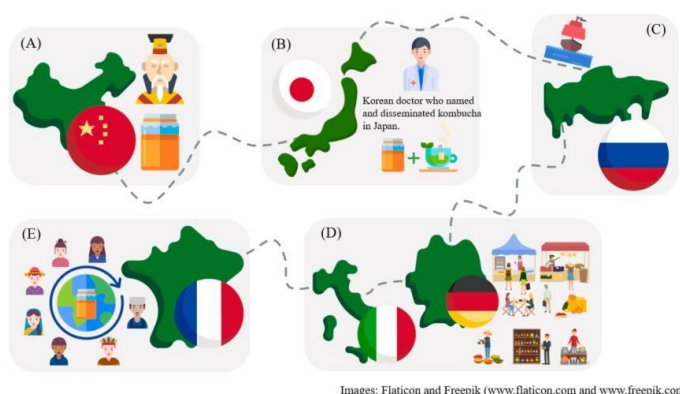
Apesar de sua ampla difusão, a cerveja nem sempre foi bem aceita pelas classes sociais mais elevadas em civilizações como Grécia e Roma, onde havia maior preferência por bebidas como o vinho. Por um lado, a cerveja era bastante consumida pelas camadas populares, devido ao seu baixo custo de produção e fácil acesso.

No Brasil, a cerveja passou a ter maior destaque a partir do século XIX, especialmente com a chegada da família real portuguesa ao país, em 1808, no período da fuga das tropas de Napoleão Bonaparte (Lima, 2014). Com o aumento das importações, principalmente da Inglaterra, a bebida ganhou popularidade no território nacional e passou a fazer parte dos hábitos de consumo da população (Angeloni, 2016).

Nos dias atuais, observa-se um crescimento bem significativo no mercado de microcervejarias no Brasil, evolução semelhante ao ocorrido nos Estados Unidos a partir da década de 1980. Esse cenário incentivou o surgimento de pequenos produtores artesanais, ao mesmo tempo em que trouxe desafios relacionados à legislação e à regulamentação do setor, gerando debates entre órgãos governamentais e associações cervejeiras (Brasil, 2019b, 2025; Santos, 2004).

4.2 História da kombucha

Figura 1 – O contexto histórico do chá



Fonte: Adaptado de Flaticon e Freepik (www.flaticon.com e www.freepik.com).

O chá mais antigo conhecido como o remédio natural popularizado por suas propriedades desintoxicantes, o chá tem diversas variedades. Acredita-se que tenha se originado na China há aproximadamente 5.000 anos e, por conta dos seus benefícios à saúde, ele foi considerado pelo povo coreano e japonês como uma “bebida sagrada”, conforme Figura 1 (Nishimura *et al.*, 2010).

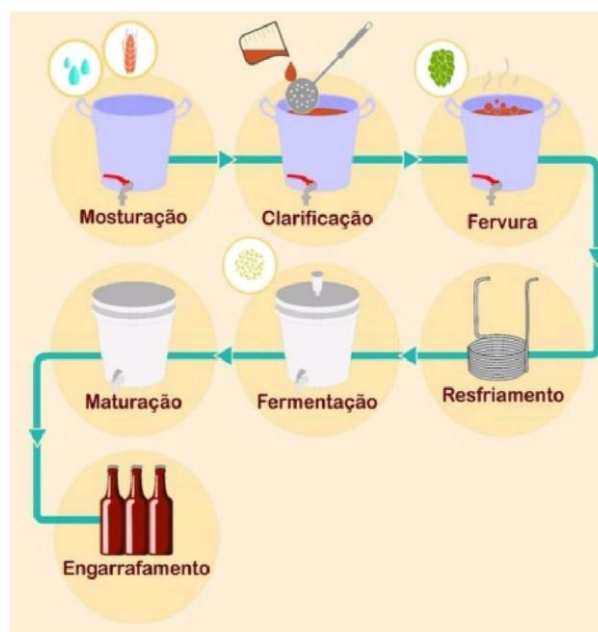
Por volta de 414 d.C., o chá fermentado foi levado para o Japão por um médico coreano chamado Kombu, que tinha interesse em curar problemas digestivos do rei Ikyo. Logo em seguida, populariza-se então o nome “kombucha” (Kaufmann *apud* Santos, 2016). O chá encontrou sua porta de entrada no mundo a partir da extensão das rotas comerciais, sendo introduzido na Europa e na Rússia, com o aumento do seu consumo após a Segunda Guerra Mundial (Jayabalan *et al.*, 2014).

