

Análise cinética e sensorial de ginger beer elaborada por métodos diversificados de fermentação

Kinetic and sensory analysis of ginger beer produced by diversified fermentation methods

Erika Magalhães Alencar (ORCID 0009-0003-2953-8306), **Antonia Queiroz Lima de Souza** (ORCID 0000-0001-5602-8617), **Lourdes Mylla Rocha Perdigão** (ORCID 0000-0003-4033-9423), **Wenderson Gomes dos Santos** *(ORCID 0000-0002-3570-6340)

Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, Brasil. *Autor para correspondência: wenderson@ufam.edu.br
Submissão: 13 de Novembro, 2024 | Aceite: 17 de Novembro, 2024

RESUMO

Este estudo investiga a produção de *ginger beer* saborizada com graviola, destacando sua viabilidade no mercado de bebidas fermentadas e sua relação com a biodiversidade brasileira. A pesquisa focou na caracterização físico-química, microbiológica e sensorial da bebida, comparando fermentação induzida e natural, com e sem o uso de *ginger bug*. Os resultados indicam que a adição de *ginger bug* aumentou o teor alcoólico da bebida fermentada para 0,71 °GL, enquanto a fermentação sem *ginger bug* não apresentou álcool detectável. Por outro lado, a fermentação induzida resultou em um teor alcoólico de 4,32 °GL. As análises microbiológicas confirmaram a ausência de coliformes e patógenos, garantindo conformidade com os padrões de qualidade. Na avaliação sensorial, a bebida fermentada com 20% de graviola obteve as melhores notas de sabor (acima de sete), enquanto a mesma concentração na fermentação natural teve a menor aceitação em intenção de compra. Esses dados sugerem que a *ginger beer* pode ser uma alternativa viável e saudável no mercado de bebidas fermentadas, aproveitando a riqueza da biodiversidade brasileira.

PALAVRAS-CHAVE: Bebida fermentada. Desenvolvimento de produto sustentável. Parâmetros cinéticos.

ABSTRACT

This study investigates the production of ginger beer flavored with soursop, highlighting its viability in the fermented beverage market and its connection to Brazilian biodiversity. The research focused on the physicochemical, microbiological, and sensory characterization of the beverage, comparing induced and natural fermentation, with and without the use of ginger bug. The results indicate that the addition of ginger bug increased the alcohol content of the fermented beverage to 0.71 °GL, while fermentation without ginger bug showed no detectable alcohol. On the other hand, induced fermentation resulted in an alcohol content of 4.32 °GL. Microbiological analyses confirmed the absence of coliforms and pathogens, ensuring compliance with quality standards. In sensory evaluation, the fermented beverage with 20% soursop received the highest flavor ratings (above seven), while the same concentration in natural fermentation had the lowest acceptance in purchase intent. These data suggest that ginger beer can be a viable and healthy alternative in the market for fermented beverages, leveraging the richness of Brazilian biodiversity.

KEYWORDS: Fermented beverage. Sustainable product development. Kinetic parameters.

INTRODUÇÃO

A preservação da biodiversidade brasileira é uma preocupação central, e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) destaca a

Publisher's Note: UDESC stays neutral concerning jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](#).

importância do desenvolvimento de produtos que fomentem o crescimento bioeconômico. Tais produtos devem não apenas contribuir para o valor econômico e ambiental, mas também apoiar atividades econômicas de forma sustentável, incentivando inovações tecnológicas (PAMPLONA et al. 2021).

Uma indústria que tem desempenhado um papel significativo no mercado e na geração de empregos é a de bebidas alcoólicas, uma prática antiga em todo o mundo (VIANA 2023). No entanto, essa indústria também está evoluindo para se tornar mais sustentável, explorando novas tecnologias e matérias-primas que reduzam seu impacto ambiental (SANTOS et al. 2020).

Paralelamente, o setor de produção de frutas tem crescido globalmente devido aos avanços tecnológicos, resultando em uma ampla variedade de frutas disponíveis para a indústria alimentícia (SANTOS et al. 2021). O Brasil, devido à sua diversidade de climas e solos, é particularmente rico em frutas, o que o torna um candidato ideal para a produção de bebidas alcoólicas fermentadas a partir desses recursos (SANTOS & SOUZA 2020). Este cenário também contribui significativamente para a redução do desperdício na produção frutífera (NEVES et al. 2020).

A produção de bebidas alcoólicas fermentadas não se limita mais ao uso tradicional de uvas, pois diversas matérias-primas estão sendo exploradas (MORENO 2022). O gengibre (*Zingiber officinale*) é uma planta notável não apenas por seu sabor e aroma característicos, mas também por suas propriedades terapêuticas e composição rica em nutrientes (SACOOR 2020).

O gengibre tem sido bastante utilizado na indústria alimentícia, principalmente na produção de bebidas como refrigerante (BAG 2018). Globalmente, há uma crescente demanda por produtos naturais, e o uso do gengibre como matéria-prima para bebidas alcoólicas de alto valor agregado é uma tendência promissora (NUTAKOR et al. 2020).

A *ginger beer*, originária da Inglaterra e Suíça, é um exemplo notável de bebida fermentada à base de gengibre. Ela é produzida pela fermentação de uma solução açucarada com gengibre, resultando em uma bebida com teor alcoólico relativamente baixo (NUTAKOR et al. 2020). Além disso, a *ginger beer* pode ser obtida através de fermentação em cascata utilizando como cultura inicial o "ginger bug", uma cultura fermentada de microrganismos nativos do gengibre. Este método tem sido associado a um produto final mais homogêneo, com melhor gaseificação e aprimoramento do perfil nutricional e das características sensoriais (OLIVEIRA et al. 2024).

Outra excelente alternativa para a produção de bebidas fermentadas é a graviola (*Annona muricata*), uma fruta tropical conhecida não apenas pelo seu sabor distinto, mas também pelas suas propriedades benéficas para a saúde. Principalmente apreciada nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, a graviola tem despertado interesse por seu alto teor de vitamina C e aminoácidos, além de conter uma boa quantidade de sais minerais, especialmente cálcio e potássio (SILVA 2023, RADY et al. 2018).

No entanto, apesar do potencial promissor, a *ginger beer* saborizada com graviola é uma área de pesquisa ainda pouco explorada, carecendo de investigação científica significativa sobre o assunto. Além disso, não foram identificados

documentos de patente relacionados a essa bebida específica. Portanto, este estudo visa preencher essa lacuna, focando na caracterização do gengibre e na análise da *ginger beer* fermentada naturalmente, utilizando parâmetros físico-químicos e cinéticos. Esse esforço não só enriquecerá o conhecimento sobre essa bebida singular, mas também pode impulsionar a produção agrícola ao incentivar o consumo de uma bebida fermentada de alto valor agregado no mercado (CNI 2020).

