



**INSTITUTO
FEDERAL**

Brasília

Instituto Federal de Brasília

Campus Gama

Curso Superior de Tecnologia em Alimentos

DANIEL BARBOSA DOS SANTOS

**ELABORAÇÃO DE SORBET DE ABACAXI COM ADIÇÃO DE KOMBUCHA
OBTIDA A PARTIR DE CHÁ VERDE (*CAMELLIA SINENSIS*)**

Brasília
2023

DANIEL BARBOSA DOS SANTOS

**ELABORAÇÃO DE SORBET DE ABACAXI COM ADIÇÃO DE KOMBUCHA
OBTIDA A PARTIR DE CHÁ VERDE (*CAMELLIA SINENSIS*)**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Campus Gama do Instituto Federal de Brasília como requisito parcial para obtenção de título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Mariana Schievano Danelon

Brasília
2023

Santos, Daniel Barbosa dos.

Elaboração de sorbet de abacaxi com adição de kombucha obtida a partir de chá verde (*Camellia sinensis*) / Daniel Barbosa dos Santos ; orientação Mariana Schievano Danelon. — Gama, DF: 2023.

52 f. : il. color. ; 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) — Instituto Federal de Brasília, Campus Gama, Gama, DF, 2023.

Orientador(a): Mariana Schievano Danelon.

1. Aceitação. 2. Fermentado. 3. Gelado. 4. Kombucha. 5. Sorvete. I. Danelon, Mariana Schievano, orient. II. Instituto Federal de Brasília. III. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília

PARECER 28/2023 - GA-GRAD-TA/CGEN/DREP/DGGA/RIFB/IFBRASILIA de 18 de dezembro de 2023

DANIEL BARBOSA DOS SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE SORBET DE ABACAXI COM ADIÇÃO DE KOMBUCHA OBTIDA A PARTIR DE CHÁ VERDE
(*CAMELLIA SINENSIS*)**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do *Campus* Gama do Instituto Federal de Brasília
como requisito parcial para obtenção de título de Tecnólogo em Alimentos.

Aprovado em 18 de dezembro de 2023

BANCA EXAMINADORA

(Assinado eletronicamente)

Profa. Dra. Mariana Schievano Danelon (orientadora)

IFB – Campus Gama

(Assinado eletronicamente)

Profa. Dra. Adriana Linhares Drummond – Membro interno

IFB - Campus Gama

(Assinado eletronicamente)

Me. Valérya Carneiro Teles – Membro interno

IFB - Campus Gama

Documento assinado eletronicamente por:

- **Mariana Schievano Danelon, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 18/12/2023 12:32:50.
- **Adriana Linhares Drummond, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 20/12/2023 18:04:52.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 18/12/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 511713

Código de Autenticação: e102ff5ad0



Campus Gama
Lote 01, DF 480, None, Setor de Múltiplas
Atividades, GAMA / DF, CEP 72.429-005



Documento assinado digitalmente

VALERYA CARNEIRO TELES

Data: 21/12/2023 14:16:21-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

RESUMO

Kombucha é uma bebida de origem asiática, levemente ácida e espumante, obtida a partir da fermentação de bactérias e leveduras em um substrato, comumente o chá verde. A bebida tem se tornado popular devido aos seus efeitos benéficos à saúde. Objetivou-se utilizar a kombucha, obtida a partir da fermentação do chá verde, para o preparo de um sorbet de abacaxi. O chá foi preparado com 150g de açúcar, 15g de erva *Camellia sinenses* e 2,5L de água, em infusão por 5 minutos. Após resfriado, adicionaram-se 150mL do chá de arranque (chá fermentado previamente pela kombucha) e o Scomby (biofilme composto pela associação simbiótica de bactérias acéticas e leveduras), deixando-se fermentar a 27°C ($\pm$ 2°C) por 8 dias, sendo o Scomby retirado após esse período. Foram elaboradas três formulações de sorbet de abacaxi: “controle” (sem o chá fermentado de kombucha), “10% kombucha”, com a adição de 10% do chá fermentado e “20% kombucha”, com a adição de 20% do chá fermentado. Os sorbets foram preparados com 30% de polpa de abacaxi, 20% de açúcar, 1,4% de emulsificante e 0,1% de ácido cítrico, variando-se somente as quantidades de água e de chá. Para a kombucha e os sorbets foram analisados pH e sólidos solúveis (°Brix), e para os sorbets foram avaliados, também, a velocidade de derretimento, a aceitação sensorial e a intenção de compra dos produtos. Os valores médios de pH dos sorbets variaram entre $3,18 \pm 0,22$ e $3,30 \pm 0,22$, enquanto o pH da kombucha foi de $2,67 \pm 0,08$. Os teores de sólidos solúveis dos sorbets variaram entre 28,13 e 28,97°Brix, sendo o valor para a kombucha de 6,37°Brix. Com relação à taxa de derretimento, a primeira gota ocorreu entre 3 e 5 minutos e, decorridos 30 minutos após esta, entre 69,0% e 78,7% dos sorbets haviam derretido. Em termos de aceitação sensorial global, não houve diferenças ($p>0,05$) entre a amostra controle e o sorbet com 10% de kombucha. O sorbet com 20% de kombucha foi significativamente menos aceito, principalmente por conta do sabor e odor. Proporções de 72,2%, 59,7%, 48,6% dos provadores disseram que certamente ou provavelmente comprariam os sorbets controle, com 10% de kombucha, e com 20%, respectivamente. Embora o sorbet sem kombucha tenha tido maior apelo de compra junto aos consumidores, há potencial mercadológico para o uso da kombucha em gelados comestíveis.

Palavras-chave: aceitação; fermentado; gelado; kombucha; sorvete.

ABSTRACT

Kombucha is a slightly acidic and effervescent beverage of Asian origin, obtained through the fermentation of bacteria and yeast in a substrate, commonly green tea. The drink has become popular due to its health benefits. The objective was to use kombucha, obtained from the fermentation of green tea, to prepare a pineapple sorbet. The tea was prepared with 150g of sugar, 15g of *Camellia sinensis* tea leaves, and 2.5L of water, infused for 5 minutes. After cooling, 150mL of starter tea (tea previously fermented by kombucha) and the Scoby (biofilm composed of the symbiotic association of acetic bacteria and yeast) were added, allowing fermentation at 27°C ($\pm$ 2°C) for 8 days, with the Scoby removed after this period. Three formulations of pineapple sorbet were developed: "control" (without the kombucha fermented tea), "10% kombucha," with the addition of 10% fermented tea, and "20% kombucha," with the addition of 20% fermented tea. The sorbets were prepared with 30% pineapple pulp, 20% sugar, 1.4% emulsifier, and 0.1% citric acid, varying only the amounts of water and tea. For kombucha and sorbets, pH and soluble solids ($^{\circ}$ Brix) were analyzed, and for sorbets, melt rate, sensory acceptance, and purchase intent were also evaluated. The average pH values of the sorbets ranged from 3.18 ± 0.22 to 3.30 ± 0.22 , while the pH of kombucha was 2.67 ± 0.08 . The soluble solids content of the sorbets ranged from 28.13 to 28.97 $^{\circ}$ Brix, with the value for kombucha being 6.37 $^{\circ}$ Brix. Regarding the melting rate, the first drop occurred between 3 and 5 minutes, and 30 minutes later, between 69.0% and 78.7% of the sorbets had melted. In terms of overall sensory acceptance, there were no differences ($p>0.05$) between the control sample and the sorbet with 10% kombucha. The sorbet with 20% kombucha was significantly less accepted, mainly due to flavor and odor. Proportions of 72.2%, 59.7%, and 48.6% of the tasters said they would certainly or probably buy the control sorbet, with 10% kombucha, and with 20%, respectively. Although the sorbet without kombucha had greater purchasing appeal among consumers, there is market potential for the use of kombucha in ice creams.

Keywords: acceptance; fermented product; frozen; kombucha; ice cream.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

Figura 1 - Processo principal de fermentação da kombucha	19
Figura 2 - Scoby de kombucha (White Labs WLP 600), adquirido de empresa nacional	27
Figura 3 - Procedimento de fermentação para reativação das colônias do Scoby da kombucha.....	28
Figura 4 - Fluxograma com as etapas de produção da kombucha, obtida a partir do chá verde.....	29
Figura 5 - Kombucha obtida a partir da fermentação do chá verde.....	30
Figura 6 - Fluxograma com as etapas de preparo dos sorbets de abacaxi	32
Figura 7 - Sorbet produzido em sorveteira industrial.....	32
Figura 8 - pH de uma das amostras sendo analisado no pHmetro de bancada.....	33
Figura 9 - Amostra de sorbet de abacaxi sobre tela de arame e béquer para avaliação da velocidade de derretimento	34

Gráficos

Gráfico 1 - Derretimento da massa de sorbet ao longo do tempo	39
Gráfico 2 - Distribuição percentual dos provadores de acordo com a intenção de compra das amostras de sorbet	43

Quadros

Quadro 1 - Informação nutricional em 100 g de abacaxi	15
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulações dos sorbets de abacaxi.....	31
Tabela 2 - Caracterização de pH e sólidos solúveis (°Brix) da kombucha e dos sorbets de abacaxi	36
Tabela 3 - Velocidade de derretimento dos sorbets de abacaxi.....	39
Tabela 4 - Médias das notas atribuídas pelos provadores quanto à aceitação sensorial das amostras de sorbet de abacaxi	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
DRI	Ingestão Diária Recomendada
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFB	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília
IN	Instrução Normativa
ITAL	Instituto de Tecnologia de Alimentos
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
pH	Potencial Hidrogeniônico
SCOBY	<i>Symbiotic Culture of Bacteria and Yeasts</i> (Colônia Simbiótica de Bactérias e Leveduras)
TACO	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo geral	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1 Abacaxi.....	14
3.2 Chá verde (<i>Camellia sinensis</i>).....	16
3.3 Kombucha.....	17
3.4 Sorbet.....	21
3.5 Análises de qualidade.....	22
3.5.1 Análises físico-químicas.....	22
3.5.2 Análise sensorial.....	23
3.5.2.1 Testes de aceitação e de intenção de compra	24
4 MATERIAIS E MÉTODOS	26
4.1 Obtenção do Scoby da kombucha.....	26
4.2 Reativação das colônias microbianas do Scoby.....	27
4.3 Obtenção da kombucha a partir da fermentação do chá verde	28
4.4 Elaboração das formulações de sorbet de abacaxi	30
4.5 Análises físico-químicas da kombucha e das formulações de sorbet	33
4.6 Elaboração e aplicação dos testes sensoriais	34
4.7 Análises estatísticas	35
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1 Resultados dos testes de fermentação do chá verde para obtenção da kombucha	36
5.2 Análise dos resultados dos testes físico-químicos	36
5.3 Análise dos resultados do teste sensorial e de intenção de compra.....	40
6 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS.....	45
ANEXO A — CERTIFICADO DE ORIGEM DO SCOPY DE KOMBUCHA, FORNECIDO PELA EMPRESA KOMBUCHABR.COM	50
APÊNDICE A – FICHA DO TESTE DE ACEITAÇÃO E INTENÇÃO DE COMPRA DOS SORBETS DE ABACAXI COM KOMBUCHA.....	51

1 INTRODUÇÃO

Kombucha é uma bebida originária do nordeste da China. Levemente ácida e gaseificada, é obtida a partir da fermentação de bactérias e leveduras em um substrato, sendo usado principalmente folhas de chá verde, chá preto e chá oolong (Kapp; Sumner, 2019).