4.3 Fermentação da cerveja e da kombucha

Nos dias atuais, com o aumento no mercado de cervejas artesanais, a indústria tem buscado intensificar a rentabilidade do processo cervejeiro e criar produtos de melhor qualidade para o consumidor geral. O consumo de carboidratos comumente residuais permitiria cervejas com maior porcentagem alcoólica, melhor aproveitamento do malte utilizado e um produto final com menor quantidade de açúcares.

Sabe-se que a fermentação pode ser resumidamente dividida em três principais estágios. A fase lag, período em que as leveduras se adaptam ao ambiente no qual foram inoculadas, não ocorre significativo consumo de carboidratos, porém as células já estão metabolicamente ativas e consomem componentes do mosto como oxigênio e nitrogênio. A fase de crescimento ou de fermentação propriamente dita é o período em que as leveduras utilizam carboidratos como glicose, frutose, maltose e maltotriose para reprodução, produção de etanol e CO₂, entre outros componentes capazes de influenciar o produto final. Por último, há a fase estacionária, em que os nutrientes do mosto já não possuem concentrações altas o suficiente para que as leveduras mantenham a metabolização dos carboidratos e as células entram em estado de quase dormência e as taxas de floculação e sedimentação das leveduras se elevam, revelado na Figura 2 (Livens, 2016; Harrison; Albanese, 2017).

Figura 2 – As etapas de produção da cerveja representadas em esquema simplificado



Fonte: Adaptado de DOCPAYER, 2016.

Depois do processo de fermentação, ocorre a maturação e o envase. No decorrer da etapa de maturação, a bebida já está praticamente finalizada para o envase e consumo, isso faz com que pequenos produtores ignorem a etapa ou reduzam o seu tempo de duração.

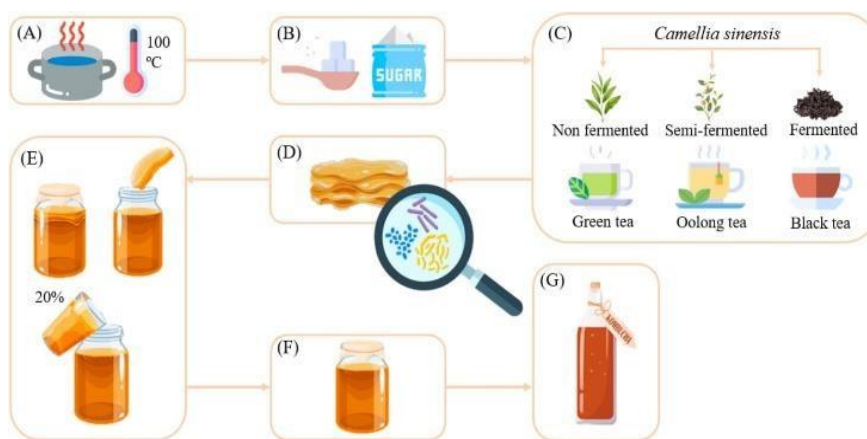
A maturação consiste em deixar a cerveja descansando por algumas semanas, variando de uma a duas, em temperatura baixa, sempre menor do que a temperatura utilizada durante a fermentação e na remoção do fermento para que suas características se tornem constantes e uniformes. Durante o envase, deve-se tomar cuidado para evitar contaminações e é nessa etapa que pode ocorrer os processos de pasteurização e carbonatação da bebida; o processo pode ser em garrafas, latas e barris (Cervieri *et al.*, 2014).

Na Figura 3 é revelado o modo de extração da kombucha, que é considerado acessível, pois não é necessário equipamentos grandes nem ingredientes de difícil acesso. De acordo com a região e os estudos desenvolvidos, existem variações nas especificidades e proporções dos materiais utilizados, mas a metodologia descrita por Jayabalan *et al.* (2014) é considerada o processo padrão (Dutta; Paul, 2019).

O processo de elaboração da kombucha inicia com o preparo do chá, por infusão de folhas de *Camellia sinensis* (chá verde, chá preto ou chá oolong), em seguida, adiciona-se o açúcar e, à temperatura ambiente, inocula-se um filme celulósico chamado “Cultura Simbiótica de Bactérias e Leveduras” (SCOBY).