Desta maneira, este estudo teve como objetivo explorar a produção de *ginger beer* saborizada com graviola. Ao caracterizar detalhadamente o processo de produção e avaliar seus parâmetros físico-químicos, cinéticos, microbiológicos e sensoriais, busca-se não apenas preencher uma lacuna de conhecimento, mas também promover o desenvolvimento agrícola ao introduzir uma nova alternativa de alto valor agregado no mercado de bebidas fermentadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório de Termodinâmica Aplicada da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), utilizando gengibre e graviola adquiridos em comércios locais da cidade de Manaus para a produção do fermentado.

Higienização dos materiais

Os materiais empregados na produção do fermentado foram limpos com água e detergente, seguidos de uma imersão em solução de hipoclorito de sódio a 100 mg/L de cloro ativo por 30 minutos. Após esse período, a solução foi removida, conforme descrito por OLIVEIRA et al. (2020).

Caracterização das matérias-primas

Os rizomas e a graviola foram preparados com utensílios de cozinha, seguidos por análises de pH e Sólidos Solúveis Totais (SST) em todas as amostras, além de determinações de acidez total titulável para o gengibre e acidez total em ácido cítrico para a graviola, conforme metodologia do IAL (2008).

Processo produtivo

O processo produtivo da *ginger beer* foi desenvolvido com base nos estudos de DESHPANDE et al. (2019), LIMA et al. (2021) e OLIVEIRA et al. (2020), com adaptações.

Para a fermentação natural, foram preparados dois mostos para este processo, distinguindo-se um do outro pela adição de *ginger bug*. Durante o processo de preparo do *ginger bug*, o mesmo foi alimentado diariamente com 10 g de açúcar e 3 g de gengibre ao longo de três dias consecutivos (Figura 1). A quantidade inicial de ingredientes para esta cultura estão detalhadas na Tabela 1.

Tabela 1. Ingredientes e quantidades utilizados no processo.

Table 1. Ingredients and quantities used in the process.

Ginger bug	Quantidade inicial
Açúcar	10 g
Água	160 mL
Gengibre	4,8 g

O processo produtivo da *ginger bug* está apresentado na figura 1.

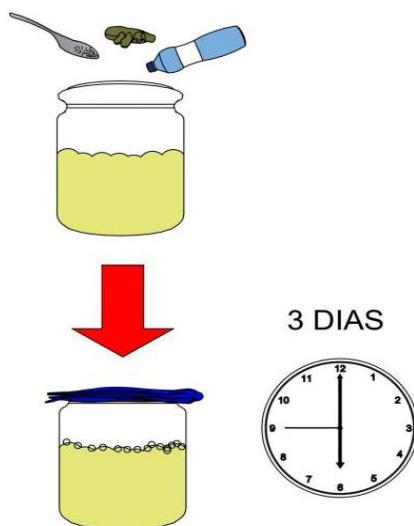


Figura 1. Processo produtivo da *ginger bug*.

Figure 1. The ginger bug production process.

Para preparar o mosto em ambos os processos fermentativos, os rizomas de gengibre foram cortados e triturados, utilizando gengibre na proporção de 30 g/L. Este processo foi repetido até obter uma mistura homogênea. Em seguida, a mistura foi transferida para uma panela de aço inoxidável, onde mais água e gengibre foram adicionados para formar um xarope. A mistura foi então resfriada até atingir uma temperatura de aproximadamente 30 °C. Neste ponto, o açúcar cristal foi introduzido, continuando o processo até que a mistura atingisse uma concentração de 18 °Brix. No método que utiliza *ginger bug*, este foi adicionado ao mosto após a chaptalização para alcançar 18 °Brix.

No processo de fermentação induzida, a levedura *Saccharomyces cerevisiae* foi preparada de acordo com as instruções do fornecedor, hidratando-a em água na temperatura ideal. Posteriormente, o mosto foi pasteurizado em banho-maria a 65 °C por 30 minutos, resfriado e a levedura ativada foi adicionada para iniciar a fermentação.

Em ambos os tipos de fermentação, o mosto foi então transferido para um recipiente fermentador totalmente tampado, equipado com airlock, e a fermentação foi iniciada a uma temperatura de aproximadamente 25 °C. Para interromper o processo fermentativo, o mosto foi novamente pasteurizado em banho-maria a 65 °C por 30 minutos.

Após a primeira fermentação, a saborização foi realizada adicionando graviola ao mosto, em proporções de 10% e 20%. Esta etapa foi concluída após cerca de 48 horas, seguida pela filtração com uso de papel filtro para remover quaisquer sedimentos remanescentes no produto.

A *ginger beer* foi então armazenada em garrafas de vidro âmbar previamente higienizadas. Após o engarrafamento, foi realizada uma nova pasteurização em banho-maria a 65 °C por 30 minutos para interromper a fermentação e eliminar microrganismos patogênicos potenciais. Após a pasteurização, a *ginger beer* foi acondicionada em temperatura ambiente. A Figura 2 apresenta um fluxograma deste

processo.

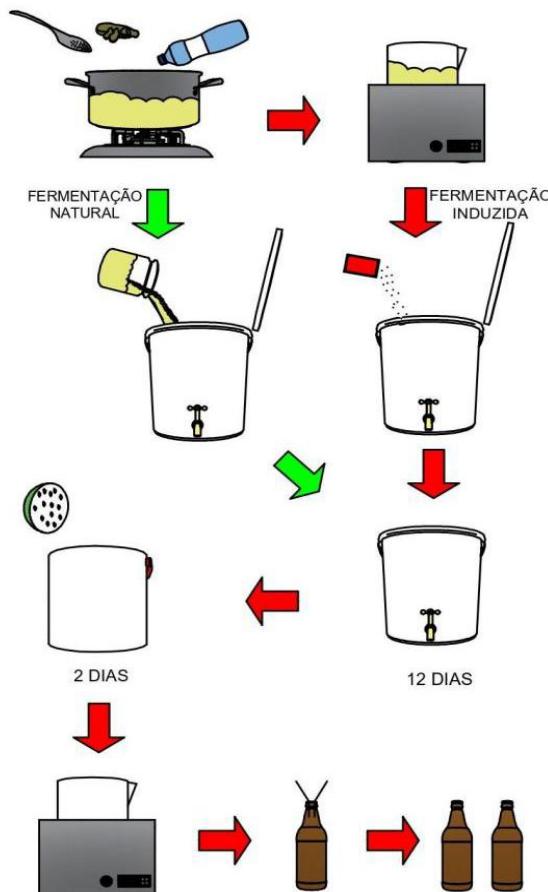


Figura 2. Processo produtivo da *ginger beer*.