A kombucha tem se tornado bastante popular recentemente, a exemplo de outros alimentos fermentados (Kapp; Sumner, 2019). Tal popularidade está associada aos efeitos benéficos à saúde, atribuídos ao seu consumo regular, como a propriedade probiótica e o efeito desintoxicante. Estes efeitos decorrem da presença de microrganismos, tais como bactérias acéticas, como *Acetobacter xylinum* e *Bacterium gluconicum*, e leveduras, como *Schizosaccharomyces pombe* e *Zygosaccharomyces bailii*, aos compostos formados durante a fermentação, como antibióticos naturais, aminoácidos, compostos fenólicos, ácidos orgânicos e vitaminas solúveis, como as do complexo B, e às propriedades dos chás utilizados como substrato da fermentação (Dufresne; Farnworth, 2000).

Apesar de a bebida ser amplamente comercializada no formato gaseificado, com adição ou não de sucos de diversos sabores, o seu uso para confecção de outros alimentos ainda é pouco explorado.

Há um crescente nicho de mercado que envolve aqueles consumidores que desejam opções mais saudáveis para incluir na dieta (Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, 2010). Os gelados comestíveis, categoria de produtos alimentícios que inclui sorvetes, sorbets e sherbets, por exemplo, são bastante populares, mas no mercado ainda são poucas as formulações disponíveis destes alimentos que sejam menos calóricas ou que sejam consideradas como opções mais saudáveis.

Entre os tipos de gelados comestíveis, o sorbet destaca-se neste aspecto de saudabilidade, porque deve ser composto primariamente por sucos e/ou polpa de frutas. O abacaxi é um exemplo de fruta que pode ser utilizada no preparo de sorbet, por apresentar sabor agradável, refrescante, além de ser fonte de vitaminas e minerais como cálcio, potássio e magnésio. Opcionalmente, os sorbets podem conter outros compostos, como extratos fermentados, consistindo em opção mais saudável aos sorvetes comuns. Entre os extratos fermentados, a adição da kombucha pode conferir ao produto maior valor agregado.

Tendo em vista que a inovação contribui para a competitividade de uma empresa e que é importante para o seu sucesso, a identificação de tendências e de sinais de mercado é necessária para atender às demandas dos consumidores, com vistas à melhoria e à adequação de novos produtos.

Neste trabalho, buscou-se desenvolver sorbets de abacaxi com diferentes proporções de kombucha, obtida a partir da fermentação de chá verde, caracterizando-os quanto a aspectos físico-químicos e sensoriais, de forma a contribuir para o desenvolvimento de novos produtos mais saudáveis, que atendam à demanda de grande parte dos consumidores.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver formulações de sorbet de abacaxi com diferentes proporções de kombucha, obtida a partir da fermentação do chá verde.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar as formulações por meio das análises de pH, teor de sólidos solúveis (°Brix) e velocidade de derretimento;
- Avaliar a aceitação sensorial das diferentes formulações de sorbet de abacaxi;
- Avaliar a viabilidade de comercialização das formulações por meio do teste sensorial de intenção de compra.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Abacaxi

O abacaxi (*Ananas comosus*) é uma fruta tropical com textura succulenta e sabor ácido e adocicado. É uma das frutas mais importantes do mundo, depois da banana e da laranja, sendo a sua produção destinada ao consumo *in natura* ou para utilização pela indústria de processamento, para obtenção de abacaxi em conserva, polpas, sucos, entre outros (Hossain, 2016).

A produção mundial de abacaxi foi estimada em 27,9 milhões de toneladas em 2018, correspondendo a cerca de 3% do total de frutas produzidas no mundo. Nas últimas décadas, houve um crescimento muito mais rápido na produção de abacaxi quando comparado ao de outras frutas, tendo a produção mundial quadruplicado entre o período de 1960 e 2005 (Rosa Neto; Silva; Araújo, 2020; Vagneron; Faure; Loeillet, 2009).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial dessa fruta, atrás de Costa Rica e Filipinas. Na safra de 2022, o país produziu cerca de 1,56 bilhão de frutos, sendo o estado do Pará o maior produtor, seguido da Paraíba e de Minas Gerais. A produção nacional é absorvida quase em sua totalidade pelo mercado interno (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2023; Rosa Neto; Silva; Araújo, 2020).

Nativa do continente americano, a variedade predominantemente cultivada no mundo é a *Smooth Cayenne*, conhecida também como abacaxi havaiano, cuja produção corresponde a 80% do mercado (Hossain, 2016). O fruto é atraente, com coroa relativamente pequena, casca de cor amarelo-alaranjada na base quando maduro, polpa amarela, rico em açúcares (de 13 a 19°Brix) e de acidez maior do que a de outras variedades. Essas características o tornam adequado para a industrialização e exportação como fruta fresca. No Brasil, a variedade mais plantada é a Pérola, seguida da *Smooth cayenne*. O abacaxi Pérola possui coroa grande e casca amarelada quando maduro, polpa branca, com sólidos solúveis totais de 14 a 16°Brix e pouco ácida, com sabor adocicado, agradável ao paladar do consumidor brasileiro (Cabral; Junghans, 2003).

Além das características sensoriais, o abacaxi é uma fruta popular devido à sua composição nutricional, com baixo valor calórico e elevado conteúdo de vitaminas, minerais e fibras, conforme apresentado no Quadro 1. Ele contém de 81,2 a 86,2% de umidade e de 13 a 19% de sólidos totais. Os carboidratos representam

até 85% do total de sólidos, sendo sacarose, glicose e frutose os principais, enquanto a fibra representa 2 a 3%. Compõem os sólidos totais, também, os ácidos orgânicos, sendo o ácido cítrico o mais abundante, e um menor teor (cerca de 0,1%) de cinzas (como cálcio e potássio), compostos nitrogenados e lipídios (Hossain, Akthar, Anwar, 2015). O abacaxi possui, ainda, entre 10 e 35 mg de vitaminas, como A, C e as do complexo B.

Quadro 1 - Informação nutricional em 100 g de abacaxi

Nutrientes	Quantidade	%VD*
Valor energético	48,3 Kcal	2,4%
Fibra alimentar	1,0 g	4,0%
Carboidratos	12,3 g	4,1%
Proteínas	0,9 g	1,4%
Ferro (Fe)	0,3 mg	1,7%
Magnésio (Mg)	18,4 mg	4,4%
Cálcio (Ca)	22,4 mg	1,7%
Potássio (K)	131,3 mg	-
Fósforo (P)	12,8 mg	1,0%
Zinco	0,1 mg	0,9%
Vitamina A	39 mcg	4,3%
Vitamina B1	0,079 mg	6,6%
Vitamina B2	0,031 mg	2,4%
Vitamina B3	0,489 mg	3,1%
Vitamina B6	0,110 mg	6,5%
Vitamina C	34,6 mg	38,4%

*Porcentagem em relação aos valores diários de referência, tendo como base uma dieta de 2.000 Kcal e a Ingestão Diária Recomendada - DRI.

Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO, 2011

Considerando a ampla disponibilidade no mercado, sabor e composição nutricional, o abacaxi pode ser considerado como uma boa opção para a elaboração de um sorbet saudável.

3.2 Chá verde (*Camellia sinensis*)

Depois da água, o chá produzido a partir das folhas da planta *Camellia sinensis* é a bebida não alcoólica mais consumida no mundo, sendo amplamente cultivado no sul da Ásia, incluindo China, Índia, Japão, Tailândia, Sri Lanka e Indonésia (Senger; Schwanke; Gottlieb, 2010).

O consumo regular do chá verde tem sido associado a efeitos benéficos à saúde, devido às suas propriedades antioxidantes, antiinflamatórias, anti-hipertensivas, antidiabéticas e antimutagênicas. Essas propriedades terapêuticas têm sido atribuídas ao conteúdo específico de flavonoides, incluindo catequinas, cafeína e ácidos fenólicos. De forma geral, o chá verde preparado em uma proporção de 1 grama de folhas para 100mL de água, por 3 minutos de fervura, contém cerca de 35-45mg/100mL de catequinas e 6mg/100mL de cafeína. A composição química do chá verde inclui, também, pigmentos, carboidratos, aminoácidos e certos micronutrientes como os minerais cálcio, magnésio, zinco, potássio e ferro e as vitaminas B, E e C (Senger; Schwanke; Gottlieb, 2010).

Dependendo do processo de produção utilizado, suas folhas são a base para a produção de três principais tipos de chás: chá verde, oolong e preto. A diferença entre eles depende do grau de inativação das enzimas foliares durante o processamento. O chá verde é produzido a partir das folhas frescas da planta, após uma rápida inativação da enzima polifenol oxidase, pelo emprego de vaporização e secagem, o que mantém preservado seu teor de polifenóis e o torna mais rico em catequinas, quando comparado aos outros dois tipos. O chá oolong ou “parcialmente oxidado” é obtido após as folhas ficarem em repouso por duas a quatro horas, sendo depois aquecidas para que o processo oxidativo seja interrompido. Já o chá preto é derivado de folhas envelhecidas pela oxidação aeróbica das catequinas, catalisada enzimaticamente (Senger; Schwanke; Gottlieb, 2010).

No Brasil, o cultivo da *Camellia sinensis* é restrito ao Vale do Ribeira no Estado de São Paulo e a maior parte é destinada para a produção do chá preto. No entanto, o aumento do interesse do público brasileiro pelo chá verde tem promovido a ampliação da sua produção. Estudos têm demonstrado que o chá brasileiro

apresenta maior quantidade de compostos fenólicos quando comparado com chás de outros países e tal fato é atribuído às características do clima e do solo (Nishiyama *et al.*, 2010).

3.3 Kombucha

Kombucha é uma bebida popular entre os alimentos fermentados tradicionais. Acredita-se que o chá fermentado tenha sido utilizado pela primeira vez em 220 a.C., no Leste Asiático, por seus benefícios terapêuticos. Há relatos de que sua origem esteja no nordeste da China, na Manchúria, onde foi adotado durante a Dinastia Tsin por seu efeito desintoxicante e propriedades energizantes (Coelho *et al.*, 2020).

Em 414 d.C., um médico chamado Kombu teria levado o chá para o Japão para curar os problemas digestivos do Imperador Inkyo, dando origem ao nome “Kombucha” ou “chá de Kombu”. Com a expansão das rotas comerciais, a kombucha foi introduzida primeiro na Rússia e depois na Europa Oriental, entrando na Alemanha por volta do século XX (Coelho *et al.*, 2020).

Mais recentemente, a kombucha foi difundida em todo o mundo como um popular remédio para diversas doenças, sendo amplamente preparada no âmbito doméstico pela população, com pouco ou praticamente nenhum tipo de controle das características físico-químicas e microbiológicas (Ofori *et al.*, 2015; Suhre, 2020).

Além do preparo caseiro, a produção comercial da kombucha tem crescido substancialmente nos últimos anos. A comercialização mundial de bebidas à base de kombucha movimentou mais de US\$ 600 milhões em 2015 e a estimativa era a de que alcançasse US\$ 1,8 bilhão em 2020. No Brasil, o mercado ainda é recente e estimava-se que, em 2020, movimentasse cerca de R\$ 11 milhões, com a produção de 500 mil litros mensais (Suhre, 2020).

Considerando o aumento da produção e da demanda por produtos à base de kombucha e a preocupação com a sua qualidade, em 2019 o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA publicou a Instrução Normativa - IN nº 41, que estabeleceu padrões de qualidade e identidade para o chá de kombucha, definindo-a como uma “bebida fermentada obtida através da respiração aeróbia e fermentação anaeróbia do mosto obtido pela infusão ou extrato de *Camellia sinensis* e açúcares por cultura simbiótica de bactérias e leveduras microbiologicamente ativas (SCOBY)” (MAPA, 2019).