No processo, há domínio de bactérias acéticas e leveduras; o SCOBY é responsável pela fermentação e analisa as características da bebida. Certos autores também demonstram o uso de chá previamente fermentado como fermento inicial, que pode ser usado para iniciar o processo de fermentação (Júnior *et al.*, 2022; Jayabalan *et al.*, 2014, 2016; Kapp; Sumner, 2019).

Figura 3 – Formulação da kombucha tradicional



Images: Flaticon and Freepik (www.flaticon.com and www.freepik.com)

Fonte: Adaptado de Flaticon e Freepik (www.flaticon.com e www.freepik.com).

A composição química da kombucha pode variar muito, pois tem vários fatores atrelados e sua composição indica a presença de diferentes compostos que vão depender do tipo de chá e açúcar utilizados, do tempo e da temperatura da fermentação e dos microrganismos presentes no SCOBY (Dufresne; Farnworth, 2000), porém, como foi descrito por Fu *et al.* (2014), alguns componentes estão totalmente presentes na maioria das kombuchas, como as vitaminas, aminoácidos, ácidos orgânicos e polifenóis.

Entre alguns ácidos orgânicos importantes presentes durante o processo fermentativo estão o ácido glucorônico, ácido glucônico, ácido láctico, ácido cítrico, ácido tartárico, ácido fólico, ácido malônico, ácido oxálico, ácido pirúvico e ácido úsnico (Jayabalan *et al.*, 2014; Nguyen *et al.*, 2015).

Segundo Dufresne e Farnworth (2000), o SCOBY porta-se com bactérias e leveduras que são responsáveis pela fermentação da kombucha. Estes microrganismos são responsáveis pela formação de uma associação simbiótica poderosíssima, que tem capacidade de inibir o crescimento de bactérias que levariam à contaminação da bebida.

O SCOBY é responsável por manter as bactérias acéticas na superfície do filme, onde há maior disponibilidade de oxigênio, contribuindo para seu desenvolvimento, e é responsável também por manter as leveduras na parte inferior do filme, local onde é possível fazer a fermentação anaeróbia (Illana, 2007). Não tem como saber a composição exata do SCOBY, pois ela pode variar entre as fermentações (Watawana *et al.*, 2015); no entanto, Jayabalan *et al.* (2016) mostraram que na cultura simbiótica há uma abundância de bactérias do gênero *Acetobacter* e *Gluconobacter*.

4.4 Microrganismos envolvidos na fermentação da cerveja e da kombucha

A fermentação da cerveja é liderada principalmente por leveduras do gênero *Saccharomyces*, responsáveis pela mudança dos açúcares fermentescíveis do mosto em etanol e dióxido de carbono. As espécies mais empregadas nas fábricas cervejeiras são *Saccharomyces cerevisiae*, aplicada na produção de cervejas do tipo Ale, e *Saccharomyces pastorianus*, na produção de cervejas do tipo Lager. Além da formação de álcool e gás carbônico, essas leveduras cooperam na produção de compostos aromáticos que influenciam diretamente o sabor, o aroma e a qualidade final da bebida (Bamforth, 2009; Bokulich; Bamforth, 2013).

Mesmo que a fermentação cervejeira seja predominantemente realizada por leveduras, uma pequena quantidade utiliza outros microrganismos, como leveduras do gênero *Brettanomyces* e bactérias lácticas dos gêneros *Lactobacillus* e *Pediococcus*. Esses microrganismos colaboram para a elaboração de ácidos orgânicos e de compostos aromáticos específicos, conferindo características sensoriais diferenciadas a determinadas cervejas (Bokulich; Bamforth, 2013).

Na fabricação da kombucha, a fermentação acontece por causa da ação de uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras chamada SCOBY. Essa comunidade microbiana mostra uma grande diversidade de microrganismos, sendo composta principalmente por bactérias acéticas dos gêneros *Komagataeibacter*, *Acetobacter* e *Gluconobacter*, além das diferentes espécies de leveduras. A interação entre esses microrganismos é fundamental para o desenvolvimento do processo fermentativo e para a formação das características típicas da bebida (Jayabalan *et al.*, 2014; Villarreal-Soto *et al.*, 2018).

As leveduras presentes no SCOBY são as responsáveis por realizar a fermentação dos açúcares do chá adoçado, produzindo etanol e dióxido de carbono.