Figure 2. Productive process from ginger beer.

Análises físico-química e cinética

Realizou-se análises físico-químicas e cinéticas no produto seguindo a metodologia do IAL (2008). As medições incluíram acidez total titulável, pH e sólidos solúveis totais. Além disso, o teor alcoólico foi determinado utilizando a equação 11 do estudo de FARIA (2019).

Análise microbiológica

Após a finalização do fermentado, foi realizada uma análise microbiológica em amostras, em triplicata, dos produtos de forma a evidenciar a presença ou não de bolores e leveduras, coliformes totais e termotolerantes, *Salmonella* spp. e aeróbios mesófilos, de acordo com o padrão microbiológico estabelecido por BRASIL (2022).

Análise sensorial

A avaliação sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), localizada na Universidade Federal do Amazonas (UFAM). O teste teve a participação de 44 provadores não treinados que foram acomodados em cabines individuais. Cada um dos provadores recebeu cerca de 20 ml de cada amostra em copos plásticos descartáveis e também receberam uma ficha para avaliação sensorial. A bebida foi avaliada através dos atributos cor, aparência, aroma, sabor, docura, acidez e aceitação global, pela escala hedônica estruturada de nove pontos usando-se dos termos extremos “desgostei muitíssimo”

e “gostei muitíssimo”.

Os valores hedônicos de 1 a 4 são configurados como “região de rejeição” enquanto os valores hedônicos de 6 a 9 são caracterizados como “região de aceitação”, e o valor 5 é caracterizado como “região de indiferença” (nem gostei, nem desgostei). A intenção de compra da bebida foi avaliada através da escala de atitude de compra de cinco pontos, sendo estruturada pelos termos extremos “certamente não compraria” e “certamente compraria” (SOUZA 2023).

Análise estatística

Os resultados obtidos foram analisados pela análise variância (ANOVA) e as diferenças de médias foram comparadas por Teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os constituintes mais importantes passaram por análises através do programa Origin 8.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização da matéria-prima

Os sólidos solúveis totais encontrados no gengibre apresentaram um valor médio inferior ao obtido por SILVA et al. (2020), que foi de $6,0 \pm 0,48$ °Brix na mesma matéria-prima. Em relação ao pH, o valor encontrado também foi inferior ao obtido por SILVA et al. (2020), que foi de $6,4 \pm 0,79$. Quanto à acidez titulável, o valor encontrado no gengibre foi inferior ao obtido por CRISTOFEL (2018), que foi de $10,8 \pm 0,3$ mEq/100 g para a mesma matéria-prima. Possíveis razões para essas diferenças incluem variações na origem da matéria-prima, métodos de análise distintos, flutuações sazonais na composição química das plantas, além de condições diversas de armazenamento e processamento pós-colheita entre os estudos. Estes resultados estão indicados na Tabela 2.

Tabela 2. Análise físico-química de gengibre.

Table 2. Physico-chemical analysis of ginger.

Parâmetros	Rizomas de gengibre	SILVA et al. (2020)	CRISTOFEL (2018)
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	$3,0 \pm 0,0$	$6,0 \pm 0,48$	-
pH	$5,58 \pm 0,03$	$6,4 \pm 0,79$	-
Acidez total titulável (mEq/100 g)	$4,38 \pm 0,88$	-	$10,8 \pm 0,3$

Os resultados de SST obtidos na graviola estavam em conformidade com os padrões de identidade e qualidade (PIQ) para polpa de fruta, que exigem um mínimo de 9 °Brix (BRASIL 2000). Isso indica que a graviola analisada atende aos requisitos mínimos de docura, embora os valores tenham sido inferiores aos relatados por SILVA (2016), com 14,5 °Brix, e SANTOS et al. (2014), com 17,5 °Brix para a mesma matéria-prima.

Quanto ao pH, os resultados estiveram dentro dos limites estabelecidos pela legislação, que exige um mínimo de 3,5 para polpa de graviola. Foram semelhantes aos registrados por SILVA (2016), de 3,64, e por SANTOS et al. (2014), que obteve $3,80 \pm 0,06$.

Em relação à acidez total, expressa em ácido cítrico, os resultados atenderam aos parâmetros exigidos pelo PIQ, que estabelecem um mínimo de 0,6%, mas ficaram abaixo dos teores observados por SILVA (2016) e SANTOS et al. (2014), com valores de $1,67\% \pm 0,00$ e $0,79 \pm 0,02\%$, respectivamente. Os dados completos podem ser conferidos na Tabela 3.

Tabela 3. Análise físico-química da graviola.

Table 3. Physico-chemical analysis of soursop.

Caracterização físico-química	Graviola	BRASIL (2000)	SANTOS et al. (2014)	SILVA (2016)
Sólidos Solúveis Totais (^o Brix)	$11,0 \pm 0,0$	Mínimo 9	$17,5 \pm 0,0$	14,5
pH	$3,83 \pm 0,05$	Mínimo 3,5	$3,80 \pm 0,06$	3,64
Acidez total em ácido cítrico (%)	$0,61 \pm 0,05$	Mínimo 0,6	$0,79 \pm 0,02$	1,67

Análises cinéticas

Cinética da fermentação induzida

O SST iniciado em 18 estava em 10 °Brix no 12º dia, mostrando um comportamento decrescente esperado durante a etapa fermentativa. Esse valor encontra-se abaixo do descrito por ARAÚJO et al. (2020), que foi de 12,5 para bebida alcoólica fermentada de cupuaçu com °Brix inicial de 25. Portanto, observa-se que o SST ainda não se manteve constante, indicando que ainda há açúcares fermentescíveis no mosto.

O pH iniciado em 6,5 estava em torno de 4,25 no 12º dia de fermentação, havendo uma variação gradativa dessa variável. Esse valor se encontra acima do encontrado por SANTOS et al. (2020), que foi de 3,5 ao fim da fermentação de uma bebida alcoólica fermentada de goiaba. Essa diferença possivelmente ocorreu por conta do pH inicial do fermentado de goiaba ter começado em valor diferente ao deste estudo. Além disso, outros fatores como a composição química dos frutos e as condições de fermentação podem influenciar o pH ao longo do processo.

A acidez total titulável iniciada em $0,81 \pm 0,0$ mEq/L estava em $31,98 \pm 0,4$ no 12º dia, valor inferior ao encontrado por ROCHA et al. (2019), que obteve um valor de 74,73 mEq/L para fermentado alcoólico a partir de polpa de buriti com °Brix inicial de 21. Essa diferença pode ser atribuída a vários fatores, incluindo a composição química específica do substrato (polpa de buriti), a diversidade de micro-organismos envolvidos na fermentação e as condições particulares de fermentação utilizadas em ambos os estudos.