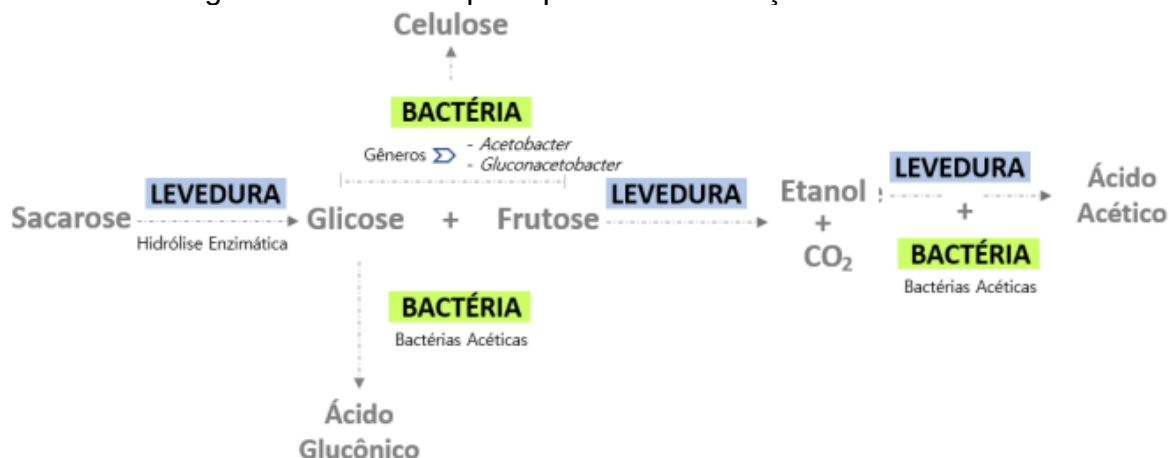
A referida IN traz a lista de ingredientes obrigatórios (água, açúcares, cultura simbiótica de leveduras e bactérias e outros) e opcionais (frutas, vegetais, mel, especiarias, entre outros) na composição da kombucha, estabelece a exigência de que na rotulagem do produto seja informado se o mesmo contiver teor alcoólico acima de 0,5% v/v, além de proibir o uso de expressões que remetam à classificação de vinhos, como seco, suave, tinto, entre outros ou que indiquem qualidades superlativas, como “bebida probiótica”, “energizante”, “revigorante”, “bebida milenar”, “artesanal” e assim por diante (MAPA, 2019).

A legislação também autoriza o uso de processos tecnológicos adequados para a produção da kombucha, como pasteurização, filtração e ultracentrifugação, veda a adição de microrganismos após o processo de fermentação e determina parâmetros analíticos, como pH entre 2,5 e 4,2 e acidez volátil entre 30 e 130 mEq/L (MAPA, 2019).

Vários fatores podem influenciar a diversidade da microbiota da kombucha e, por consequência, as características físico-químicas e sensoriais da bebida fermentada, como localização geográfica, condições climáticas, espécies locais de bactérias e leveduras, substrato, tempo de fermentação e temperatura. No entanto, a microbiota identificada em grande parte dos estudos é composta predominantemente por bactérias acéticas da família *Acetobacteraceae*, com os gêneros dominantes *Komagataeibacter*, *Acetobacter* e *Gluconobacter*, e leveduras, principalmente dos gêneros *Brettanomyces* e *Zygosaccharomyces*. Bactérias lácticas também foram isoladas, mas em menor nível (Miranda *et al.*, 2022).

O processo de fermentação depende da associação simbiótica das leveduras e bactérias, organizadas em uma matriz celulósica. As leveduras produzem a enzima invertase, que catalisa a hidrólise da sacarose em frutose e glicose, sendo esta última convertida a etanol e gás carbônico. As bactérias acéticas e algumas leveduras, por sua vez, produzem ácido acético a partir da oxidação do etanol, por meio das enzimas álcool desidrogenase e aldeído desidrogenase. Além disso, também são capazes de converter a glicose em ácido glucônico e glicurônico (Figura 1). Durante o processo, a frutose é menos utilizada e pode ser encontrada após a fermentação (Miranda *et al.*, 2022; Suhre, 2020).

Figura 1 - Processo principal de fermentação da kombucha



Fonte: Adaptado de Markov et al. (2003) e Leonarski (2020).

As bactérias e leveduras adicionadas à bebida para fermentação compõem o Soby – *Symbiotic Culture of Bacteria and Yeasts* e são responsáveis pela formação do filme celulósico que o envolve. Ao utilizar a sacarose como principal fonte de carbono, as bactérias acéticas, principalmente *Komagataeibacter xylinus*, produzem uma rede de celulose, que potencializa a associação formada entre bactérias e leveduras, produzindo uma membrana espessa com aspecto gelatinoso (Miranda et al., 2022).

Este filme de celulose produzido permite que os microrganismos permaneçam no líquido próximo à interface para obter o oxigênio necessário ao seu metabolismo, além de criar uma barreira física que protege contra a radiação ultravioleta, permite a retenção de umidade e evita a desidratação. Em um período de 7 a 10 dias, o ácido acético produzido pelas bactérias acéticas estimula as leveduras a produzirem etanol, e este, por sua vez, pode ser útil para o crescimento das bactérias acéticas, levando à produção de mais ácido acético. Além disso, a autólise das células de levedura também libera nutrientes que estimulam o crescimento de bactérias importantes (Miranda et al, 2022).

Além do ácido acético, outros ácidos orgânicos, como glucônico, glucurônico, tartárico, málico e cítrico são produzidos durante a fermentação da kombucha e diminuem o pH, o que, em conjunto com a atividade antimicrobiana do etanol e do ácido acético durante a fermentação do chá, evitam a contaminação da kombucha por bactérias patogênicas ou fungos (Kim; Adhikari, 2020).

Um dos componentes essenciais para a fermentação da kombucha é a cafeína, encontrada naturalmente nas folhas de chá verde, preto e oolong, por exemplo. Isso porque ela fornece às leveduras e bactérias o nitrogênio necessário aos processos metabólicos e à construção de novas células, além de fornecer energia às leveduras e bactérias para que possam passar pelo processo de fermentação (Bishop *et al.*, 2022).

Em vários estudos são descritas diferentes formas de preparo da kombucha. Chá verde e preto (*Camellia sinensis*) adoçados são o substrato tradicional da bebida fermentada, mas outros substratos, como água de coco, já foram testados. Além disso, a proporção de açúcar e de erva, o tempo de infusão e o tempo e temperatura de fermentação variam bastante entre as metodologias. No preparo do chá, adiciona-se o Scoby e uma proporção de chá já fermentado, que é chamado de starter ou chá de arranque e é utilizado para acidificar o meio e impedir o crescimento de microrganismos patogênicos (Suhre, 2020).

O tempo de fermentação geralmente varia entre 6 e 10 dias e a sua duração influencia as características sensoriais da bebida. O resultado do processo é uma bebida levemente gaseificada, ácida, refrescante e frutada. Fermentações mais longas resultam em uma bebida com sabor de vinagre. Uma segunda fermentação pode ser realizada para tornar a kombucha carbonatada, com a adição de uma fonte de açúcar, geralmente um suco de frutas, à bebida já fermentada. Esta segunda fermentação geralmente dura entre 1 e 3 dias (Suhre, 2020).

Com as tendências alimentares atuais, com consumidores tendo mais interesse em alimentos menos industrializados, com melhor conteúdo nutricional e que sejam benéficos à saúde, a kombucha tem recebido mais atenção de pesquisadores devido a suas características probióticas e a outros potenciais efeitos benéficos à saúde (Villarreal-Soto *et al.*, 2018).

Várias propriedades da kombucha são atribuídas à composição ácida da bebida. A sua propriedade desintoxicante deve-se presumivelmente à capacidade do ácido glucurônico de se ligar às moléculas de toxinas e de aumentar a sua excreção do organismo pelos rins ou pelos intestinos. Dessa forma, a bebida pode trazer alívio a doenças como gota, reumatismo, artrite ou cálculos renais produzidos pelo acúmulo de toxinas no corpo. A ação da ingestão da kombucha sobre o sistema nervoso está associada ao seu conteúdo de vitaminas do complexo B (Franco *et al.*, 2006).

Foi observado que pacientes que sofrem de câncer não apresentam ácido láctico nos tecidos conjuntivos e apresentam pH sanguíneo superior a 7,56. A kombucha pode reequilibrar o pH do sangue e a concentração de ácido láctico. A atividade laxativa da kombucha também é atribuída ao conteúdo deste ácido. Existem algumas indicações de que as bactérias lácticas podem, ainda, exercer efeitos imunoestimulantes no hospedeiro, mas até o momento não se sabe se os microrganismos presentes na kombucha podem colonizar o sistema gastrointestinal humano. O chá também é usado para fins médicos em relação à terapia da pele. O Scoby tem sido utilizado como substituto temporário da pele em queimaduras e outras lesões cutâneas (Dufresne e Farnworth, 2000).

São poucos os estudos referentes à utilização da kombucha no desenvolvimento de novos produtos. Considerando a necessidade de mais pesquisas nessa área, e pensando em suas características benéficas à saúde, pode-se concluir que a adição de kombucha na composição de outros produtos deve ser estudada de forma mais aprofundada.

3.4 Sorbet

Sorbet, ou gelado de frutas, compõe a categoria dos gelados comestíveis, que, segundo a Resolução nº 267/2003, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (1999) são “produtos alimentícios obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas, com ou sem a adição de outros ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias, que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante o armazenamento, o transporte, a comercialização e a entrega ao consumo”.

Segundo a Portaria nº 379/1999, do Ministério da Saúde, um sorbet é um produto elaborado basicamente com polpas, sucos ou pedaços de frutas e açúcares, podendo ser adicionado de outros ingredientes alimentares. Deve possuir no mínimo 3% de fruta fresca, polpa, suco ou seu equivalente e apresentar composição de, no mínimo, 20 g de sólidos totais e 475 g de densidade aparente (que é a medida do ar incorporado ao sorvete mediante batimento) para cada 100 g do produto final (Brasil, 1999).

As sobremesas congeladas são especialmente populares e preferidas em países que possuem altas temperaturas. Diferentes tipos de gelados comestíveis

são consumidos com frequência por todas as faixas etárias. Os sorbets, como são sobremesas congeladas à base de água, frutas e açúcares, sem o uso de gordura láctea ou de ingredientes lácteos, são uma alternativa menos calórica ao sorvete e indicada para veganos, vegetarianos e consumidores que desejam diminuir a ingestão diária de calorias e de produtos lácteos (Mandro *et al.*, 2014).

Além disso, os sorbets oferecem a oportunidade de incorporar a fruta inteira, mesmo que esta esteja com alguns danos e aparência pouco atrativa para comercialização no mercado. A sua fácil preparação por meio do uso da tecnologia é outra vantagem para o consumo mais amplo e disponibilidade no mercado. O consumidor contemporâneo, com a crescente consciência sobre a saúde, está em constante busca por novos produtos de valor agregado que promovam a saúde (Petkova *et al.*, 2022).

Em uma busca em sítios eletrônicos não científicos, há várias formulações de sorbets com a adição da kombucha obtida a partir da fermentação de vários chás. Mas, são restritos os estudos científicos que desenvolvam este tipo de produto e o caracterizem quanto à sua qualidade físico-química e sensorial.

3.5 Análises de qualidade

3.5.1 Análises físico-químicas

As avaliações físico-químicas são de extrema importância para o entendimento dos componentes e características presentes no alimento (Gadelha *et al.*, 2009).