Depois, as bactérias acéticas utilizam o etanol produzido pelas leveduras para sintetizar ácidos orgânicos, especialmente o ácido acético, além de produzirem uma película de celulose que caracteriza a kombucha. Essa relação simbiótica é a garantia da estabilidade na comunidade microbiana que influencia diretamente as propriedades físico-químicas e sensoriais da bebida (Jayabalan *et al.*, 2014; Villarreal-Soto *et al.*, 2018).

4.5 Bioquímica da fermentação alcoólica e da fermentação não alcoólica

A fermentação alcoólica, aspectos da produção de cerveja, é uma execução anaeróbica realizada em grande parte por leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae*. Neste metabolismo, os açúcares presentes no mosto (como a maltose) são convertidos em piruvato pela via glicolítica e, depois, convertidos em etanol e dióxido de carbono (CO_2) (Nelson; Cox; Hoskins, 2021). O propósito desse processo é a regeneração do NAD^+ para que a levedura continue produzindo energia (ATP) na ausência de oxigênio, resultando em uma bebida com graduação alcoólica significativa e pH moderado (Nelson; Cox; Hoskins, 2021).

A kombucha tem um processo de fermentação totalmente diferente da cerveja, ela é mista e aeróbica, conduzido por uma cultura simbiótica (SCOBY). Embora no início tenha uma fase de fermentação alcoólica pelas leveduras, o diferencial reside na presença de bactérias ácido-acéticas, que utilizam o oxigênio para converter o etanol produzido em ácidos orgânicos, como o ácido acético (Villarreal-Soto *et al.*, 2018). Esta conversão secundária, conhecida como fermentação acética, é o que impede o acúmulo de álcool na bebida, permitindo que o produto final seja classificado como não alcoólico (Brasil, 2019a; Villarreal-Soto *et al.*, 2018).

A distinção de procedimentos entre as duas bebidas também é definida por parâmetros legais de graduação alcoólica e acidez. Para a kombucha ser comercializada como bebida não alcoólica no Brasil, seu teor de etanol deve ser de no máximo 0,5% (v/v), enquanto valores entre 0,6% e 8,0% enquadram o produto na categoria de kombucha alcoólica (Brasil, 2019a). Enquanto o controle na cerveja foca na manutenção do álcool e proteção contra oxigênio, na kombucha a exposição controlada ao ar é essencial para que o metabolismo bacteriano reduza o álcool e diminua o pH para níveis entre 2,5 e 4,2, garantindo a segurança microbiológica do produto (Brasil, 2019a).

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho define-se como uma pesquisa bibliográfica, de natureza qualitativa e descritiva, elaborada a partir da análise de artigos científicos relacionados à fermentação da cerveja e da kombucha. Segundo Gil (2017), a pesquisa qualitativa possibilita a análise e interpretação de fenômenos com base em referenciais teóricos, enquanto a pesquisa descritiva busca apresentar e analisar características de determinado tema.

Quanto às análises técnicas, foca em estudo bibliográfico, baseado em materiais já publicados, como artigos científicos e livros, conforme definem Lakatos e Marconi (2017). Essa metodologia foi adotada por facilitar a comparação teórica entre os processos fermentativos da cerveja e da kombucha.

O levantamento de dados foi executado por meio de buscas em bases científicas, como Google Acadêmico, CAFE e periódicos especializados na área de alimentos e biotecnologia, preferindo publicações nacionais e internacionais relacionadas ao tema. O estudo baseou-se na leitura crítica e interpretação do conteúdo, tornando possível a comparação entre os procedimentos fermentativos, os microrganismos envolvidos e os aspectos bioquímicos das duas bebidas.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do estudo permitiu o conhecimento dos processos fermentativos da cerveja e da kombucha que apresentam diferenças importantes quanto aos microrganismos envolvidos, às reações bioquímicas e às características finais das bebidas. Apesar das duas serem obtidas por fermentação, observou-se que a cerveja é produzida principalmente pela ação de leveduras do gênero *Saccharomyces*, responsáveis pela conversão dos açúcares presentes no mosto em etanol e dióxido de carbono. Segundo Livens (2016) e Harrison e Albanese (2017), esse processo ocorre em diferentes etapas, iniciando pela fase de adaptação das leveduras, seguida pela fermentação ativa e finalizando com a fase estacionária, na qual ocorre redução da atividade metabólica das células. Os resultados demonstram que o controle das etapas fermentativas é de suma importância para garantir a qualidade sensorial e a estabilidade da cerveja produzida.