No 12º dia de fermentação, o teor alcoólico atingiu 4,32 °GL. É crucial observar que este valor se encontra dentro do intervalo estipulado pela legislação para fermentados alcoólicos de fruta, que determina uma graduação alcoólica entre 4 a 14 % em volume por volume (v/v). Essa conformidade com os parâmetros legais é um indicador positivo de que a fermentação está progredindo conforme o esperado, e que o produto final está dentro dos limites estabelecidos (BRASIL 2024). Isso sugere que o processo fermentativo está ocorrendo de forma controlada e eficiente,

resultando em um teor alcoólico adequado para uma categoria de fermentado. Os resultados da análise cinética durante a fermentação induzida estão presentes na Figura 3.

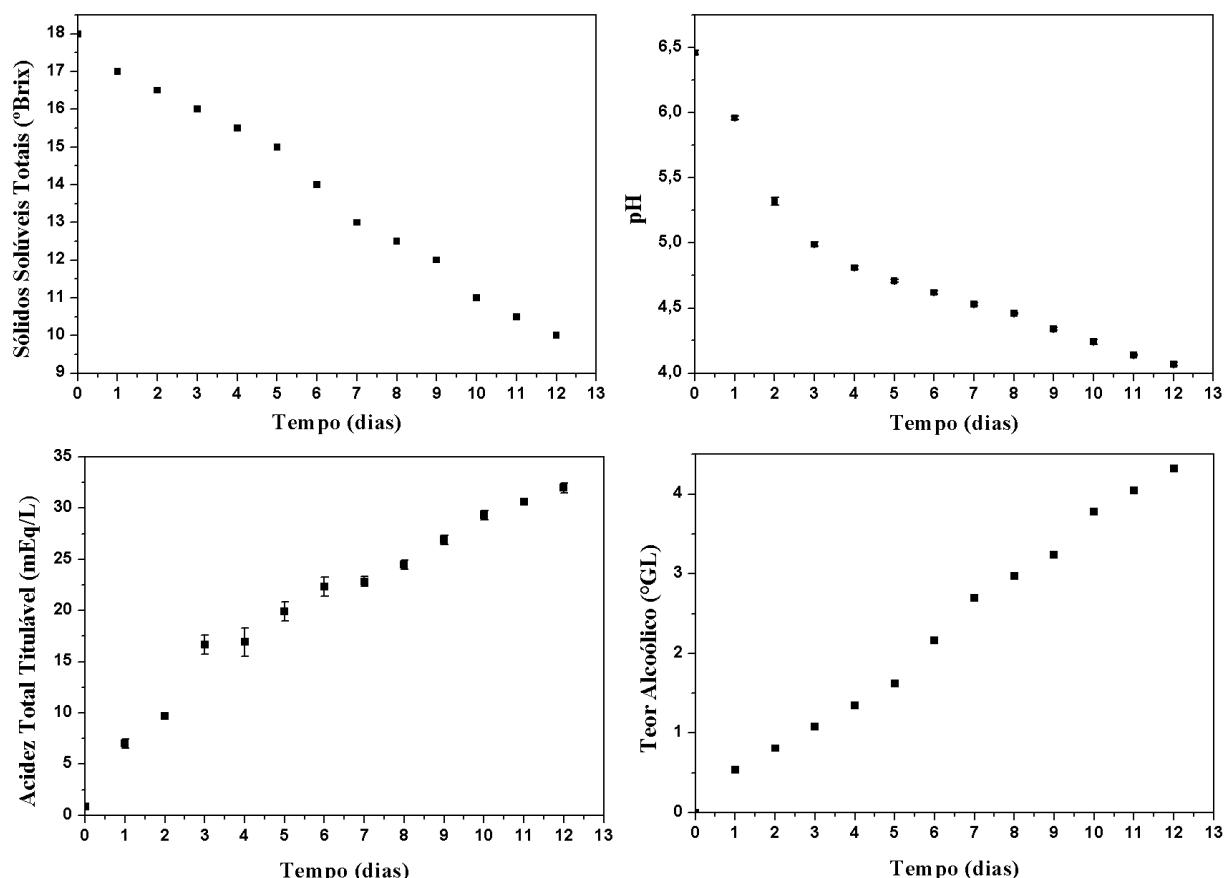


Figura 3. Parâmetros monitorados durante a fermentação induzida.

Figure 3. Parameters monitored during induced fermentation.

Cinética da fermentação natural

Os resultados mostram que a adição de *ginger bug* à fermentação teve um efeito significativo nos níveis de SST ao longo do processo. O SST iniciado em 18 estava em 16,8 °Brix no 5º dia de fermentação, se mantendo até o 7º dia nesse valor. No 8º dia o SST caiu para 16,6 °Brix se mantendo nesse valor até o fim da análise cinética da fermentação com adição de *ginger bug*, indicando uma queda de 7,78%. Enquanto isso, o estudo de OLIVEIRA et al. (2024) apresentou uma queda de 5,77% (13 para 12,25 °Brix) em 14 dias, indicando que o presente estudo foi mais eficiente na transformação de açúcar em álcool.

Em contraste, o grupo sem a adição de *ginger bug* não apresentou variação significativa nos níveis de SST. A influência do *ginger bug* sobre os resultados é crucial para a interpretação dos dados. De acordo com a informação de AQUARONE et al. (2001), a levedura de fermentação do gengibre, *Saccharomyces pyriformis*, parece não possuir a capacidade de consumir o açúcar do mosto. Essa peculiaridade da levedura é central para compreender os desdobramentos dessa fermentação. Sua limitada capacidade de metabolizar os açúcares no mosto pode ter implicações significativas na produção final da bebida fermentada. Este

fenômeno pode influenciar o teor alcoólico e o perfil sensorial da bebida, já que os açúcares não são completamente consumidos durante o processo de fermentação.

Os resultados referentes ao pH ao longo do processo de fermentação apresentaram variações significativas entre os grupos com e sem a adição de *ginger bug*. No início, o pH inicial foi de seis e, no 5º dia de fermentação no grupo com *ginger bug*, observou-se uma queda acentuada para aproximadamente 3,12. Essa tendência de diminuição do pH foi gradual até o 12º dia do estudo cinético, quando alcançou o valor mais ácido de 2,56, valor aproximado ao de OLIVEIRA et al. (2024) que obteve 2,66 após 14 dias de fermentação. Por outro lado, o grupo sem a adição de *ginger bug* manteve um pH mais elevado, em torno de 4,09, no último dia de análise cinética.