O pH pode ser definido como a concentração, ou atividade, dos íons de hidrogênio ou de hidroxila em determinado material. Sua medida é importante para determinar a atividade de enzimas, a retenção do sabor e do odor de produtos de frutas, a deterioração do alimento devido ao crescimento de microrganismos, a escolha de embalagens, entre outros exemplos (Cecchi, 2003). Processos de avaliação de pH são realizados por métodos colorimétricos, que utilizam determinados indicadores que mudam de cor na presença de certas concentrações de íons de hidrogênio, ou eletrométricos, com o emprego de equipamentos potenciométricos especializados em determinar o pH com precisão (Instituto Adolfo Lutz, 2008). O pH é mensurado em uma escala de 1 a 14, sendo que valores

menores que 7 indicam meio ácido, pH igual a 7 indica meio neutro e valores superiores a 7 indicam meio básico (Cecchi, 2003).

O teor de sólidos solúveis (°Brix) é determinado por meio de uma escala numérica de índice de refração de uma solução de sacarose, indicando a quantidade de compostos presentes na mesma. É utilizado nas indústrias e laboratórios para a medição aproximada de açúcares, minerais, ácidos e outros sólidos solubilizados em sucos, geleias, sorvetes, entre outros. Ele é medido por meio do refratômetro e o resultado é expresso em °Brix, que representa a quantidade em gramas de sólidos por 100 gramas de solução. Por exemplo, uma solução com 50°Brix possui 50g de sólidos solubilizados em 100g de solução (Elias, 2015).

Para sorvetes, uma análise complementar é a avaliação da velocidade de derretimento, que pode ser medida pelo método de Muse e Hartel (2004). Os pesquisadores cortaram as amostras de sorvete em formato de um retângulo com o peso de $100 \pm 1\text{g}$. As amostras de sorvete (inicialmente a -15°C) foram colocadas sobre uma tela de arame (6 furos/cm) no topo de um funil acoplado a um cilindro graduado. Os sorvetes foram colocados em câmara de temperatura controlada a 25°C . A cada 5 minutos, por até 3 horas, o volume gotejado foi registrado. O tempo foi marcado em relação ao volume gotejado para identificar a taxa de fusão das amostras. Os autores determinaram que a taxa de derretimento do sorvete era afetada por muitos fatores, incluindo a quantidade de ar incorporado, a natureza dos cristais de gelo e a rede de glóbulos de gordura formados durante o congelamento.

3.5.2 Análise sensorial

A análise sensorial é uma especialidade científica utilizada para avaliar, estudar e explicar a resposta das particularidades dos alimentos que são observadas e interpretadas pelos provadores por meio dos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição (Dutcosky, 2013).

Os métodos sensoriais possuem uma conotação subjetiva, devido ao fato de que os dados recolhidos têm como ponto de partida a percepção, que pode apresentar grande variabilidade cultural, educacional, ambiental, relacionada a hábitos, às capacidades sensoriais e predileção, entre outros. Para limitar a subjetividade dos testes, as circunstâncias durante o seu desenvolvimento devem ser cuidadosamente avaliadas e controladas. Desta forma, os resultados da avaliação sensorial serão mais objetivos (Dutcosky, 2013).

Muitos fatores devem ser levados em consideração para lidar com essas variações e aumentar a precisão da análise: seleção adequada de pessoal, treinamento a depender do tipo de análise, preparação e informação aos provadores, local onde será realizada a análise sensorial garantindo a individualidade dos julgamentos, preparação e distribuição de amostras de forma padronizada, rotulagem das amostras com números aleatórios, e assim por diante. Além disso, a análise e interpretação dos dados, com os resultados submetidos à análise estatística apropriada, é parte fundamental das técnicas sensoriais (Ruiz-Capillas *et al.*, 2021).

Inicialmente, o controle de qualidade das produções industriais era realizado por uma pessoa ou por um pequeno número de pessoas. Eles avaliavam a qualidade de um processo de produção e do produto resultante por meio de testes sensoriais precários. Esses testes foram substituídos progressivamente por outros mais disciplinados, quantificáveis e confiáveis (Ruiz-Capillas *et al.*, 2021).

Em geral, a análise sensorial tradicional pode ser dividida em duas: analítica e afetiva. Os testes analíticos, que incluem avaliações discriminatórias e descritivas, procuram descrever e diferenciar os produtos. Por outro lado, os testes afetivos procuram avaliar a aceitação do produto e a preferência pelo consumidor (Ruiz-Capillas *et al.*, 2021).

3.5.2.1 Testes de aceitação e de intenção de compra

Testes de aceitação oferecem uma avaliação do gosto do produto testado, por meio de escalas hedônicas estruturadas, sendo usualmente utilizadas a de 7 e a de 9 pontos, ancoradas nos extremos por termos como “detestei” ou “desgostei muitíssimo” a “adorei” ou “gostei muitíssimo”. Neste tipo de escala, os provadores devem escolher a expressão que mais se relaciona à sua percepção e aceitação do produto, pontuando as características indicadas na ficha de avaliação. A utilização deste tipo de escala permite transformar a resposta em um valor numérico, além de fornecer informações rápidas sobre a capacidade e potencial de sucesso de um novo produto desenvolvido. O teste de aceitação também pode fornecer informações sobre os vários grupos de consumidores para diferentes produtos, diferentes texturas, diferentes composições, etc (Lim, 2011). Estes resultados ajudam a compreender melhor as justificativas para gostar ou não gostar de um produto. Para tanto, podem ser realizados em laboratório ou não, e devem empregar provadores

não treinados, que sejam potenciais consumidores do produto alvo da análise sensorial.

O teste de intenção de compra permite verificar se os consumidores teriam interesse em adquirir um determinado produto caso este estivesse disponível no mercado. Neste teste também é utilizada escala, geralmente de 5 pontos, ancorada nos extremos por 1 = “certamente não compraria” e 5 = “certamente compraria”. Esta técnica é muito útil e geralmente empregada para pesquisas de mercado de novos produtos (Savelli *et al.*, 2020). Ela permite obter informações importantes sobre diferentes alvos populacionais. No entanto, a principal desvantagem é que esta metodologia não fornece nenhuma informação sobre a magnitude do gosto ou desgosto dos entrevistados. Para obter mais informações dos provadores, estes testes podem ser utilizados juntamente aos testes hedônicos.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia foi delineada conforme as etapas descritas a seguir. Primeiramente, foi realizada a fermentação da kombucha utilizando o chá verde (*Camellia sinensis* (L) Kuntze). Depois, foram desenvolvidas as formulações de sorbet, utilizando o chá fermentado. Em seguida, foram realizados os testes de pH, sólidos solúveis totais, velocidade de derretimento e as análises sensoriais, envolvendo os testes de aceitação e de intenção de compra. Todas as análises e processamentos foram realizados nas unidades de processamento de frutas e hortaliças e de leite e derivados, e nos laboratórios de análise sensorial e de microbiologia de alimentos do IFB-Campus Gama.

4.1 Obtenção do Scoby da kombucha

O Scoby da kombucha, de linhagem americana (White Labs WLP 600), com tamanho de 8cm, acompanhado de 30mL do chá *starter*¹ foram adquiridos em embalagem a vácuo, da empresa “kombuchaBR.com” (Figura 2), produtora que conferiu um certificado de procedência, com a indicação dos microrganismos presentes (Anexo 1).

Esta kombucha possuía em sua composição leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces* sp., *Brettanomyces bruxellensis* e *Candida* sp.) e bactérias fermentadoras (*Bacillus pumillus/aerophilus/safensis/altitudinis*, *Acetobacter tropicalis*, *Bacillus aerophilus*, *Bacillus aryabhattai*, *Gluconacetobacter saccharivorans*, *Micrococcus* sp., *Gluconacetobacter rhaeticus*, *Paenibacillus taichungensis*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* e *Bacillus cereus* – cepa não patogênica).

Junto com a composição de microrganismos presentes na kombucha, a empresa também atestou que o Scoby estava seguro microbiologicamente, não havendo a presença das bactérias patogênicas *Staphylococcus aureus*, bactérias entéricas, *Escherichia coli*, *Salmonella* ssp., *Salmonella typhi* e *Listeria monocytogenes*.

¹Chá de arranque, previamente fermentado pelo Scoby da kombucha.

Figura 2 - Scoby de kombucha (White Labs WLP 600), adquirido de empresa nacional



Fonte: foto do autor.

4.2 Reativação das colônias microbianas do Scoby

O cultivo inicial da kombucha, com a reativação de suas colônias microbianas, seguiu o manual da empresa fornecedora. Proporção de 300mL de água filtrada foi aquecida até a fervura, sendo então adicionados 20g de açúcar refinado, deixando-se ferver por 2 minutos, para eliminar microrganismos. Na sequência, 20g de chá verde (*Camellia sinensis*) da marca Amaya® foram adicionados, mantendo-se em infusão por 10 minutos. Após esse período, foram retiradas as folhas de chá verde por filtragem com auxílio de uma peneira, e o chá coado foi deixado resfriar até atingir a temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Ao chá coado e resfriado foram adicionados 30mL de chá starter (ou chá de arranque, fermentado previamente). Homogeneizou-se e adicionou-se o Scoby ao recipiente de vidro, tampando-o com papel toalha e elástico. O recipiente foi mantido em banho-maria para padronização da temperatura em 27°C (Figura 3). Deixou-se fermentar por 10 dias, monitorando-se o pH, para avaliar o progresso da fermentação. Ao final deste período, o fermentado estava com pH entre 3 e 4, dentro dos parâmetros recomendados pelo fornecedor.

Figura 3 - Procedimento de fermentação para reativação das colônias do Scoby da kombucha



Fonte: foto do autor.

4.3 Obtenção da kombucha a partir da fermentação do chá verde

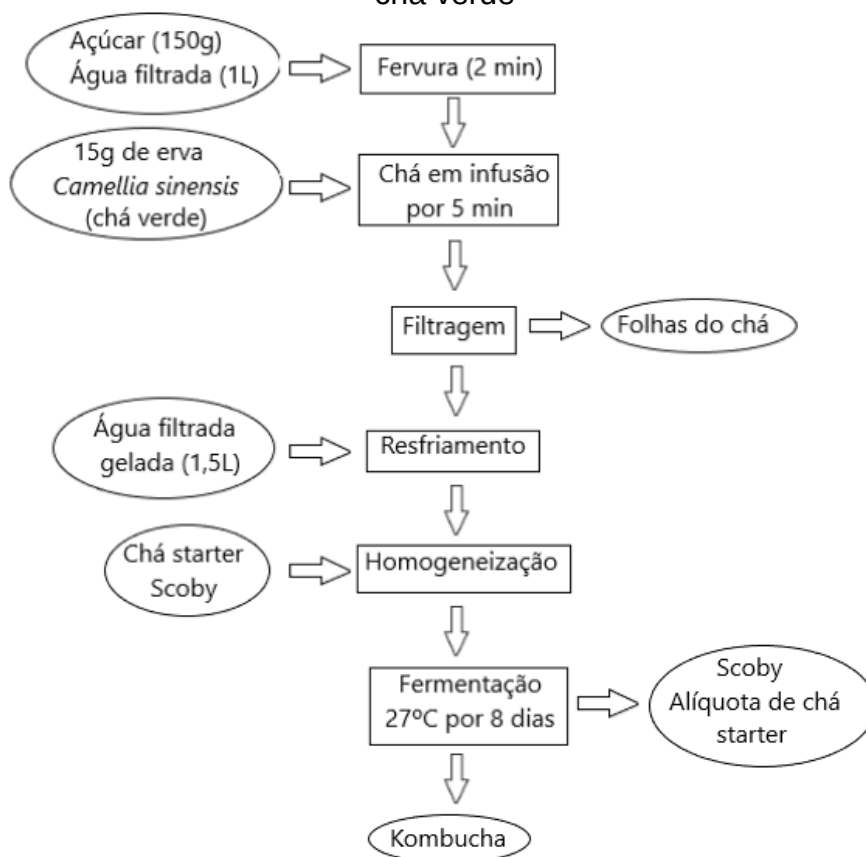
Durante seis meses, foram realizados diversos testes de fermentação, tendo como substrato o chá verde (*Camellia sinensis* (L) Kuntze) da marca Amaya®, produzido na região do Vale do Ribeira, a partir das folhas e ramos da planta. O chá verde foi escolhido por ser um chá com grande quantidade de compostos antioxidantes.