Na kombucha, observou-se que o processo fermentativo apresenta maior complexidade microbiológica quando comparado ao da cerveja. Conforme Jayabalan *et al.* (2014) e Dufresne e Farnworth (2000), a bebida nasce de cultura simbiótica de bactérias e leveduras (SCOBY), na qual ambos os grupos de microrganismos atuam de forma integrada durante a fermentação. Ao mesmo tempo em que as leveduras realizam primeiro a conversão dos açúcares em etanol, as bactérias acéticas utilizam esse álcool para produzir diferentes ácidos orgânicos, principalmente ácido acético e ácido glucônico, modificando gradativamente a composição química da bebida. Diante disso, a atuação conjunta desses microrganismos explica a baixa concentração alcoólica e o caráter ácido característico da kombucha.

O ponto de vista evidenciado durante a revisão bibliográfica refere-se à composição química das bebidas. Segundo Dufresne e Farnworth (2000) e Jayabalan *et al.* (2014), a kombucha apresenta diversos compostos bioativos, como vitaminas, aminoácidos, polifenóis e ácidos orgânicos, cuja concentração depende do tipo de chá utilizado, do tempo de fermentação, da temperatura e da composição do SCOBY. Esses aspectos justificam o crescente interesse científico pela bebida, principalmente devido às suas possíveis propriedades funcionais. No entanto, os próprios autores destacam que ainda são necessários novos estudos para comprovar de forma definitiva alguns dos benefícios atribuídos ao seu consumo.

A comparação entre os aspectos bioquímicos mostrou que a diferença entre ambas está relacionada ao destino do etanol produzido durante a fermentação. Conforme Villarreal-Soto *et al.* (2018), na cerveja o etanol permanece como um dos principais produtos finais da fermentação alcoólica, determinando o teor alcoólico da bebida. E na kombucha, parte desse etanol é posteriormente oxidado pelas bactérias acéticas, originando diferentes ácidos orgânicos. Este mecanismo demonstra por que a kombucha apresenta teor alcoólico reduzido quando comparada à cerveja. Além disso, a Instrução Normativa nº 41/2019 do Ministério da Agricultura estabelece que a kombucha comercializada como bebida não alcoólica deve apresentar teor máximo de 0,5% (v/v) de álcool, reforçando a importância do controle do processo fermentativo.

A revisão da literatura também confirmou que os microrganismos realizam uma ação decisiva na qualidade das bebidas fermentadas. Na cerveja, predominam as leveduras do gênero *Saccharomyces*, especialmente *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces pastorianus*, responsáveis não apenas pela produção de etanol e dióxido de carbono, mas também pela formação de compostos aromáticos. Esse processo influencia diretamente o sabor, o aroma e a qualidade final da bebida (Bamforth, 2009; Bokulich; Bamforth, 2013). Diante disso, observa-se que a escolha da levedura é um dos fatores principais para garantir a padronização e as características desejadas no produto.

Além das leveduras tradicionalmente utilizadas, alguns estudos mostram que outros microrganismos atuam em estilos específicos de cervejas, em especial as artesanais. Como afirma Bokulich e Bamforth (2013), leveduras do gênero *Brettanomyces* e bactérias lácticas dos gêneros *Lactobacillus* e *Pediococcus* são capazes de produzir compostos aromáticos e ácidos orgânicos que conferem características sensoriais diferenciadas às bebidas. Os resultados mostram que a diversidade microbiana é uma ferramenta importante para o desenvolvimento de novas cervejas e para a inovação no setor.

Na produção da kombucha, constatou-se que a fermentação é influenciada pela atuação conjunta de uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras conhecida como SCOBY. De acordo com Jayabalan *et al.* (2014) e Villarreal-Soto *et al.* (2018), essa comunidade microbiana é composta predominantemente por bactérias dos gêneros *Komagataeibacter*, *Acetobacter* e *Gluconobacter*, além de variadas espécies de leveduras. Ao longo do processo fermentativo, as leveduras transformam os açúcares

do chá adoçado em etanol e dióxido de carbono, enquanto as bactérias utilizam esse etanol para gerar ácidos orgânicos e sintetizar a película de celulose característica da kombucha. Essa interação entre os microrganismos favorece a estabilidade microbiológica da bebida e influencia diretamente em suas propriedades físico-químicas.