É interessante notar que os resultados obtidos neste estudo divergem dos encontrados por SANTOS et al. (2020) em sua pesquisa sobre a fermentação de uma bebida alcoólica de goiaba. Nesse estudo, o pH ficou em torno de 3,4 no 5º dia e 3,3 no 8º dia de fermentação. Essa diferença notável pode ser atribuída, em parte, ao fato de que o pH inicial do fermentado de goiaba foi distinto do valor inicial de pH neste estudo. Além disso, as variações nos produtos e nas condições de fermentação podem ter desempenhado um papel significativo na discrepância dos resultados.

A análise da acidez total titulável revelou variações notáveis ao longo do estudo cinético da fermentação com a adição de *ginger bug*. No início, a acidez estava em $2,04 \pm 0,5$ mEq/L e, no 5º dia de fermentação, houve um aumento significativo para $9,06 \pm 1,33$. Essa tendência de elevação continuou até o 12º dia, alcançando um valor notavelmente alto de $31,86 \pm 5,7$. Em contrapartida, no grupo de fermentação sem *ginger bug*, a acidez total titulável foi de $15,59 \pm 0,4$ mEq/L no 12º dia.

Comparando esses resultados com o estudo de ROCHA et al. (2019), nota-se uma discrepância substancial. No estudo anterior, a fermentação alcoólica a partir de polpa de buriti, com um SST inicial de 13 °Brix e polpa diluída em 75% de água, resultou em uma acidez de 34,63 mEq/L. Essa diferença pode ser atribuída às variações nos substratos utilizados, bem como nos processos de fermentação.

É importante ressaltar que os valores obtidos estão abaixo do limite indicado pela legislação para fermentados de frutas, que requer um mínimo de 50 mEq/L de acidez total titulável. Esse resultado pode ser explicado pelas particularidades do processo produtivo da *ginger beer*, que podem não se alinhar completamente com a categoria estabelecida por essa legislação.

A análise do teor alcoólico ao longo do processo de fermentação apresentou resultados distintos entre os grupos com e sem a adição de *ginger bug*. No grupo com *ginger bug*, no 5º dia de fermentação, foi registrado um teor alcoólico de $0,64 \pm 0,18$ ° GL. Essa quantidade se manteve relativamente estável até o 12º dia, atingindo $0,71 \pm 0,16$ ° GL, classificando a bebida como de baixo teor alcoólico. Por outro lado, o grupo sem *ginger bug* não apresentou qualquer quantidade detectável de teor alcoólico ao longo do período de fermentação, permanecendo em 0 ° GL. Dessa forma, essa fermentação não se enquadra como uma bebida alcoólica.

A explicação para esse baixo teor alcoólico, conforme apontado por AQUARONE et al. (2001), está ligada à levedura de fermentação do gengibre,

conhecida como *Saccharomyces pyriformis*. Apesar de conduzir a fermentação, essa levedura resulta em uma concentração alcoólica relativamente baixa. Essa característica da *Saccharomyces pyriformis* é crucial para entender a limitação no teor alcoólico alcançado durante o processo de fermentação da ginger beer.

Essa diferença nos teores alcoólicos entre os grupos destaca a influência decisiva da adição de *ginger bug* no processo de fermentação e na composição final da bebida. Além disso, reforça a importância de compreender as características específicas das leveduras utilizadas em fermentações, uma vez que estas desempenham um papel crucial na produção de compostos como o álcool.

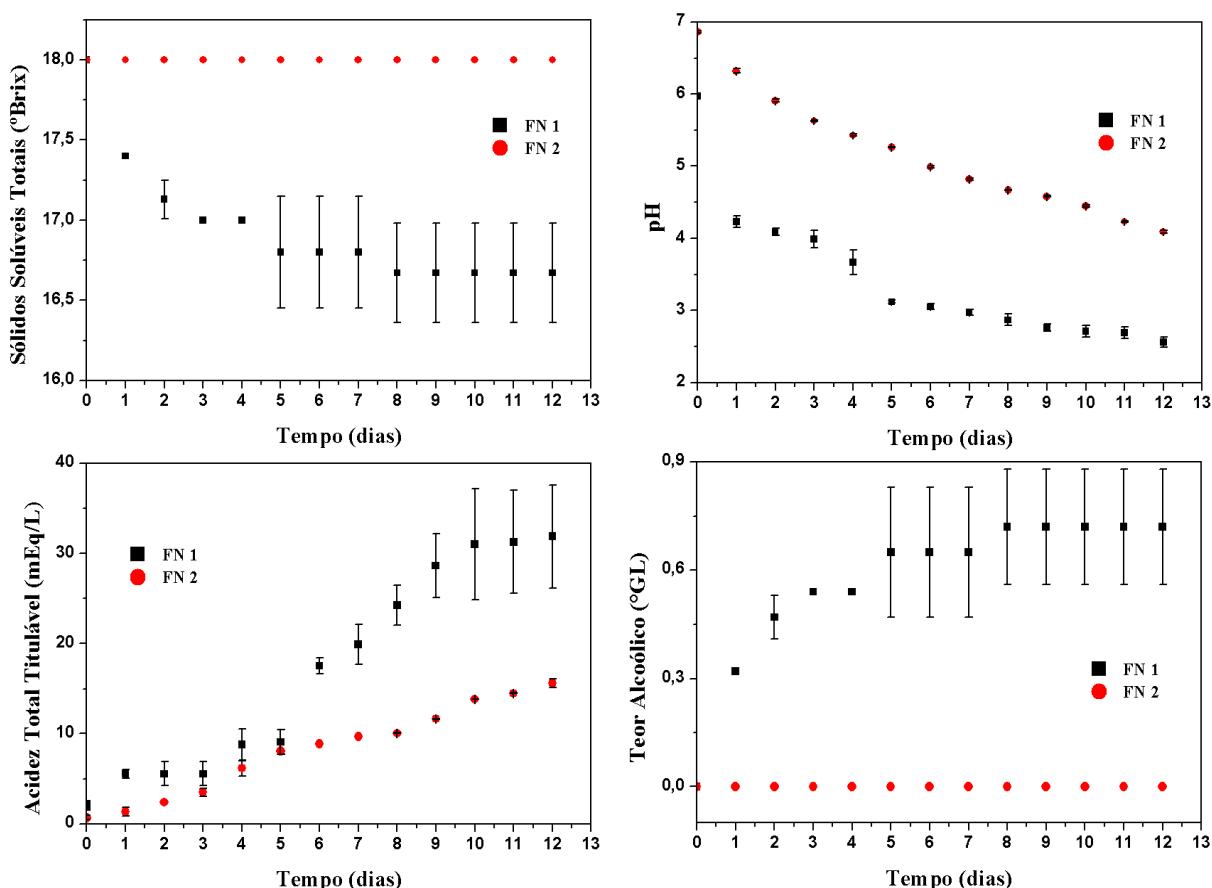


Figura 4. Parâmetros monitorados durante a fermentação natural. FN 1 = Fermentação com *ginger bug*; FN 2 = Fermentação sem *ginger bug*.