Foram testadas as proporções de chá, de açúcar e de água a serem adicionadas para cultivo da kombucha, além das condições de tempo e de temperatura para fermentação.

Chegou-se à seguinte forma de preparo do chá fermentado, conforme Fluxograma (Figura 4) e descrição a seguir: 1L de água filtrada foi aquecido até a fervura, sendo adicionados 150g de açúcar refinado à água fervente, deixando-se ferver por 2 minutos. Em seguida, adicionaram-se 15g de chá verde (erva *Camellia sinensis*), deixando-se em infusão por 5 minutos. Após esse período, as folhas do chá foram retiradas por filtragem, com auxílio de uma peneira, e foram adicionados 1,5L de água gelada. O chá foi resfriado até atingir temperatura inferior a 30°C, sendo posteriormente adicionados 150mL do chá de arranque. Após sua homogeneização, adicionou-se o Scoby, com 14cm de diâmetro e 1,5cm de

espessura, em um recipiente de vidro de 3L, tampando-o com papel toalha e elástico (Figura 5). O recipiente foi mantido em temperatura ambiente ($27^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) por 8 dias. No 8º dia de fermentação, uma amostra foi retirada para degustação e foi aprovada para utilização na formulação do sorbet de abacaxi. A bebida possuía um sabor agradável, ácido e levemente adocicado, sem estar amarga, ligeiramente carbonatada e sem apresentar odor forte de vinagre.

Figura 4 - Fluxograma com as etapas de produção da kombucha, obtida a partir do chá verde



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 5 - Kombucha obtida a partir da fermentação do chá verde



Fonte: foto do autor.

4.4 Elaboração das formulações de sorbet de abacaxi

Os abacaxis foram adquiridos em um mercado da região e sua polpa preparada a partir dos frutos maduros, da variedade Pérola, sendo estes selecionados, higienizados, descascados, triturados em liquidificador industrial da marca Vitalex® e peneirados.

Nas formulações de sorbet, todos os ingredientes utilizados foram medidos em termos de massa, utilizando balanças semianalítica da marca Marte® e digital da marca Urano®, conforme apresentado na Tabela 1.

O primeiro sorbet, denominado de “Controle”, foi elaborado sem a adição da kombucha, com os seguintes ingredientes: 48,5% de água filtrada, 30% de polpa de abacaxi, 20% de açúcar refinado, 1,4% de emulsificante (BAF 10) e 0,1% de ácido cítrico.

O segundo sorbet, denominado de “10% de kombucha”, foi preparado com a adição de 10% da kombucha, ou seja, da bebida fermentada a partir do chá verde, cujo preparo foi descrito no item 4.3. Os seguintes ingredientes e suas quantidades foram adicionados: 38,5% de água filtrada, 30% de polpa de fruta, 20% de açúcar refinado, 10% da kombucha, 1,4% de emulsificante (BAF 10) e 0,1% de ácido cítrico.

O terceiro sorbet, denominado de “20% de kombucha”, foi preparado com a adição de 20% da kombucha, preparada conforme item 4.3. Os seguintes ingredientes e suas quantidades foram adicionados: 28,5% de água filtrada, 30% de polpa de fruta, 20% de açúcar refinado, 20% de extrato fermentado com kombucha a partir de chá verde, 1,4% de emulsificante (BAF 10) e 0,1% de ácido cítrico.

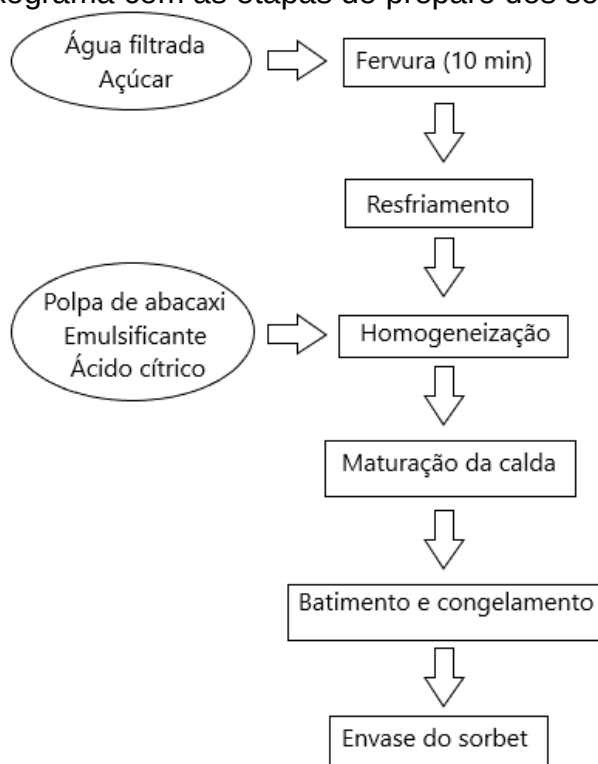
Tabela 1 - Formulações dos sorbets de abacaxi

Ingredientes	Controle	10% de kombucha	20% de kombucha
Água filtrada	48,5%	38,5%	28,5%
Polpa de abacaxi	30%	30%	30%
Açúcar refinado	20%	20%	20%
Kombucha	0%	10%	20%
Emulsificante	1,4%	1,4%	1,4%
Ácido cítrico	0,1%	0,1%	0,1%

Fonte: elaborado pelo autor.

Os três sorbets foram confeccionados conforme Fluxograma (Figura 6) e da seguinte maneira: água filtrada e açúcar foram fervidos por 10 minutos. Após seu resfriamento, os demais ingredientes foram adicionados e homogeneizados em um liquidificador industrial. Em seguida, a calda foi mantida sob refrigeração para maturação e, após 2 horas, foi levada à sorveteira industrial da marca Finamac® para batimento e congelamento rápido, até chegar a temperatura de -7,6°C (Figura 7). Finalmente, os sorbets foram envasados em embalagens de polipropileno e acondicionados em freezer à temperatura de -18°C.

Figura 6 - Fluxograma com as etapas de preparo dos sorbets de abacaxi



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 7 - Sorbet produzido em sorveteira industrial



Fonte: foto do autor.

4.5 Análises físico-químicas da kombucha e das formulações de sorbet

A kombucha e as três formulações de sorbet de abacaxi foram submetidas a análises de pH e teor de sólidos solúveis. Para as amostras de sorbet também foi avaliada a velocidade de derretimento.

A medição de pH foi realizada utilizando pHmetro de bancada digital da marca Alfakit®, modelo AT 355 (Figura 8), de acordo com procedimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008). O pH foi determinado com o aparelho previamente calibrado.

O teor de sólidos solúveis (°Brix) foi determinado utilizando refratômetro digital, modelo HI 96801, da marca HANNA.

A velocidade de derretimento foi determinada seguindo o método de Granger *et al.* (2005), com adaptações. Foram retiradas amostras de 50g, em três repetições, das 3 formulações de sorbet, em temperatura de -18°C . Estas amostras foram posicionadas em cima de telas de arame com furos de $0,5\text{cm}^2$, que se encontravam sobre béqueres à temperatura ambiente, que variou entre $23,6^{\circ}\text{C}$ e $26,4^{\circ}\text{C}$, com Umidade Relativa que variou entre 36% e 42% (Figura 8). Foi anotado o tempo necessário para a primeira gota de derretimento e, em seguida, pesou-se a massa derretida depositada nos béqueres a cada 10 minutos, até que se chegasse a um valor de massa constante.

Figura 8 - pH de uma das amostras sendo analisado no pHmetro de bancada



Fonte: foto do autor.

Figura 9 - Amostra de sorbet de abacaxi sobre tela de arame e béquer para avaliação da velocidade de derretimento



Fonte: foto do autor.

4.6 Elaboração e aplicação dos testes sensoriais

Para realização dos testes sensoriais de aceitação e de intenção de compra foi elaborada ficha de avaliação, contendo duas partes. Na primeira, cada provador experimentou as amostras e teve que expressar sua percepção em uma escala estruturada de 9 pontos, sendo 1 = “desgostei muitíssimo” e 9 = “gostei muitíssimo”, para cada característica sensorial (aparência, odor, sabor, consistência e aceitação de forma geral). Na segunda parte, cada provador indicou se compraria o produto, caso este estivesse disponível no mercado, por meio de uma escala estruturada de 5 pontos, sendo 1 = “certamente não compraria” e 5 = “certamente compraria” (Apêndice A).

Cada provador recebeu, em cabines individualizadas e com condições ambientais controladas, uma bandeja contendo a ficha de avaliação dos testes, a amostra de sorbet servida de forma mon dica, para evitar o derretimento rápido do produto, em copos plásticos de 50mL com porções aproximadas de 30g, com uma pazinha plástica, e copo com água, para neutralização do paladar do provador entre cada amostra.

Para servir as amostras a cada provador, seguiu-se delineamento previamente definido, no qual buscou-se garantir que todas as amostras fossem

servidas em posições distintas. Para cada amostra foi definido um código, utilizando número de 3 dígitos, extraídos de tabela de números ao acaso.

Os testes sensoriais foram conduzidos em julho de 2023, contando com a participação de 73 provadores, sendo eles alunos, professores e demais servidores do *Campus Gama*.

4.7 Análises estatísticas

Os dados sensoriais e físico-químicos foram tabulados no Excel® e no software estatístico JAMOV. Foram calculados média e desvio-padrão. A comparação de médias foi analisada por meio da análise de variância - ANOVA e, quando o resultado foi significativo (considerando-se nível de significância de 5%), conduziu-se o teste de Tukey. Para o teste de intenção de compra, foi elaborado histograma, para a identificação do percentual de consumidores interessados em comprar cada amostra específica.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Resultados dos testes de fermentação do chá verde para obtenção da kombucha

Verificou-se que à medida que se reduzia a quantidade de chá e seu tempo de infusão, e se aumentava a quantidade de açúcar, o extrato fermentado de kombucha se tornava mais suave, com coloração mais clara e sabor menos amargo e ácido. A partir do processo de fermentação descrito na Figura 4, no 8º dia de fermentação, uma amostra foi retirada para degustação e foi aprovada para utilização na formulação do sorbet de abacaxi. A bebida fermentada apresentou-se ligeiramente carbonatada e possuía um sabor agradável, levemente ácido e adocicado, sem estar amarga e sem apresentar odor forte de vinagre. Esta foi utilizada na formulação do sorbet, sem a necessidade de pasteurização.

5.2 Análise dos resultados dos testes físico-químicos

Na Tabela 2 são apresentados os resultados das análises de pH e teor de sólidos solúveis para a kombucha e os sorbets de abacaxi.

