



DESENVOLVIMENTO DE PROCESSO E PRODUÇÃO EXPERIMENTAL DE KOMBUCHA

OLIVEIRA, M. L. de¹; MERLIN, R. C.¹; LEHMANN, S. F. R.¹; OLIVEIRA, J. V. W de¹; BORGES, H. G.¹; GUERREIRO, G. B.¹; SASAKI L. M.¹; ALIBERTI, P. H. M.¹; VITTI, V. A. ¹; FERREIRA, A. A. ¹; MINETA, B. T. M. ¹; POSTIGO, K ¹. ACOCELLA, S. ¹; CASCIATORI, F. P.^{1,2}

¹Grupo PET-Engenharia Química – PET EQ, UFSCar, Campus São Carlos; ²Tutora do Grupo PET-Engenharia Química – PET EQ, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Campus São Carlos
E-mail: fernanda.casciotori@ufscar.br, pet.eq.ufscar@gmail.com

RESUMO: A kombucha, bebida não alcoólica fermentada por cultura simbiótica de bactérias e leveduras (SCOBY), tem ganhado notória popularidade, impulsionando produtores artesanais que, por vezes, carecem de processos padronizados para obtenção do produto de boa qualidade. Neste contexto, o grupo PET EQ propôs estudar o processo e realizar a produção de kombucha fundamentada nas práticas de um produtor local, visando otimizar processo e produto. Partiu-se de revisão bibliográfica para identificar variáveis críticas (temperatura, pH, tempo), seguida da execução controlada das operações em bancada. Foi estabelecido um protocolo que enfatiza cuidados essenciais à segurança e qualidade, como rigorosa assepsia de materiais e frequente monitoramento do pH para inibir patógenos, o que foi descrito no procedimento operacional padrão (POP) do produtor. As amostras de bebidas obtidas na produção experimental passaram por análise sensorial e de brix. Tais análises são fundamentais para, futuramente, propor ao produtor local alterações assertivas, visando melhoria da qualidade de sua produção.

Palavras-chave: bebidas não alcoólicas; processos fermentativos; pesquisa e extensão.

PROCESS DEVELOPMENT AND EXPERIMENT PRODUCTION OF KOMBUCHA

ABSTRACT: Kombucha, non-alcoholic beverage fermented by a symbiotic culture of bacteria and yeast (SCOBY), has gained notable popularity, driving the growth of artisanal producers who often lack standardized processes to obtain a high-quality product. In this context, the PET Chemical Engineering group proposed to study the process and carry out kombucha production based on the practices of a local producer, aiming to optimize both process and product. The study began with a literature review to identify critical variables (temperature, pH, time), followed by controlled bench-scale operations. A protocol was established emphasizing essential aspects of safety and quality, such as rigorous asepsis of materials and frequent pH monitoring to inhibit pathogens, which was described in the producer's standard operating procedure (SOP). The beverage samples obtained from the experimental production underwent sensory and Brix analyses. Such analyses are fundamental to, in the future, propose assertive changes to the local producer, aiming to improve the quality of their production.

Keywords: non-alcoholic beverage; fermentative processes; research and extension.

Área do conhecimento: Engenharia Química (6.05.00.00-4)/ Engenharia Bioquímica (6.05.02.00-6);
Ecossistema de inovação: Agricultura e Agronegócio; ODS: Fome zero e agricultura sustentável.



Introdução

O estudo de processos fermentativos representa um campo de grande relevância para a Engenharia Química, pois une princípios de biotecnologia, microbiologia e engenharia de processos na obtenção de produtos de alto valor agregado. Entre esses produtos, a kombucha vem ganhando destaque como um sistema fermentativo natural, de fácil aplicação tecnológica e grande potencial funcional, despertando interesse tanto na pesquisa acadêmica quanto na indústria de alimentos (SOARES et al., 2021).