A partir da análise comparativa dos microrganismos atuantes em ambos os processos fermentativos, evidenciou-se que a eficiência da cerveja depende principalmente da atividade de leveduras selecionadas, enquanto a kombucha apresenta uma comunidade microbiana muito mais diversificada, composta por bactérias e leveduras que atuam de forma simultânea. Essa diferença demonstra a maior complexidade da fermentação da kombucha e a maior diversidade de compostos produzidos no decorrer do processo. Assim, os estudos analisados demonstram que os microrganismos são responsáveis não apenas pela fermentação, mas também pelas características sensoriais, químicas e microbiológicas que diferenciam essas duas bebidas.

Os dados observados demonstraram que tanto a cerveja quanto a kombucha apresentam um avanço importante econômico e tecnológico. Segundo o Sindicerv (2022), o setor cervejeiro brasileiro possui expressiva participação na economia nacional, impulsionado principalmente pelo crescimento das cervejarias artesanais. Esse cenário também é descrito por Aquilani *et al.* (2015), Kjeldgaard *et al.* (2017) e Canonico *et al.* (2021), que demonstram o aumento da exigência dos consumidores por bebidas diferenciadas e com melhor qualidade, incentivando o desenvolvimento de novos processos produtivos e o uso de matérias-primas capazes de melhorar as características sensoriais da cerveja.

Da mesma forma, Dutta e Paul (2019) e Jayabalan e Waisundara (2019) relatam que a kombucha representa um dos segmentos de maior expansão entre as bebidas funcionais. Esse avanço está relacionado à maior preocupação dos consumidores com saúde e qualidade de vida, aspecto que acelerou o desenvolvimento industrial da bebida nos últimos anos. No Brasil, a criação da Associação Brasileira de Kombucha (ABKom) e o aumento do número de empresas produtoras evidenciam a expansão desse mercado e reforçam a necessidade de estudos voltados para o conhecimento microbiológico e bioquímico desse processo fermentativo.

De modo geral, o conhecimento obtido por meio da revisão bibliográfica permitiu compreender que, embora cerveja e kombucha utilizem a fermentação como uma etapa fundamental de produção, seus processos apresentam diferenças significativas quanto aos microrganismos envolvidos, às vias metabólicas usadas e aos produtos formados. Essas diferenças influenciam diretamente as características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas das bebidas, mostrando a importância do conhecimento bioquímico para o aperfeiçoamento dos processos fermentativos. Portanto, as metas propostas nesta pesquisa foram alcançadas, evidenciando que a comparação entre a fermentação de ambas as bebidas contribui para ampliar o entendimento sobre a aplicação da microbiologia e da bioquímica na produção de bebidas fermentadas.

7 CONCLUSÃO

A realização desta pesquisa possibilitou compreender e comparar as principais diferenças entre os processos fermentativos da cerveja e da kombucha. Apesar de serem bebidas produzidas por meio da fermentação, mostram diferenças essenciais quanto aos microrganismos envolvidos, ao tipo de processo fermentativo e ao teor alcoólico final. A cerveja está associada principalmente à fermentação alcoólica realizada por leveduras, enquanto a kombucha contém uma fermentação mista, com atuação conjunta de leveduras e bactérias, o que influencia diretamente suas características químicas e sensoriais.

Assim, o trabalho evidencia a relevância científica e tecnológica desses procedimentos, além do crescimento mercadológico dessas bebidas. O estudo ajuda a ampliar o conhecimento sobre a fermentação sob os aspectos históricos, microbiológicos e bioquímicos, reforçando a importância do tema na área da Química e incentivando novos estudos relacionados às bebidas fermentadas.

Portanto, considera-se que os objetivos propostos foram alcançados, visto que possibilitou analisar e compreender a diferença entre ambas as bebidas, destacando suas principais diferenças e semelhanças. Espera-se que essa pesquisa possa servir como fonte de pesquisa para estudantes e pesquisadores que tenham interesse em aprofundar o seu conhecimento sobre os processos fermentativos na produção de bebidas.