Tabela 2 - Caracterização de pH e sólidos solúveis (°Brix) da kombucha e dos sorbets de abacaxi

Parâmetros físico-químicos	Kombucha obtida a partir do chá verde (média ± desvio padrão)	Sorbet de abacaxi (média ± desvio padrão)		
		Controle	10% kombucha	20% kombucha
pH	2,67 ± 0,08a	3,11 ± 0,09c	2,92 ± 0,04b	2,89 ± 0,04b
°Brix	6,37 ± 0,06a	28,97 ± 0,06c	28,13 ± 0,12b	28,17 ± 0,15b

Notas: Cada valor representa a média para as triplicatas.

Na mesma linha, médias com letras em comum indicam que não há diferença significativa a 5%.

Fonte: Dados da pesquisa

Com relação ao pH, o valor médio observado para a kombucha foi de 2,67, encontrando-se dentro do parâmetro estabelecido pela Instrução Normativa nº 41/2019 do MAPA, que é de 2,5 a 4,2 (MAPA, 2019). Resultado similar foi obtido por Suhre (2020) após analisar seis marcas comerciais de kombucha obtida a partir da fermentação de chá verde. A autora identificou valores de pH entre 2,5 e 3,5, indicando a produção de ácidos, o que inibe a proliferação de microrganismos

patogênicos, mas garantindo, ainda, uma bebida sensorialmente agradável (Suhre, 2020).

Na presente pesquisa, o pH da kombucha obtida a partir do chá verde foi significativamente menor quando comparado ao pH dos sorbets de abacaxi. Os valores médios de pH dos sorbets situaram-se entre 2,89 e 3,11, caracterizando as formulações como produtos ácidos, o que é interessante do ponto de vista de conservação e segurança microbiológica dos sorbets. No entanto, o pH muito baixo pode influenciar negativamente na aceitação sensorial.

Os valores de pH das formulações de sorbet com adição de kombucha não diferiram entre si, mas foram significativamente mais baixos que o sorbet controle, o que se deve ao baixo pH da kombucha adicionada em duas das formulações. De fato, sendo uma bebida resultante de fermentação, na qual são produzidos ácidos orgânicos, esperava-se que os sorbets com adição de kombucha apresentassem um pH mais baixo em relação à formulação controle. A adição de 10% ou de 20% de kombucha aos sorbets, no entanto, parece não ter influenciado significativamente no pH das formulações.

Os valores de pH observados nesta pesquisa para os sorbets foram mais baixos que os registrados em outros trabalhos, nos quais foram desenvolvidos sorbets com base em outros frutos. No estudo de Marinho (2016) sorbets elaborados com polpa de juçara apresentaram pH entre 4,49 e 4,67. Lieira (2017) desenvolveu formulações de sorbet com diferentes proporções de polpa de uva e maçã, com pH variando entre 4,18 e 4,31. No trabalho de Ramadhany e Irawan (2022), sorbets de suco de tomate, suco de limão e goma xantana apresentaram pH entre 3,8 e 4,7, sendo menor o pH quanto maior o teor de suco de limão adicionado.

Além da kombucha, o fato dos sorbets serem preparados com uma fruta ácida, como o abacaxi, também contribuiu para o baixo pH observado nas amostras, mesmo para o sorbet controle, que não teve em sua composição a adição da kombucha. Como os sorbets não levam leite em sua composição e tem como base a polpa de frutas, seja de sucos naturais ou concentrados, o pH dependerá em grande medida da variedade da fruta que for utilizada no preparo deste gelado (Cruz *et al.*, 2009; Pinheiro, 2008). No trabalho de Brasil *et al.* (2016) verificou-se que o pH de amostras de polpas de abacaxi variou entre 3,20 e 3,68, valores próximos ao encontrado nesta pesquisa para o sorbet controle.

Em relação ao teor de sólidos solúveis totais, a kombucha apresentou média de 6,37°Brix. Os valores para os sorbets situaram-se entre 28,13 e 28,97°Brix, próximos aos de outros estudos, como o de Marinho (2016), no qual se identificaram valores entre 23,57 e 29,32°Brix para sorbets com polpa de juçara, e de Ramadhany e Irawan (2022), no qual sorbets de suco de tomate, suco de limão e goma xantana apresentaram teor de sólidos solúveis entre 27,90 e 29,15°Brix.

De acordo com Migoya (2008), o valor de °Brix do sorbet deve estar entre 25 e 32°Brix para manter a doçura. Além disso, o açúcar auxilia na formação de cristais de gelo pequenos e na captura de bolhas de menor tamanho, que geram uma textura suave. Um teor de açúcar elevado (>32°Brix) acarreta um sorbet pegajoso e líquido, enquanto um sorbet com menos de 25°Brix apresenta textura muito firme (Migoya, 2008; Ramadhany e Irawan, 2022).

Ao comparar o teor de sólidos solúveis das três formulações de sorbet de abacaxi, verificou-se que o teor do sorbet controle foi significativamente mais elevado que o das formulações com kombucha. Nas três formulações foram adicionadas as mesmas quantidades de sacarose, de polpa e de ácido cítrico, variando-se somente as quantidades de kombucha e de água filtrada adicionadas. A princípio, esperava-se que a kombucha contribuísse para elevar o teor de sólidos solúveis, pela presença de ácidos e de açúcares residuais em sua composição. Porém o resultado foi o inverso. Uma possível hipótese pode estar na etapa de maturação da calda, na qual todos os ingredientes homogeneizados são mantidos sob refrigeração por 2 horas. É possível que os microrganismos da kombucha, em contato com a sacarose das formulações de sorbet, a tenham utilizado, ainda que em pequena proporção, em processo de fermentação. Para próximos estudos, sugere-se medir o °Brix da calda antes e após a etapa de maturação, para possibilitar comparações.

Na Tabela 3 e Gráfico 1, tem-se os resultados relacionados ao comportamento dos sorbets durante o derretimento.

Tabela 3 - Velocidade de derretimento dos sorbets de abacaxi

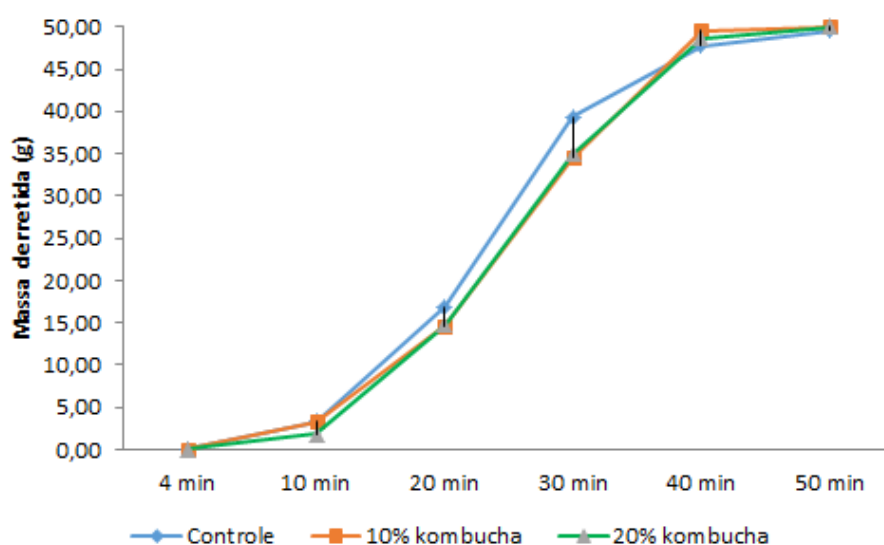
Sorbets de abacaxi	Primeira gota (em min)	% de massa derretida ($\pm$ desvio padrão)				
		Após 10 min	Após 20 min	Após 30 min	Após 40 min	Após 50 min
Controle	3,33 ^a $\pm$ 3,15	6,53 ^a $\pm$ 2,80	33,87 ^a $\pm$ 13,12	78,70 ^a $\pm$ 23,12	95,53 ^a $\pm$ 4,09	91,42 ^a $\pm$ 11,29
10% de kombucha	4,37 ^a $\pm$ 0,75	6,69 ^a $\pm$ 4,63	29,32 ^a $\pm$ 3,95	68,95 ^a $\pm$ 8,38	99,05 ^a $\pm$ 0,80	100,00 ^a $\pm$ 0,00
20% de kombucha	4,47 ^a $\pm$ 1,35	3,79 ^a $\pm$ 1,10	29,46 ^a $\pm$ 4,63	70,01 ^a $\pm$ 7,40	97,32 ^a $\pm$ 1,03	100,00 ^a $\pm$ 0,00

Notas: Cada valor representa a média para as triplicatas

Na mesma coluna, médias com letras em comum indicam que não há diferença significativa a 5%.

Fonte: Dados da pesquisa

Gráfico 1 - Derretimento da massa de sorbet ao longo do tempo



Fonte: dados da pesquisa

A primeira gota de sorbet foi detectada para a amostra controle, aos 3,33 minutos, seguida das amostras com kombucha (após pouco mais de 4 minutos). Durante o período de observação, as amostras apresentaram comportamento similar, com as curvas de derretimento próximas, conforme Gráfico 1. O momento após 30 minutos de observação foi aquele no qual o comportamento das amostras mais se distanciou, apresentando um maior derretimento para o sorbet controle: este apresentou 78,7% de taxa de derretimento, enquanto o sorbet com 20% de kombucha apresentou taxa de 70,0% e o sorbet com 10% de kombucha, 68,9%. No

entanto, devido à variabilidade entre as repetições, não foi possível identificar diferenças significativas entre as amostras, em qualquer dos tempos avaliados. Mais de 90% da massa das formulações já havia derretido após 40 minutos do método.

A kombucha é efervescente e frequentemente apresenta gás, o que poderia interferir na incorporação de ar e na velocidade de derretimento de sorbets. No entanto, neste estudo a incorporação da kombucha nas formulações não interferiu significativamente na taxa de derretimento.

Sorbets costumam apresentar velocidade maior de derretimento quando comparados a sorvetes com leite, porque nestes últimos a quantidade considerável de gordura possibilita a aglomeração dos demais ingredientes, aumentando a resistência ao derretimento e mantendo-se a estrutura física por mais tempo. Nos sorbets, o conteúdo de gordura é muito pequeno e a quantidade de água é substancial, o que favorece o derretimento (Rybak, 2016; Ramadhany e Irawan, 2022).

5.3 Análise dos resultados do teste sensorial e de intenção de compra

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados referentes ao teste de aceitação.

Tabela 4 - Médias das notas atribuídas pelos provadores quanto à aceitação sensorial das amostras de sorbet de abacaxi

Sorbet	Notas médias atribuídas pelos provadores				
	Aceitação Global	Aparência	Odor	Sabor	Consistência
Controle	7,51 ^b	7,42 ^a	7,48 ^b	7,70 ^b	7,16 ^b
10% de kombucha	7,27 ^{ab}	7,52 ^a	6,86 ^a	7,00 ^a	7,22 ^b
20% de kombucha	6,81 ^a	7,19 ^a	6,66 ^a	6,86 ^a	6,63 ^a

*Em uma mesma coluna, médias com letras em comum indicam que não houve diferenças significativas entre as amostras, ao nível de 5% de significância, por meio da Anova seguido do teste de Tukey.

**Escala usada variou de 1 = desgostei muitíssimo a 9 = gostei muitíssimo.

Fonte: dados da pesquisa.

Considerando a aceitação global, na qual as características do produto são analisadas em conjunto pelo provador, o sorbet controle e o sorbet com 10% de kombucha receberam, respectivamente, notas médias de 7,51 e 7,27, entre “gostei

moderadamente” e “gostei muito”, não diferindo significativamente entre si. Esse resultado pode ser considerado positivo, revelando boa aceitabilidade dessas formulações de sorbet. A amostra com 20% de kombucha, por sua vez, não diferiu do sorbet com 10% de kombucha, mas foi significativamente menos aceita, de forma global, que a amostra controle, apresentando nota média de 6,81, entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. A análise dos resultados para os outros atributos dos produtos pode auxiliar a explicar a motivação do provador para tal percepção.