O SCOBY, sigla em inglês para *symbiotic culture of bacteria and yeast*, é uma película gelatinosa que se forma na superfície da bebida durante a fermentação, composta principalmente por bactérias acéticas dos gêneros *Acetobacter* e *Komagataeibacter*, além de *Bacterium gluconicum*, e leveduras como *Brettanomyces* e *Zygosaccharomyces* (HARRISON; CURTIN, 2021). Essa estrutura atua como um consórcio microbiano que promove reações bioquímicas simultâneas: as leveduras hidrolisam a sacarose em glicose e frutose, convertendo-as em etanol e dióxido de carbono, enquanto as bactérias oxidam o etanol a ácido acético e sintetizam celulose, responsável pela formação do biofilme superficial. Essa interação simbiótica resulta não apenas na produção dos ácidos orgânicos que conferem à kombucha seu sabor característico, mas também em compostos bioativos de relevância nutricional e funcional.

A composição química da kombucha é influenciada por fatores como o tipo de chá utilizado, a fonte de carboidrato, as cepas microbianas presentes no SCOBY e o tempo de fermentação (KAASHYAP et al., 2021). Entre os principais metabólitos produzidos estão os ácidos orgânicos, como o ácido acético, responsável pelo sabor ácido e pela diminuição do pH, o ácido glucônico e o ácido glucurônico, ambos associados a potenciais efeitos detoxificantes e antioxidantes. Além disso, compostos fenólicos, vitaminas e polifenóis derivados do chá contribuem significativamente para a atividade antioxidante da bebida (JAYABALAN et al., 2014; BELLUT et al., 2020).

A kombucha destaca-se, portanto, como uma bebida funcional de relevância crescente, não apenas por seu potencial probiótico e antioxidante, mas também por sua versatilidade de produção, que permite o uso de diferentes substratos vegetais. Estudos recentes exploram alternativas ao tradicional chá verde, como o uso da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), planta amplamente cultivada no sul do Brasil e reconhecida pelo elevado teor de compostos bioativos, incluindo polifenóis e xantinas, além de sua importância socioeconômica regional.



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS: DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XXI

A integração da erva-mate à produção de kombucha apresenta-se como uma estratégia promissora para o desenvolvimento de novos produtos funcionais, aliando sustentabilidade, valorização regional e benefícios à saúde (BELLUT et al., 2020).

Considerando o avanço do mercado de bebidas fermentadas e a busca por alternativas sustentáveis e saudáveis, o estudo da kombucha se insere no escopo da Engenharia Química como um exemplo de processo biotecnológico que integra conhecimento técnico e inovação. A compreensão de suas etapas fermentativas, dos microrganismos envolvidos e da formação de seus compostos bioativos é fundamental não apenas para o aprimoramento da produção artesanal e industrial, mas também para a formação de profissionais capazes de atuar no desenvolvimento de novos processos e produtos de base biológica. Assim, este trabalho visou compreender e discutir as principais características microbiológicas e químicas da kombucha, reforçando a importância do controle técnico e da padronização dos processos fermentativos para a segurança e qualidade da bebida.

Materiais e Métodos

A prática experimental consistiu em executar todas as etapas que compõem o processo de produção da kombucha, desde a preparação do mosto até o envase da bebida. O método foi estruturado em conformidade com as boas práticas de fabricação (BRASIL, 2005) e os parâmetros estabelecidos pela Instrução Normativa N° 41, de 17 de setembro de 2019 (BRASIL, 2019), que define o padrão de identidade e qualidade da kombucha em território nacional. Por se tratar de um processo em desenvolvimento baseado em um produtor local, optou-se por não divulgar as proporções exatas de insumos nem o procedimento operacional padrão (POP) completo, por questão de acordo de sigilo. Utilizaram-se, como referência, concentrações comumente reportadas na literatura para a descrição do método.

Para o preparo do substrato, foi utilizado chá verde (*Camellia sinensis*) e açúcar demerara em água potável aquecida (80-90°C), utilizando aproximadamente 10 g/L de erva e 90 g/L de açúcar. Primeiramente, o açúcar foi dissolvido diretamente na água aquecida. Em seguida, as folhas de chá, previamente envolvidas em invólucro de tecido voal, foram imersas na solução para a infusão por 5 a 10 minutos. A infusão é um meio crucial para a extração de compostos presentes no chá como fenólicos e catequinas, que servem de nutrientes para a microbiota e contribuem com a atividade antioxidante da bebida (PALUDO, 2017).