Figure 4. Parameters monitored during natural fermentation. FN 1 = Fermentation with ginger bug; FN 2 = Fermentation without ginger bug.

Análises físico-químicas das bebidas produzidas

No que diz respeito ao teor de SST, a ginger beer saborizada com graviola demonstra valores mais baixos em todas as condições de fermentação e concentração de graviola, variando de 9,0 a 16,0 ° Brix. Em contrapartida, as bebidas de cupuaçu e açaí analisadas por ARAÚJO et al. (2020) apresentam valores de 12,5 e 14,9 ° Brix, respectivamente. Isso sugere que as amostras de ginger beer com graviola têm uma concentração menor de sólidos solúveis totais em comparação com as bebidas de Cupuaçu e Açaí. MITROI & DIACONESCU (2024)

encontraram valor superior a este estudo, sendo 7,25 °Brix para cerveja de gengibre artesanal.

No que se refere ao teor alcoólico (° GL), as bebidas também apresentam valores mais baixos (variando de 1,08 a 4,86 ° GL) em comparação com as bebidas de cupuaçu e açaí, que registram 6,76 e 5,45 ° GL, respectivamente.

Em relação à Acidez Total Titulável (mEq/L), as amostras apresentam valores mais baixos (variando de 32,45 a 38,02 mEq/L) em comparação com as bebidas de cupuaçu e açaí, que registram 90,77 e 54,73 mEq/L, respectivamente. Isso sugere que as bebidas são menos ácidas em comparação com as outras bebidas.

Por fim, quanto ao pH, as amostras de *ginger beer* são mais ácidas (variando de 2,95 a 3,18) em comparação com as bebidas de cupuaçu e açaí, que possuem um pH de 3 e menos ácidas que o encontrado por MITROI & DIACONESCU (2024), que foi de 3,6 para cerveja de gengibre artesanal. Isso indica que as mesmas têm um pH mais baixo, o que pode influenciar no sabor e na estabilidade do produto. A caracterização físico química dos fermentados está na Tabela 4.

Tabela 4. Caracterização físico-química dos fermentados produzidos.

Table 4. Physico-chemical characterization of the fermented products produced.

Parâmetros	Fermentação induzida (10% de graviola)	Fermentação induzida (20% de graviola)	Fermentação natural (10% de graviola)	Fermentação natural (20% de graviola)
Sólidos solúveis totais (°Brix)	9,6 ± 0,0 ^d	9,0 ± 0,0 ^a	16,0 ± 0,0 ^b	15,5 ± 0,0 ^c
pH	3,04 ± 0,0 ^b	3,18 ± 0,0 ^a	2,95 ± 0,0 ^b	3,02 ± 0,0 ^b
Acidez Total Titulável (mEq/L)	31,87 ± 0,6 ^b	38,02 ± 0,8 ^a	32,45 ± 0,5 ^d	36,74 ± 0,7 ^c
Teor alcoólico (°GL)	4,54 ± 0,0 ^b	4,86 ± 0,0 ^a	1,08 ± 0,0 ^c	1,35 ± 0,0 ^d

*Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na coluna e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 5% de significância.

Análise microbiológica

Os resultados obtidos demonstram que os fermentados de gengibre saborizados com graviola, elaborados em diferentes tipos de fermentação e porcentagem de graviola, foram produzidos em condições sanitárias adequadas. A ausência dos microrganismos pesquisados confirma a conformidade com os padrões microbiológicos estabelecidos pela Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001, que aprova o regulamento técnico para controle de qualidade em alimentos no Brasil (BRASIL 2001). Os dados da análise microbiológica nas 4 amostras da bebida produzida estão presentes na tabela 5.

Tabela 5. Análise microbiológica dos produtos elaborados.

Table 5. Microbiological analysis of the products produced.

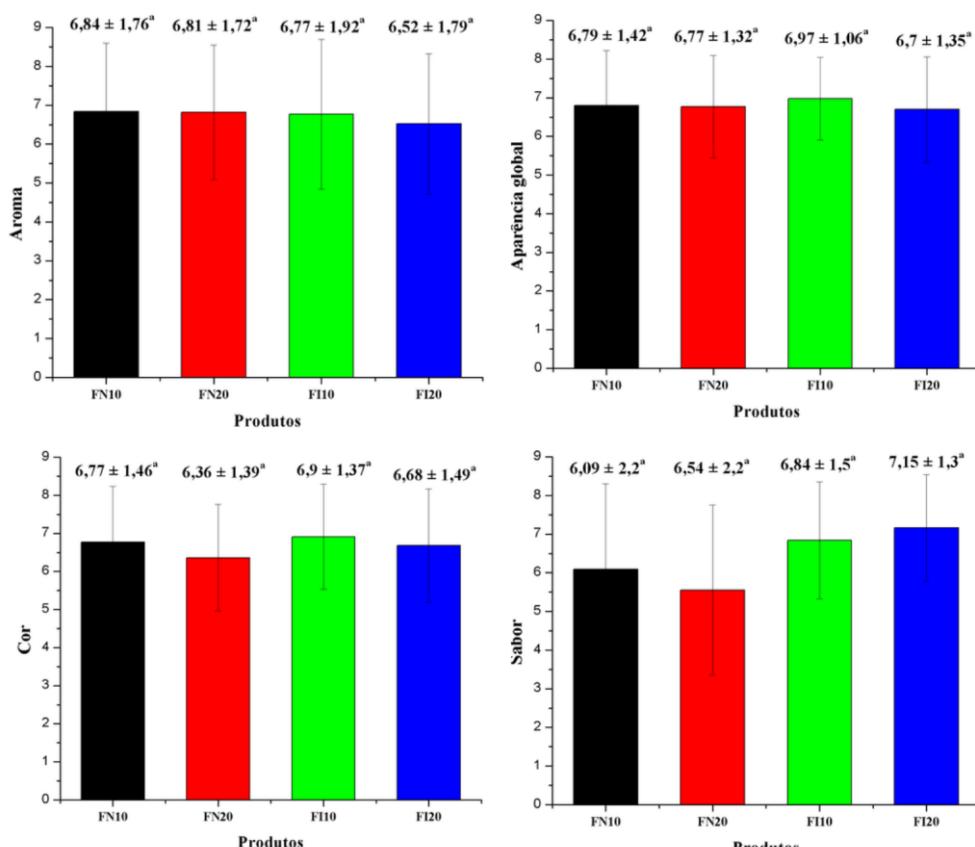
Análises	Fermentação induzida (10% de graviola)	Fermentação induzida (20% de graviola)	Fermentação natural (10% de graviola)	Fermentação natural (20% de graviola)
Coliformes totais e termotolerantes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Salmonella	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Mesófilos	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Bolores e leveduras	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Análise sensorial

As amostras apresentaram notas semelhantes no atributo de aparência global, variando entre 6,7 e 6,98, indicando que os provadores não perceberam diferenças marcantes, caracterizando a bebida como turva e carbonatada, conforme mencionado por OLIVEIRA et al. (2024). Todas as amostras obtiveram notas abaixo da referência de 8,29 para a aceitação global da cerveja de gengibre, segundo TOZETTO (2017). Em relação à cor, as avaliações giraram em torno de seis, sugerindo que o tom amarelo da bebida foi considerado aceitável. A formulação resultante da fermentação induzida com 10% de graviola recebeu a maior nota para a cor, 6,98, com 75% dos provadores atribuindo notas acima de seis.