Em relação à aparência, as três formulações foram bem aceitas, com notas superiores a 7, entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”. Neste atributo o provador pode avaliar aspectos como coloração, derretimento, textura visual, entre outros, e a avaliação foi positiva, sem diferenças significativas entre os sorbets.

Para os atributos odor e sabor, o comportamento de aceitação do provador foi similar. O sorbet controle apresentou notas médias significativamente superiores às das formulações com kombucha, entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”, tanto para odor quanto para sabor. Os sorbets com kombucha, por sua vez, não diferiram entre si em termos de aceitação dos provadores para odor e sabor, com notas médias entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

Analisando os comentários dos provadores nas fichas de avaliação, com relação ao odor houve menção sobre a diferença deste atributo entre a amostra controle e aquelas com kombucha. A amostra com 20% foi considerada com “cheiro forte e desagradável”. A diferença de aceitação entre as formulações, em termos de odor, provavelmente se dá pela adição da kombucha às formulações. Devido à fermentação acética, o odor da kombucha é pronunciado, acidificado, lembrando a vinagre. Mesmo para a formulação com menor teor de kombucha houve diferença sensorial na aceitação.

No caso do sabor, provavelmente a presença da kombucha também foi a responsável pela diferença de aceitação em relação à amostra controle. Os sorbets com kombucha apresentaram-se mais ácidos que o controle pela análise de pH, conforme Tabela 2, o que pode ter contribuído para a menor aceitação neste quesito.

Avaliando os comentários dos provadores, é interessante mencionar que vários indicaram que o sabor de abacaxi estava pouco pronunciado nas três formulações e esse aspecto pode ter contribuído para que as notas para odor e

sabor, incluindo aquelas para a amostra controle, não tenham sido mais elevadas. Alguns provadores mencionaram que gostaram mais da amostra com 10% de kombucha porque esta parecia apresentar mais sabor de abacaxi. Considerando que a quantidade de polpa foi a mesma para as três formulações, provavelmente a acidez da kombucha foi confundida com a acidez e o sabor que seriam esperados para o abacaxi. Interessante mencionar, também, que não houve menção a problemas com a doçura das amostras.

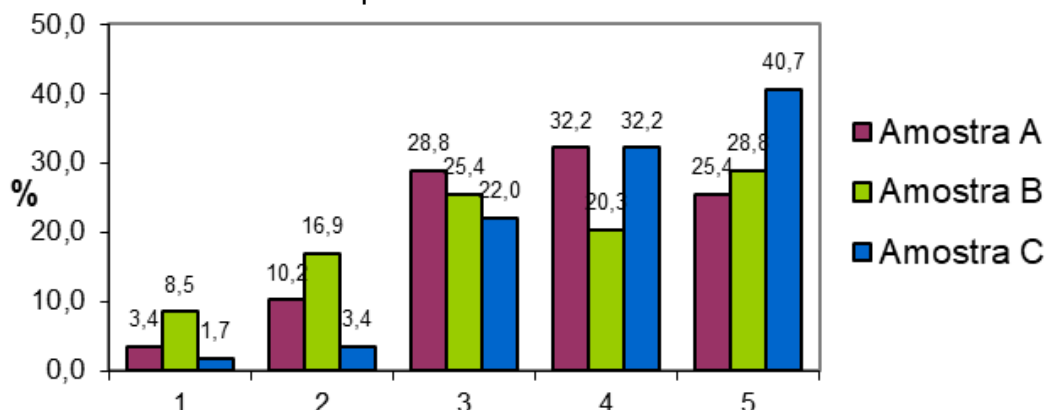
Com relação à consistência, os sorbets controle e com 10% de kombucha apresentaram notas médias que não diferiram estatisticamente entre si, situando-se entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”. O sorbet com 20% de kombucha foi significativamente menos aceito neste atributo. Analisando os comentários dos provadores, houve menções sobre a textura demasiadamente gelatinosa ou esponjosa para as três amostras. Tal característica deve-se provavelmente à quantidade de emulsificante utilizada nas formulações. Sugere-se a redução no teor de emulsificante em estudos futuros.

Marinho (2016) desenvolveu um gelado comestível à base de água, com adição de ingredientes probióticos ou simbióticos e verificou que a textura foi um aspecto criticado pelos provadores, que indicaram uma consistência de espuma. A referida autora argumentou que o provador tende a comparar o sorbet com a textura de um sorvete de base láctea, naturalmente mais cremoso devido a maior formação de estruturas de lipídio-ar. As notas médias conferidas pelos provadores, entre 6,52 e 6,92, foram similares às observadas neste estudo.

De acordo com Cruz *et al.* (2009), a incorporação de microrganismos benéficos em sorvetes não deve afetar a qualidade global do produto, devendo ser mantidas ou melhoradas as características sensoriais, além de outros parâmetros de qualidade, quando comparadas ao sorvete convencional. No presente estudo, considerando o conjunto de atributos analisados pelos provadores, pode-se concluir que a formulação com 10% de kombucha foi a que mais se aproximou do sorbet controle, não diferindo estatisticamente deste na aceitação global.

No Gráfico 2 a seguir são apresentados os resultados da intenção de compra.

Gráfico 2 - Distribuição percentual dos provadores de acordo com a intenção de compra das amostras de sorbet



Notas: Amostra A = sorbet com 10% de kombucha

Amostra B = sorbet com 20% de kombucha

Amostra C = controle

**Eixo das abscissas corresponde à escala de intenção de compra, sendo 1 = certamente não compraria, 2 = provavelmente não compraria, 3 = talvez comprasse talvez não comprasse, 4 = provavelmente compraria e 5 = certamente compraria

Fonte: dados da pesquisa

O sorbet controle foi o que apresentou a maior intenção de compra. Somando as percepções de “provavelmente compraria” e “certamente compraria”, este sorbet foi indicado por 72,9% dos provadores. Somente 5,1% revelaram que certamente ou provavelmente não comprariam o produto sem a adição de kombucha.

O sorbet com 20% de kombucha, por sua vez, foi o que apresentou a menor intenção de compra: 49,1% dos participantes afirmaram que certamente ou provavelmente comprariam o produto, enquanto 25,4% disseram que certamente ou provavelmente não comprariam.

O sorbet com 10% de kombucha apresentou-se de forma intermediária as outras duas formulações. Em conjunto com os resultados de aceitação, pode-se concluir que a amostra com 10% de kombucha apresentou maior potencial mercadológico quando comparada a com 20% de kombucha.

6 CONCLUSÃO

Após a finalização das análises, em relação à caracterização físico-química, verificou-se que o pH da kombucha estava dentro do limite preconizado pela legislação e, para os sorbets, o valor de pH das amostras foi reduzindo de forma inversamente proporcional à quantidade de kombucha adicionada. O teor de sólidos solúveis das formulações de sorbet esteve dentro dos parâmetros tecnológicos desejados, sendo que a amostra controle foi a que apresentou °Brix significativamente superior ao das demais amostras. Verificou-se, ainda, um rápido derretimento dos sorbets, independentemente da formulação apresentar kombucha ou não na composição, provavelmente devido ao baixo conteúdo de gordura presente neste tipo de produto.

Em relação à intenção de compra e às características sensoriais das amostras, pode-se indicar que o sorbet controle, sem kombucha, foi o favorito, com a maioria dos provadores indicando que provavelmente ou certamente o comprariam e revelando boa aceitação sensorial para os atributos de aparência, sabor, odor, textura e aceitação global. O sorbet que mais se aproximou do controle foi o com 10% de kombucha, não havendo diferenças significativas entre as duas formulações no quesito aceitação global. Do ponto de vista sensorial, a formulação com 20% de kombucha foi a menos aceita e com menor intenção de compra, provavelmente por conta do odor mais forte, acético, e do sabor ácido característico da fermentação da kombucha.

Como limitação do estudo, indica-se que os testes sensoriais foram realizados em laboratório, sob condições controladas, com o público que frequenta o Campus Gama, composto principalmente por estudantes. Os resultados permitem fazer inferências sobre o potencial de compra dos produtos, mas testes de localização central, com um público mais diverso, podem confirmar os resultados.

REFERÊNCIAS

- ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da diretoria colegiada - RDC n° 267, de 25 de setembro de 2003. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/rdc0267_25_09_2003.html#:~:text=Gelados%20Comest%C3%ADveis%3A%20s%C3%A3o%20produtos%20aliment%C3%ADcios,que%20garantam%20a%20conserva%C3%A7%C3%A3o%20do. Acesso em: 20 set 2023
- BISHOP, P., PITTS, E. R., BUDNER, D., THOMPSON-WITRICK, K. A. Chemical Composition of Kombucha. **Beverages**, v. 8, n. 17, p. 1-17, ago 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2306-5710/8/3/45>. Acesso em: 01 dez 2023
- BRASIL. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria n° 379, de 26 de abril de 1999. Brasília, 1999. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs/1999/prt0379_26_04_1999.html#:~:text=Gelados%20de%20frutas%20ou%20Sorbets,adicionado%20de%20outros%20ingredientes%20alimentares. Acesso em: 20 set 2023
- BRASIL, A. S.; SIGARINI, K. S.; PARDINHO, F. C.; FARIA, R. A. P. G.; SIQUEIRA, N. F. M. P. Avaliação da qualidade físico-química de polpas de fruta congeladas comercializadas na cidade de Cuiabá-MT. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 1, p. 167-175, 2016.
- CABRAL, J. R. S.; JUNGHANS, D. T. **Variedades de abacaxi**. Circular Técnica 63, Embrapa, 2003. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81569/1/Circular-Tecnica-63-Variedade-Abacaxi-Renato-Cabral-2003.pdf> >. Acesso em: 06 Dez. 2023.
- CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. Campinas: Editora Unicamp, 2003. 208 p.
- COELHO, R. M. D., ALMEIDA, A. L., AMARAL, R. Q. G., MOTA, R. N., SOUSA, P. H. M. Kombucha: Review. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 22, n. 12, p. 1-12, dez 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100272>. Acesso em: 01 dez 2020.
- COLLINS, J. L. History, taxonomy and culture of the pineapple. **Economic Botany**, v. 3, n. 25, p. 335-359, out 1949. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02859162>. Acesso em: 01 dez 2023
- COSTA, M. G. M. Desenvolvimento de sorvete simbiótico de açaí (Euterpe oleracea) com Lactobacillus rhamnosus GG e resistência do probiótico em um modelo de digestão gastrointestinal in vitro. São Paulo, 2014. 202 p. Tese (Doutorado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) - Universidade de São Paulo. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/originais/9/9133/tde-25112014-144755/Mayra_Garcia_Maia_Costa_DO_original.pdf. Acesso em: 06 out 2023
- CRUZ, A. G. *et al.* Ice cream as a probiotic food carrier. **Food Research International**, v. 42, p. 1-7, 2009.

DUFRESNE, C., FARNWORTH, E. Tea, kombucha, and health: a review. **Food Research International**, v. 33, n. 13, p. 409-421, 12 jul 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(00\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00067-3). Acesso em: 20 set 2023

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4ª Ed. Curitiba: PucPress, 2013.