Depois disso, o substrato foi resfriado até temperatura ambiente (aproximadamente 25°C), condição essencial para evitar a inativação dos microrganismos por choque térmico. Em seguida, adicionou-se o inóculo, composto por 10% do volume total de kombucha previamente fermentada, e a cultura simbiótica (SCOBY), como mostrado na Figura 1a.

O inóculo é fundamental para acidificar o meio, reduzindo o pH inicial e protegendo a cultura contra o crescimento de microrganismos indesejáveis. Ademais, o recipiente foi coberto com um tecido poroso, permitindo as trocas gasosas necessárias para a atividade das bactérias acéticas aeróbias, ao mesmo tempo em que impede a contaminação por esporos ou insetos. A primeira fermentação ocorreu por um período de 13 dias.

Finalizada a primeira fermentação, a bebida foi submetida a uma etapa de saborização e segunda fermentação, cujo objetivo foi a carbonatação natural e o desenvolvimento de aromas. O agente saborizante permaneceu em contato com a kombucha por 35 dias em recipiente aberto. Posteriormente, a bebida foi transferida para garrafas de vidro com fechamento hermético. Esta etapa ocorre em sistema fechado, aprisionando o dióxido de carbono (CO₂), um subproduto da conversão de açúcares residuais em etanol pelas leveduras, o que resulta na leve gaseificação da bebida. Por fim, a kombucha foi armazenada sob refrigeração para reduzir drasticamente a atividade metabólica da cultura, estabilizando o sabor e o nível de carbonatação desejados. Após sua saborização final, o produto foi envasado em garrafas de vidro com tampa metálica, como mostrado na Figura 1b.

Figura 1 – a) Frasco de vidro para a fermentação; b) Garrafas de kombucha envasadas.



a)



b)

Fonte: Arquivo pessoal (2025).

Resultados e Discussão

Nesta produção, foi utilizado o extrato de plantas, chá verde (*Camellia sinensis*) como substrato da kombucha. A saborização foi feita com os sucos de maracujá, limão com hortelã e frutas vermelhas. Na Tabela 1, são apresentados os resultados das análises de pH e Brix.

Tabela 1 – Resultados das análise físico-químicas das kombuchas produzidas.

Sabor da amostra	pH	Açúcar (% brix)
Frutas vermelhas	2,81	2,9
Limão com hortelã	2,42	-
Maracujá	2,74	2,5

Fonte: Autoria própria (2025).

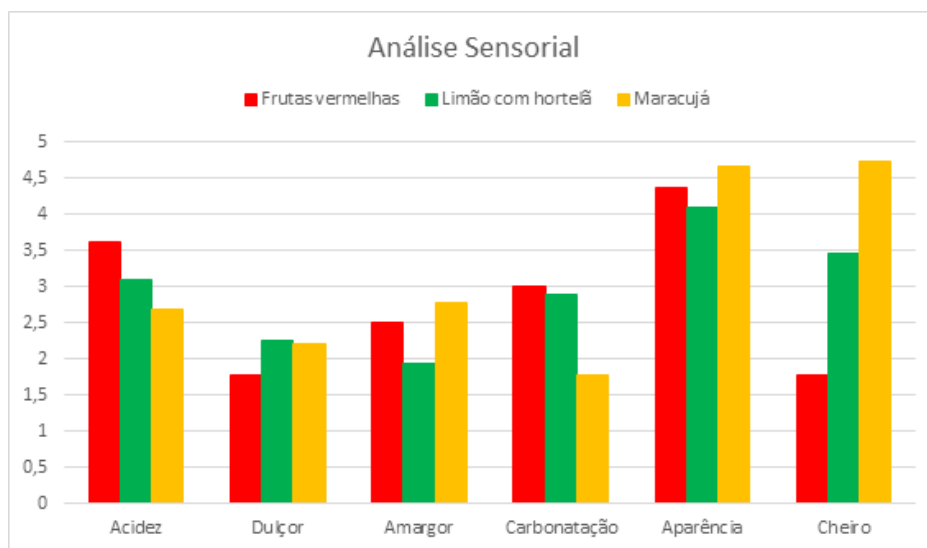
De acordo com os resultados da Tabela 1, observa-se que a amostra de limão com hortelã apresentou um valor de pH inferior ao preconizado pela IN 41/2019 (BRASIL, 2019), que estabelece a faixa de 2,5 a 4,2 para este parâmetro. Esse resultado pode estar associado ao prolongado tempo de fermentação ou à etapa de carbonatação, que favorece a maior produção de ácidos orgânicos, especialmente ácido acético. De acordo com Paludo (2017), os teores mais elevados de ácido acético, combinados com menores valores de pH e concentrações reduzidas de etanol, foram observados na kombucha de chá verde. A redução do pH está diretamente relacionada ao aumento da síntese de ácido acético pelas bactérias acéticas, que utilizam o etanol gerado pelas leveduras como substrato oxidativo. Dessa forma, quando a conversão de açúcares em etanol não ocorre de maneira eficiente, parte do inóculo remanescente é transformada em ácido acético, intensificando a acidez da bebida (PALUDO, 2017). As demais amostras apresentaram valores de pH dentro do intervalo esperado, sendo as análises realizadas após o processo de saborização, aos 35 dias de fermentação, o que também pode ter contribuído para a maior concentração de ácido acético nas amostras.