REFERÊNCIAS

- ALVES JÚNIOR, S. L. **Genômica do metabolismo de maltotriose em *Saccharomyces cerevisiae*: o papel determinante do gene AGT1**. 2010. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/87/87131/tde-29042010-105556/pt-br.html>. Acesso em: 2 ago. 2026.
- ANGELONI, L. H. P. **Cerveja envelhecida em barril de madeira: aspectos químicos e microbiológicos**. 2016. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-03022016-155528/pt-br.php>. Acesso em: 2 ago. 2026.
- AQUILANI, B.; LAURETI, T.; POPONI, S.; SECONDI, L. Beer choice and consumption determinants when craft beers are tasted: an exploratory study of consumer preferences. **Food Quality and Preference**, v. 41, p. 214–224, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.12.005>.
- BAMFORTH, C. W. **Beer: tap into the art and science of brewing**. 3. ed. New York: Oxford University Press, 2009.
- BARNETT, J. A. A history of research on yeasts 2: Louis Pasteur and his contemporaries, 1850–1880. **Yeast**, v. 16, n. 8, p. 755–771, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1002/1097-0061\(20000615\)16:8<755::AID-YEA587>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/1097-0061(20000615)16:8<755::AID-YEA587>3.0.CO;2-4).
- BOKULICH, N. A.; BAMFORTH, C. W. The microbiology of malting and brewing. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v. 77, n. 2, p. 157–172, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1128/MMBR.00060-12>.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 41, de 17 de setembro de 2019**. Estabelece o Padrão de Identidade e Qualidade da Kombucha em todo o território nacional. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, n. 181, p. 13, 18 set. 2019a. Alterada pela Instrução Normativa nº 54, de 17 de setembro de 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-41-de-17-de-setembro-de-2019-216803534>. Acesso em: 2 ago. 2026.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 65, de 10 de dezembro de 2019**. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para os produtos de cervejaria. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, n. 239, p. 31, 11 dez. 2019b. Alterada pela Instrução Normativa nº 63, de 27 de novembro de 2020, e pela Portaria MAPA nº 378, de 22 de dezembro de 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-65-de-10-de-dezembro-de-2019-232666262>. Acesso em: 2 ago. 2026.
- BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 12.709, de 31 de outubro de 2025**. Regulamenta a fiscalização de produtos de origem vegetal estabelecida pela Lei nº 7.678, de 8 de novembro de 1988, pela Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991, pela Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, pela Lei nº 9.972, de 25 de maio de 2000, e

pela Lei nº 14.515, de 29 de dezembro de 2022. Brasília, DF: Presidência da República, 2025. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2025/decreto/d12709.htm. Acesso em: 2 ago. 2026.

BREWERS ASSOCIATION. **Best practices guide to quality craft beer**. Boulder, CO: Brewers Association, 2014. Disponível em: <https://www.brewersassociation.org/educational-publications/best-practices-guide-to-quality-craft-beer/>. Acesso em: 2 ago. 2026.

CANONICO, L.; ZANNINI, E.; CIANI, M.; COMITINI, F. Assessment of non-conventional yeasts with potential probiotic for protein-fortified craft beer production. **LWT**, v. 145, art. 111361, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111361>.

CARVALHO, G. B. M.; BENTO, C. V.; SILVA, J. B. A. Elementos biotecnológicos fundamentais no processo cervejeiro: 1ª parte – as leveduras. **Revista Analytica**, São Paulo, n. 25, p. 36–42, out./nov. 2006.

CERVIERI JÚNIOR, O.; TEIXEIRA JÚNIOR, J. R.; GALINARI, R.; RAWET, E. L.; SILVEIRA, C. T. J. O setor de bebidas no Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 40, p. 93–129, set. 2014. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/3462>. Acesso em: 2 ago. 2026.

JÚNIOR, J. C. S.; MAFALDO, Í. M.; BRITO, I. L.; CORDEIRO, A. M. T. M. Kombucha: formulation, chemical composition, and therapeutic potentialities. **Current Research in Food Science**, v. 5, p. 360–365, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.01.023>.

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

DUTTA, H.; PAUL, S. K. Kombucha drink: production, quality, and safety aspects. In: GRUMEZESCU, A. M.; HOLBAN, A. M. (ed.). **Production and management of beverages**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2019. p. 259–288. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815260-7.00008-0>.

FARISCO, M. **Kombucha: estudo das propriedades funcionais e o efeito das redes sociais na informação sobre a bebida**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia-Bioquímica) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://bdta.abcd.usp.br/item/003062403>. Acesso em: 2 ago. 2026.

FLATICON. **Flaticon: free icons and stickers**. Málaga: Freepik Company, 2026. Disponível em: <https://www.flaticon.com/>. Acesso em: 2 ago. 2026.

FREEPIK COMPANY. **Freepik: graphic resources for designers**. Málaga: Freepik Company, 2026. Disponível em: <https://www.freepik.com/>. Acesso em: 2 ago. 2026.