ELIAS, W. C. Estudo de automação e controle do grau brix das dornas de fermentação de uma destilaria. Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (RIUT), [s.v], n. 49, p. 1-49, 2015. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/7468>. Acesso em: 26 set 2023

FRANCO, V. G., PERÍN, J. C., MANTOVANI, V. E., GOICOECHEA, H. C. Monitoring substrate and products in a bioprocess with FTIR spectroscopy coupled to artificial neural networks enhanced with a genetic-algorithm-based method for wavelength selection. **Talanta**, v. 68, n. 8, p. 1005-1012, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2005.07.003>. Acesso em: 20 set 2023

GADELHA, A. J. F., ROCHA, C. O., VIEIRA, F. F., RIBEIRO, G. N. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de abacaxi, acerola, cajá e caju. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 5, p. 115-118, mar 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237117625016>. Acesso em: 26 set 2023

GRANGER, C. *et al.* Influence of formulation on the structural networks in ice cream. **International Dairy Journal**, v.15, n. 03, p. 255-262, 2005.

HOSSAIN, M. F. World pineapple production: an overview. **African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development**, v. 16, n. 14, p. 11443-11456, nov. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.18697/ajfand.76.15620>. Acesso em: 12 set 2023

HOSSAIN, M. F., AKHTAN, S., ANWAR, M. Nutritional value and medicinal benefits of pineapple. **International Journal of Nutrition and Food Sciences**, v. 4, n. 5, p. 84-88, fev. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.20150401.22>. Acesso em: 12 set 2023

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo, SP, 2008. 1020 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção de abacaxi**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/abacaxi/br>>. Acesso em 07 Dez. 2023.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – ITAL. Brasil Food Trends 2020. Ital, São Paulo, 2010. Disponível em: <<https://ital.agricultura.sp.gov.br/brasilfoodtrends/8/>>. Acesso em 20 Nov. 2023.

KAPP, M. J., SUMNER, W. (2019). Kombucha: a systematic review of the empirical evidence of human health benefit. **Annals of Epidemiology**, v. 30, n. 5, p. 66-70, feb 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30527803/>. Acesso em: 30 nov 2023

KIM, J., ADJHIKARI, K. Current Trends in Kombucha: Marketing Perspectives and the Need for Improved Sensory Research. **Beverages**, v. 6, n. 19, p. 1-19, mar 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2306-5710/6/1/15>. Acesso em: 01 dez 2023

LEONARSKI, E. **Produção de bebida tipo kombucha e celulose bacteriana utilizando subproduto da acerola como matéria-prima**. [Dissertação]. Universidade Federal de Santa Catarina, 2020.

LIEIRA, R. Q. Avaliação sensorial e bioativos de sorbet de uva integral e adoçado com blend de maçã. [Dissertação]. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2017.

LIM, J. Hedonic scaling: A review of methods and theory. **Food Quality and Preference**, v. 22, n. 15, p. 733-747, 6 jun 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.05.008>. Acesso em: 20 set 2023

MANDRO, G. F.; BRAZACA, S. G. C.; SILVA, M. B. R.; BERNI, P. R. A. Desenvolvimento de sorbet de tamarindo. In: 22º Simpósio Internacional de Iniciação Científica e Tecnológica da USP – SIICUSP. 2014.

MAPA. MINISTÉRIO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº 41, de 17 de setembro de 2019. 2019. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=18/09/2019&jornal=515&pagina=13&totalArquivos=76>. Acesso em: 20 Set 2023.

MARKOV, S. *et al.* Kombucha - functional beverage: composition, characteristics and process of biotransformation. **Hemijaska industrija**, v. 57, n. 10, p. 456–462, 2003.

MARINHO, J. F. U. Desenvolvimento e avaliação de sorbets probióticos e simbióticos elaborados com polpa de Juçara (*Euterpe edulis*). Dissertação (Mestrado em Zootecnia e Engenharia de Alimentos), Universidade de São Paulo, 2016.

MIGOYA, F. J. **Frozen desserts**. John Wiley & Sons Inc., New York, p. 69-87, 2008.

MIRANDA, J. F., RUIZ, L. F., SILVA, C. B., UEKANE, T. M., SILVA, K. A., GONZALEZ, A. G. M., FERNANDES, F. F., LIMA, A. R. Kombucha: A review of substrates, regulations, composition, and biological properties. **Food Science**, v. 87, n. 24, p. 503-527, fev 2022. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1750-3841.16029>. Acesso em: 01 dez 2023

MUSE, M. R., HARTEL, R. W. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 10, p. 1-10, jul 2003. Disponível em: <https://www.journalofdairyscience.org/action/showPdf?pii=S0022-0302%2804%2973135-5>. Acesso em: 26 set 2023

NISHIYAMA, M. F. Chá verde brasileiro (*Camellia sinensis* var *assamica*): efeitos do tempo de infusão, acondicionamento da erva e forma de preparo sobre a eficiência de extração dos bioativos e sobre a estabilidade da bebida. **Food Sci. Technol.**, v. 30 (suppl 1), 2010. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000500029>

OFORI, J. A.; OCLOO, A.; OFORI, M.; DORLEKU, W.P.; GBEWONYO, W.S.K. Kombucha protects against arsenic-induced protein peroxidation in rats. **Journal of Ghana Science Association**, v. 16, n. 9, p. 1-9, 2015. Disponível em: <https://research.kombuchabrewers.org/wp-content/uploads/kk-research-files/kombucha-protects-against-arsenic-induced-protein-peroxidation-in-rats.pdf>. Acesso em: 11 dez 2023

PETKOVA, T., DOYKINA, P., ALEXIEVA, I., MIHAYLOVA, D., POPOVA, A. Characterization of fruit sorbet matrices with added value from Zizyphus Jujuba and Stevia Rebaudiana. **Foods**, n. 13, p. 1-13, jul. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods11182748>. Acesso em: 24 ago 2023

PINHEIRO, E. S. Avaliação dos aspectos sensoriais, físico-químicos e minerais do suco de uva da variedade Benitaka (Vitis vinífera L.). 2008. 130 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

RAMADHANY, P.; IRAWAN, G. **The influence of xanthan gum and lemon juice on the quality of tomato sorbet**. J. Teknol. dan Industri Pangan, v. 33, n. 2, p. 148-156, 2022.

ROSA NETO, C.; SILVA, F. de A. C.; ARAUJO, L. V. de. Aspectos do setor de produção e comercialização da cadeia produtiva do abacaxi em Rondônia: um estudo exploratório. Embrapa Rondônia, 2020. Disponível em: <
<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1127902/aspectos-do-setor-de-producao-e-comercializacao-da-cadeia-produtiva-do-abacaxi-em-rondonia-um-estudo-exploratorio#:~:text=Resumo%3A%20A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20mundial%20de,de%20Costa%20Rica%20e%20Filipinas.>>. Acesso em: 07 Dez. 2023.

RUIZ-CAPILLAS, C., HERRERO, A. M., PINTADO, T., DELGADO-PANDO, G. Sensory analysis and consumer research in new meat products development. **Foods**, n. 15, p. 1-15, fev 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods10020429>. Acesso em: 13 set 2023

RYBAK, O. Milk fat in structure formation of dairy products: a review. **Ukrainian Food Journal**, v. 5, p. 499-514, 2016.

SAVELLI, E., BRAVI, L., FRANCONI, B., MURMURA, F., PENCARELLI, T. PDO Labels and food preferences: results from a sensory analysis. **British Food Journal**, v. 123, n. 20, p. 1170-1189, nov 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/BFJ-05-2020-0435>. Acesso em: 20 set 2023

SENGER, A. E. V.; SCHWANKE, C. H. A.; GOTTLIEB, M. G. V. Chá verde (Camellia sinensis) e suas propriedades funcionais nas doenças crônicas não transmissíveis. **Scientia Medica**, v. 20, n. 4, p. 292-300, 2010.

SUHRE, T. **Kombuchas produzidas e comercializadas no Brasil: características físico-químicas e composição microbiana**. [Dissertação]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

VAGNERON, I., FAURE, G., LOEILLET, D. Is there a pilot in the chain? Identifying the key drivers of change in the fresh pineapple sector. **Food Policy**, v. 34, n. 10, p. 437-446, out 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2009.05.001>. Acesso em: 01 dez 2023

VILLAREAL-SOTO, S. A., BEAUFORT, S., BOUJILA, J., SOUCHARD, J. P., TAILLANDIER, P. Understanding kombucha tea fermentation: a review. **Journal of Food Science**, v. 8, n. 9, p. 580-588, fev. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14068>. Acesso em: 24 ago 2023

**ANEXO A — CERTIFICADO DE ORIGEM DO SCOBY DE KOMBUCHA,
FORNECIDO PELA EMPRESA KOMBUCHABR.COM**

	CERTIFICADO	
WLP600 Kombucha SCOBY		
Certificamos aos nossos clientes a veracidade de nossas matrizes de Kombucha Scoby. Nossa matriz reprodutora foi adquirida diretamente com a White Labs no dia 16/10/2019, Nº da compra # 299554, lote do produto Nº 1072016. Pode ser solicitado conosco o comprovante da compra da nossa matriz reprodutora feita com a White Labs. White labs é um laboratório e fornecedor de insumos para indústrias de cervejas nos EUA. Nossas matrizes estão livres de patógenos alimentares e foi geneticamente identificado.		
Bactérias envolvidas	Leveduras:	Teste patogênico:
Bacillus licheniformis (99%) Bacillus cereus (99%)** Bacillus pumilus/aerophilus/safensis/altitudinis (99%)* Acetobacter tropicalis (99%) Bacillus aerophilus (96%) Bacillus aryabhattai (98%) Gluconacetobacter saccharivorans (99%) Micrococcus sp. (98%) Gluconacetobacter rhaeticus (98%) Paenibacillus taichungensis (97%) Bacillus subtilis (99%)	Brettanomyces bruxellensis (99%) Saccharomyces cerevisiae (92%) Zygosaccharomyces sp. (97%) Candida sp. (97%)	Staphylococcus aureus: 0 cfu/mL Enteric bacteria: 0 cfu/mL Escherichia Coli: 0 cfu/mL Salmonella ssp: 0 cfu/mL Salmonella Typhi: 0 cfu/mL Listeria monocytogenes: 0 cfu/mL
PURE YEAST & FERMENTATION		
* Os organismos múltiplos são listados porque são incapazes de ser diferenciado de sua sequência de DNA ribossômico 16s. ** Esta é uma espécie não-patogênica que é comumente encontrada em probióticos		
NOSSOS SITES kombuchabr.com kefiroriodejaneiro.com Validade: Indeterminado	<i>Francisco Almeida</i> Assinatura do representante	

APÊNDICE A – FICHA DO TESTE DE ACEITAÇÃO E INTENÇÃO DE COMPRA DOS SORBETS DE ABACAXI COM KOMBUCHA

Nome: _____ Data: _____

Você está recebendo **três amostras de sorbet de kombucha**.

Indique, utilizando a escala abaixo, o quanto você **gostou ou desgostou de cada amostra**, quanto à sua **aparência, odor, sabor, consistência e aceitação de forma geral**.

- 9 – Gostei muitíssimo
- 8 – Gostei muito
- 7 – Gostei moderadamente
- 6 – Gostei ligeiramente
- 5 – Nem gostei / nem desgostei
- 4 – Desgostei ligeiramente
- 3 – Desgostei moderadamente
- 2 – Desgostei muito
- 1 – Desgostei muitíssimo

	Notas		
	Amostra _____	Amostra _____	Amostra _____
Aparência			
Odor			
Sabor			
Consistência			
Aceitação de forma geral (global)			

Comentários: _____

Indique se você compraria ou não cada uma das amostras, se estas estivessem à venda, usando a escala abaixo:

- 5 – certamente compraria
- 4 – provavelmente compraria
- 3 – talvez comprasse / talvez não comprasse
- 2 – provavelmente não compraria
- 1 – certamente não compraria

Amostra _____: _____

Amostra _____: _____

Amostra _____: _____