O grau Brix é uma medida amplamente utilizada na indústria alimentícia para analisar o teor de sólidos solúveis presentes em uma solução, sendo expresso como a porcentagem de sacarose dissolvida em 100 gramas de mosto. Em outras palavras, 1 °Brix corresponde a 1 g de sólidos solúveis em 100 g de solução, sendo determinado por meio do índice de refração, isto é, o desvio que a luz sofre ao atravessar a amostra em comparação com a água destilada (RODRIGUES, 2021). Essa análise é de grande importância em bebidas fermentadas, como a kombucha, pois reflete a conversão dos açúcares em ácidos e etanol durante o processo.

Com base nos resultados obtidos e comparando-os com os dados do estudo de Souza (2022), que observou uma redução do grau Brix de 4,0 para 3,6 após sete dias de fermentação, nota-se que os valores encontrados em nossas amostras estão abaixo do esperado, variando entre 2,5 e 2,9 °Brix. Essa diferença pode estar associada à elevada produção de ácido acético, que está diretamente relacionada à diminuição do pH, indicando uma fermentação mais intensa e prolongada. Em particular, a amostra sabor limão apresentou valores tão baixos que não foi possível mensurar o teor de sólidos solúveis de forma precisa, o que pode ser explicado pela maior concentração de ácidos orgânicos, especialmente ácido acético, principal responsável pela acidez característica da kombucha (SOUZA, 2022; RODRIGUES, 2021).

Por fim, foi realizada uma degustação das kombuchas produzidas, pelos próprios autores do trabalho, a fim de avaliar atributos como sabor, aroma e aparência. Os resultados são apresentados na Figura 2. Entre os sabores avaliados, a kombucha de frutas vermelhas apresentou maior aceitação geral, destacando-se pelo equilíbrio de sabor e aparência atrativa. No entanto, alguns participantes relataram que o sabor estava suave, sugerindo a necessidade de aumentar a proporção de suco na etapa de saborização para intensificar o *flavor* da bebida.

Figura 2 – Resultados da degustação das kombuchas.



Fonte: Autoria própria (2025).

A kombucha de limão com hortelã apresentou predominância do sabor da hortelã, indicando que o tempo de contato da erva durante a saborização pode ter sido excessivo, o que resultou em um aroma mais intenso e alta acidez da kombucha. Segundo Paludo (2017), o tempo



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS: DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XXI

e a concentração dos ingredientes adicionados após a fermentação são fatores determinantes para o equilíbrio sensorial do produto, podendo alterar significativamente o aroma e o sabor final. Por sua vez, a amostra de maracujá foi considerada a de melhor aparência e aroma entre as avaliadas, mas obteve menor pontuação em sabor. Alguns avaliadores relataram notas indesejadas, descritas como “sabor de pão”, possivelmente associadas ao tempo prolongado entre saborização e envase. Essa característica pode estar relacionada à continuidade da atividade metabólica das leveduras e à formação de compostos secundários, que alteram o perfil sensorial da bebida quando o processo não é interrompido no momento ideal (SOUZA, 2022).