FU, C.; YAN, F.; CAO, Z.; XIE, F.; LIN, J. Antioxidant activities of kombucha prepared from three different substrates and changes in content of probiotics during storage. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 34, n. 1, p. 123–126, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612014005000012>.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

HARRISON, M. A.; ALBANESE, J. B. Beer/brewing. **Reference Module in Life Sciences**, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.13014-6>.

ILLANA, C. El hongo kombucha. **Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid**, v. 31, p. 269–272, 2007.

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. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12073>.

JAYABALAN, R.; MALBAŠA, R. V.; SATHISHKUMAR, M. Kombucha. **Reference Module in Food Science**, p. 1–8, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.03032-8>.

JAYABALAN, R.; WAISUNDARA, V. Y. Kombucha as a functional beverage. In: GRUMEZESCU, A. M.; HOLBAN, A. M. (ed.). **Functional and medicinal beverages**. Cambridge: Academic Press, 2019. v. 11, p. 413–446. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816397-9.00012-1>.

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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2018.11.001>.

KJELDGAARD, D.; ASKEGAARD, S.; RASMUSSEN, J. Ø.; ØSTERGAARD, P. Consumers' collective action in market system dynamics: a case of beer. **Marketing Theory**, v. 17, n. 1, p. 51–70, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1177/1470593116658197>.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LIGUORI, L.; DE FRANCESCO, G.; RUSSO, P.; ALBANESE, D.; PERRETTI, G.; DI MATTEO, M. Quality improvement of low alcohol craft beer produced by evaporative pertraction. **Chemical Engineering Transactions**, v. 43, p. 13–18, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3303/CET1543003>.

LIMA, M. S. **Características do mercado cervejeiro no Brasil e a importância da propaganda na decisão de compra dos consumidores**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Econômicas) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=512115>. Acesso em: 2 ago. 2026.

LIVENS, S. Beer: fermentation. In: CABALLERO, B.; FINGLAS, P. M.; TOLDRÁ, F. (ed.). **Encyclopedia of Food and Health**. Oxford: Academic Press, 2016. p. 339–344. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00059-3>.

NELSON, D. L.; COX, M. M.; HOSKINS, A. A. **Lehninger principles of biochemistry**. 8. ed. New York: Macmillan Learning, 2021.

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, art. 91, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40064-015-0872-3>.

NISHIMURA, M.; OTSUKI, Y.; SHINOHARA, H.; OKAMOTO, H.; MIYAKE, M.; MIYAJIMA, J.; KUMANO, H.; HINO, Y.; SATO, M. Tea in the historical context of East Asia: cultural interactions across borders. **The International Academic Forum for the Next Generation Series**, v. 1, p. 195–226, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10112/3386>. Acesso em: 2 ago. 2026.

SALANȚĂ, L. C.; COLDEA, T. E.; IGNAT, M. V.; POP, C. R.; TOFANĂ, M.; MUDURA, E.; BORȘA, A.; PASQUALONE, A.; ZHAO, H. Non-alcoholic and craft beer production and challenges. **Processes**, v. 8, n. 11, art. 1382, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr8111382>.

SANTOS, M. J. **Kombucha: caracterização da microbiota e desenvolvimento de novos produtos alimentares para uso em restauração**. 2016. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Caparica, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10362/19346>. Acesso em: 2 ago. 2026.

SANTOS, S. P. **Os primórdios da cerveja no Brasil**. 2. ed. Cotia: Ateliê Editorial, 2004.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERVEJA. **Estudo avalia impacto econômico global do setor cervejeiro**. 22 fev. 2022. Disponível em: <https://sindicerv.com.br/noticias/estudo-avalia-impacto-economico-global-do-setor-cervejeiro/>. Acesso em: 2 ago. 2026.

SORBO, A. C. A. C. **Avaliação das propriedades de uma cerveja artesanal tipo Pilsen suplementada com polpa de maracujá**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/2cb66a89-7cad-4183-9736-f9ba82cb079e>. Acesso em: 2 ago. 2026.

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: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14068>.

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, art. 591869, p. 1–11, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1155/2015/591869>.

ZARNKOW, M. Beer. In: BATT, C. A.; TORTORELLO, M. L. (ed.). **Encyclopedia of Food Microbiology**. 2. ed. London: Academic Press, 2014. p. 209–215.