No que diz respeito ao aroma, as amostras apresentaram uma aceitação similar, com destaque para aromas cítricos, refrescantes e fermentados. Em termos de sabor, a bebida fermentada com 20% de graviola se destacou, pois 70% dos provadores deram notas acima de sete (indicando "gostei moderadamente"), apresentando um perfil ácido, conforme observado por OLIVEIRA et al. (2024). A Figura 5 ilustra os resultados da análise sensorial em relação aos atributos avaliados.

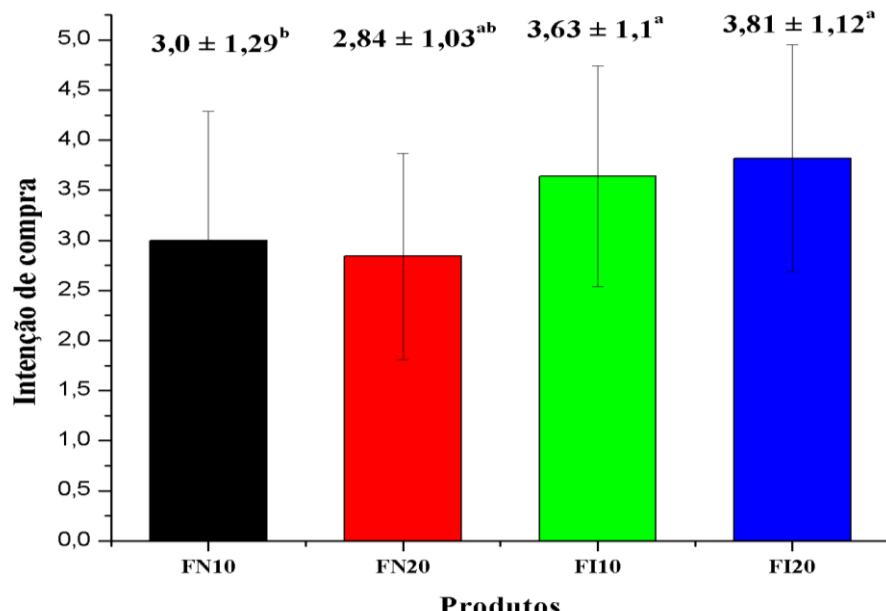


*Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na coluna e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 5% de significância.

Figura 5. Atributos avaliados na análise sensorial.

Figure 6. Attributes evaluated in the sensory analysis.

Em relação à intenção de compra, a bebida produzida por fermentação natural com 20% de graviola destacou-se negativamente, pois foi a única a não atingir uma média igual ou superior a 3, com 40% dos provadores indicando uma tendência a não adquiri-la. Em contrapartida, a formulação resultante da fermentação induzida, saborizada com 20% de graviola, obteve a maior pontuação, com uma média de 3,82. Essa opção conquistou a aprovação de 72,5% dos provadores, que atribuíram notas iguais ou superiores a 3, aprovação similar à descrita por SANTOS (2013) que obteve mais de 70% das notas iguais ou acima de 3. Os resultados sobre a intenção de compra estão ilustrados na Figura 6.



*Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na coluna e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 5% de significância.

Figura 6. Intenção de compra dos provadores.

Figure 6. Purchase intention of the tasters.

CONCLUSÃO

O estudo avaliou a caracterização físico-química e microbiológica de bebidas fermentadas de gengibre saborizadas com graviola, destacando diferenças nos sólidos solúveis, pH, acidez total e teor alcoólico em comparação com outras bebidas como cupuaçu e açaí. As análises cinéticas mostraram que a fermentação com *ginger bug* influenciou positivamente os parâmetros de pH e acidez, resultando em bebidas mais ácidas e com teor alcoólico detectável, enquanto a fermentação sem *ginger bug* não apresentou teores alcoólicos. Os resultados microbiológicos confirmaram a conformidade com os padrões de qualidade, e a análise sensorial indicou uma aceitação geral das amostras, com destaque para a amostra de bebida feita por fermentação induzida saborizada com 20% de graviola, que se destacou em sabor.

CONTRIBUIÇÕES DO AUTOR

Erika Magalhães Alencar

<https://orcid.org/0009-0003-2953-8306>

Conceitualização, metodologia e análise formal, investigação, redação - preparação do rascunho original, redação - revisão e edição, visualização.

Antonia Queiroz Lima de Souza

<https://orcid.org/0000-0001-5602-8617>

Metodologia e análise formal, visualização, supervisão.

Lourdes Mylla Rocha Perdigão

<https://orcid.org/0000-0003-4033-9423>

Metodologia e análise formal, visualização, supervisão.

Wenderson Gomes dos Santos

<https://orcid.org/0000-0002-3570-6340>

Conceitualização, metodologia e análise formal, investigação, redação - revisão e edição, visualização, supervisão.

Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

FINANCIAMENTO

Este trabalho foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio do projeto TP-4, intitulado “Desenvolvimento de bebida alcoólica fermentada de gengibre (*Zingiber officinale Roscoe*) com graviola (*Annona muricata*) por diferentes processos fermentativos”, integrante do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

DECLARAÇÃO DO CONSELHO DE REVISÃO INSTITUCIONAL

O presente estudo, envolvendo análise sensorial com seres humanos, foi aprovado pelo Conselho de Revisão Institucional (Comitê de Ética em Pesquisa – CEP), por meio da Plataforma Brasil, sob o CAAE nº 69770223.0.0000.5020 e Parecer nº 6419942.