De modo geral, os resultados obtidos nesta etapa permitiram compreender de forma mais ampla as características físico-químicas e sensoriais das kombuchas produzidas, bem como identificar os principais pontos de melhoria no processo. Tais informações retornarão ao produtor parceiro na forma de relatório técnico, juntamente com sugestão de POP atualizado. Como a atividade ainda está em execução, uma nova produção está sendo conduzida, já considerando as modificações e recomendações levantadas. Nessa nova fase, as etapas do processo estão sendo acompanhadas de forma mais criteriosa, com a realização de análises periódicas ao longo da fermentação, e não apenas ao final do processo, visando compreender de maneira mais detalhada a dinâmica microbiana e química da bebida. Além disso, estão sendo incluídos novos testes de qualidade, voltados à padronização e estabilidade do produto, visando aprimorar reprodutibilidade e controle da qualidade da kombucha desenvolvida.

Conclusões

A produção experimental de Kombucha, que foi fundamentada nas práticas de um produtor local, que divulgou seu procedimento operacional padrão, servindo como base para a otimização do processo. As análises físico-químicas do pH e do grau Brix indicaram conformidade parcial com os padrões de identidade e qualidade da bebida, visto que as amostras saborizadas de frutas vermelhas e de maracujá apresentaram valores de pH satisfatórios, enquanto a de limão com hortelã ultrapassou a acidez prevista.

Agradecimentos

Os(as) autores(as) agradecem ao Fundo Nacional para o Desenvolvimento da Educação (FNDE) do Ministério da Educação (MEC), pelo auxílio financeiro; ao DEQ/UFSCar, pela infraestrutura; e ao produtor artesanal de kombucha, pela parceria.

Referências

BELLUT, K.; KROGERUS, K.; ARENDT, E. *Lachancea fermentati* strains isolated from Kombucha: fundamental insights, and practical application in low alcohol beer brewing. **Frontiers in Microbiology**, v. 11, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00764>. Acesso em: 09 out. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 218, de 29 de julho de 2005. Estabelece regulamento técnico sobre boas práticas de fabricação para estabelecimentos produtores de alimentos e bebidas à base de vegetais. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1 ago. 2005. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0218_29_07_2005.html. Acesso em: 09 out. 2025.

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 no território nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 set. 2019, Seção 1, p. 13. Alterada pela IN nº 54, de 17 de setembro de 2020. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=18/09/2019&jornal=515&pagina=13&totalArquivos=76>. Acesso em: 09 out. 2025.

HARRISON, K.; CURTIN, C. D. Microbial composition of SCOBY starters and kombucha tea: a systematic review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 20, p. 620–643, 2021.

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: 10.1111/1541-4337.12073.

KAASHYAP, M.; COHEN, M.; MANTRI, N. Microbial diversity and characteristics of kombucha as revealed by metagenomic and physicochemical analysis. **Nutrients**, Basel, v. 13, n. 12, p. 4446, 2021. DOI: 10.3390/nu13124446.

PALUDO, N. **Desenvolvimento e caracterização de kombucha obtida a partir de chá verde e extrato de erva-mate: processo artesanal e escala laboratorial**. 2017. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

RODRIGUES, E. M. **Avaliação da produção de fermentado acético a partir de kombucha vencida proveniente da produção industrial**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021.



21 A 23 DE NOVEMBRO DE 2025
XXX ENAPET

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS:
DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XXI

SOARES, M. G.; LIMA, M. de; SCHMIDT, V. C. R. Technological aspects of kombucha, its applications and the symbiotic culture (SCOBY), and extraction of compounds of interest: a literature review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 110, p. 539-550, 2021.

SOUZA, J. S. de. **Caracterização físico-química da bebida fermentada kombucha**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2022.