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Todos os participantes da pesquisa foram previamente informados sobre os objetivos, procedimentos e possíveis riscos do estudo, e concordaram voluntariamente em participar, assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme exigido pelas diretrizes éticas estabelecidas pela Plataforma Brasil e pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE DADOS

Os dados podem ser disponibilizados mediante solicitação.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao CNPq, PROTEC, Laboratório de Termodinâmica Aplicada - LABTERMO, Laboratório de Microbiologia de Alimentos - LMA e à Universidade

Federal do Amazonas - UFAM pela colaboração fundamental no desenvolvimento deste trabalho.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não haver quaisquer conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

- AQUARONE E et al. 2001. Biotecnologia Industrial: biotecnologia na produção de alimentos. São Paulo: Edgard Blücher Ltda. 544p.
- ARAÚJO DL et al. 2020. Caracterização das propriedades físico-químicas e microbiológicas na cinética de produção de bebidas alcoólicas fermentadas de açaí e cupuaçu. In: CORDEIRO CAM. (Ed.). Tecnologia de alimentos: Tópicos físico, químicos e biológicos. Guarujá: Editora Científica Digital. Cap. 31. p. 397-406.
- BAG BB. 2018. Ginger Processing in India (*Zingiber officinale*): A Review. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 7: 1639-1651.
- BRASIL. 2000. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 01, de 7 de Janeiro de 2000. Regulamento da Lei nº 8.918, de 14 julho de 1994, aprovado pelo Decreto nº 2.314, de 4 de setembro de 1997, que dispõe sobre o regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. Brasília: Diário Oficial da União.
- BRASIL. 2001. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de Janeiro de 2001, que Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. Brasília: Diário Oficial da União.
- BRASIL. 2022. Ministério da Saúde. Instrução Normativa 161, de 01 de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Brasília: Diário Oficial da União.
- BRASIL. 2024. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 140, de 28 de fevereiro de 2024. Regulamento da Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, aprovado pelo Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Brasília: Diário Oficial da União.
- CNI. 2020. Confederação Nacional da Indústria. Bioeconomia e a Indústria brasileira. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2020/10/bioeconomia-e-industria-brasileira>>. Acesso em: 02 nov. 2024.
- CRISTOFEL CJ. 2018. Influência dos parâmetros de secagem e formas de fracionamento na composição química do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) desidratado. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Laranjeiras do Sul: UFFS. 79 f.
- DESHPANDE HW et al. 2019. Studies on Process Standardization and Quality Evaluation of Ginger Ale. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 8: 1043–1050.
- FARIAS AV. 2019. Estudo cinético da fermentação alcoólica de *inga edulis*. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Química). Manaus: UEA. 48p.
- IAL. 2008. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: IAL. 1020p.

- LIMA LFF de S et al. 2021. Kinetic analysis of the fermentative process of mead with the addition of cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) pulp. Research, Society and Development 10: e54101421685-e54101421696.
- MORENO FLM. 2022. A formulação química das bebidas alcoólicas e suas especificidades. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciência e Tecnologia). Pau dos Ferros: UFERSA. 63p.
- NEVES WBP et al. 2020. Produção e caracterização físico-química do fermentado de caju. Brazilian Journal of Development 6: 68106-68120.
- NUTAKOR C et al. 2020. Ginger Beer: An Overview of Health Benefits and Recent Developments. Fermentation 6: 1-23.
- OLIVEIRA IV et al. 2020. Produção e caracterização do hidromel tipo doce. Brazilian Journal Of Development 6: 11176-11191.
- OLIVEIRA LIG de et al. 2024. Ginger beer derived from back-slopping: Volatile compounds, microbial communities on activation and fermentation, metabolites and sensory characteristics. Food Chemistry 435: 1-13.
- PAMPLONA L de MP et al. 2021. Potencial da bioeconomia para o desenvolvimento sustentável da Amazônia e possibilidades para a atuação do BNDES. Revista do BNDES 28: 55-86.
- MITROI IP & DIACONESCU DM. 2024. Obtaining craft ginger beer in the laboratory phase and sensory, physico-chemical characteristics. Carpathian Journal Of Food Science And Technology 16: 54-61.
- RADY I et al. 2018. Anticancer Properties of Graviola (*Annona muricata*): A Comprehensive Mechanistic Review. Oxidative Medicine and Cellular Longevity 2018: 1826170-1826209.
- ROCHA MA de A et al. 2019. Produção de fermentado alcoólico a partir da polpa de buriti (*Mauritia flexuosa* L. F.). In: MATOS RRS da S et al. (Ed.). A Face Multidisciplinar das Ciências Agrárias. Ponta Grossa: Atena Editora. Cap 25. p. 263-275.
- SACOOR CC. 2020. Plantas e produtos vegetais com ação no sistema digestivo: Gengibre e os seus efeitos terapêuticos. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Lisboa: ULisboa. 58p.
- SANTOS DDC et al. 2014. Elaboração de bebida tipo néctar de graviola adoçada com mel de *Apis mellifera*. Revista Caatinga 27: 16-225.
- SANTOS EA da S et al. 2020. Bebida alcoólica fermentada de goiaba (*Psidium guajava* L.): processamento e caracterização. Brazilian Journal of Development 6: 31785-31798.
- SANTOS ER dos & SOUZA FTC de. 2020. Desenvolvimento de bebida fermentada utilizando a polpa de pinha (*Annona squamosa* L.) como alternativa para excedentes de colheita. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial 14: 3191-3211.
- SANTOS MVG. 2013. Elaboração de néctar misto de uva e gengibre. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos). Imperatriz: UFMA. 52p.
- SANTOS RT dos S e et al. 2021. Estudo prospectivo de documentos de patentes relacionados à produção de bebidas alcoólicas fermentadas de frutas. Cadernos de Prospecção 14: 242-254.

- SILVA ACM. 2016. Compostos bioativos da polpa, casca e folhas da gravoleira sob diferentes métodos de secagem. (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos). Itapetinga: UESB. 59p.
- SILVA CEB. 2023. Socioeconomia e produção de graviola na região metropolitana de Santarém, Pará. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida). Santarém: UFOPA. 86p.
- SILVA F et al. 2020. Análise física, físico-química, química e antioxidante do gengibre (*Zingiber Officinale Roscoe*) e cristais de gengibre. In: OLIVEIRA RJ de. (Ed.). Extensão Rural em Foco: Apoio à Agricultura Familiar, Empreendedorismo e Inovação. Guarujá: Editora Científica. Cap. 9. p. 85–89.
- SOUSA ALP. 2023. Elaboração e análise sensorial de bebidas fermentadas tipo kombucha saborizada com o cambuí (*Myrcia multiflora*). Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos). Salgueiro: IFSertãoPE. 45p.
- TOZETTO LM. 2017. Produção e caracterização de cerveja artesanal adicionada de gengibre (*Zingiber officinale*). Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Ponta Grossa: UTFPR. 80p.
- VIANA FLE. 2023. Indústria de bebidas alcoólicas. Caderno Setorial ETENE 8: 1-14.