

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
BACHARELADO EM ENGENHARIA QUÍMICA**

RAFAEL VIGNOLI DE MOURA

**VIABILIDADE DE PRODUTO LÁCTEO TIPO BUBBLE TEA À BASE DE IOGURTE
COM ESFERAS DE ALGINATO, PECTINA E CLORETO DE CÁLCIO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2

PONTA GROSSA

2021

RAFAEL VIGNOLI DE MOURA

**VIABILIDADE DE PRODUTO LÁCTEO TIPO BUBBLE TEA À BASE DE IOGURTE
COM ESFERAS DE ALGINATO, PECTINA E CLORETO DE CÁLCIO**

Trabalho de Conclusão de Curso 2
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Química, do Departamento de Engenharia
Química, da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.^a Dra. Sabrina Ávila
Rodrigues.

PONTA GROSSA

2021

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir
do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam
atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as
novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e
referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Ponta Grossa
Curso de Engenharia Química



TERMO DE APROVAÇÃO

VIABILIDADE DE PRODUTO LÁCTEO TIPO BUBBLE TEA À BASE DE IOGURTE COM ESFERAS DE ALGINATO, PECTINA E CLORETO DE CÁLCIO

por

Rafael Vignoli de Moura

Monografia apresentada no dia 20 de agosto de 2021 ao Curso de Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Ponta Grossa. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado com restrições.

Engenheira Química Mayara Scheffer
(UTFPR)

Profa. Dra. Simone Delezuk Inglez
(UTFPR)

Profa. Dra. Sabrina Ávila Rodrigues
(UTFPR)
Orientadora

Profa. Dra. Juliana de Paula Martins
Responsável pelo TCC do Curso de Engenharia Química

O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do curso.

RESUMO

DE MOURA, Rafael Vignoli. **Viabilidade de produto lácteo tipo *bubble tea* à base de iogurte com esferas de alginato, pectina e cloreto de cálcio.** 44 p. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2021.

O crescente interesse por parte da população em alimentação funcional fez com que aumentasse o consumo de produtos como iogurte e chás e suas variantes, como o *bubble tea*. Com base nisso, o objetivo principal desse trabalho é verificar a viabilidade de produto lácteo tipo *bubble tea* à base de iogurte com esferas de alginato, pectina e cloreto de cálcio, analisando a redução de pH do leite e a consequente possibilidade de produção de iogurte por meio de um protótipo. Além disso, foi avaliada a intenção de consumo das pessoas e as perspectivas gerais de mercado por meio de um questionário anônimo. Foram analisadas oito amostras de iogurte com bactérias encapsuladas utilizando variadas concentrações de alginato e pectina. Os números do questionário mostram um grande interesse da população em consumir um produto tipo *bubble tea*, já que dos 217 entrevistados, 60% não consumiu, mas possui interesse em experimentar um *bubble tea* e 84% possui interesse em consumir um produto tipo *bubble tea* à base de iogurte. Foi possível obter esferas com boa similaridade e esfericidade, e os protótipos de iogurte atingiram o pH desejado de 3,8, com tempo médio de 6h50.

Palavras-chave: encapsulação, *bubble tea*, iogurte, consumo, mercado.

ABSTRACT

DE MOURA, Rafael Vignoli. **Viability of a bubble tea milk product based on yogurt with alginate, pectin and calcium chloride spheres. 44 p. 2021.** Undergraduated Thesis. (Chemical Engineering Bachelor Degree) – Paraná's Federal University of Technology, Ponta Grossa, 2021.

The population's increased interest in functional food led to an increase in the consumption of products such as yogurt, teas and their variants, such as bubble teas. Based on this, the main objective of this work is to verify the viability of a bubble tea milk product based on yogurt with alginate, pectin and calcium chloride spheres, analyzing the pH reduction and the possibility of producing yogurt through a prototype. In addition, people's consumption intention and general market perspectives were evaluated through an anonymous questionnaire. Eight yoghurt samples with encapsulated bacteria were analyzed using varying concentrations of alginate and pectin. The results of the questionnaire show a great interest of the population in consuming a bubble tea type product. Of 217 respondents, 60% did not consume it, but are interested in trying bubble tea and 84% are interested in consuming a bubble tea type product, yogurt based. It was possible to obtain spheres with good similarity and sphericity, and the yogurt prototypes reached the desired pH of 3.8, with an average time of 6h50.

Keywords: encapsulation, bubble tea, yogurt, consumption, market.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma simplificado da fermentação homolática e heterolática	13
Figura 2 – Fluxograma de produção do iogurte.....	15
Figura 3 – Estrutura molecular do ácido galacturônico (a) e ácido gulurônico (b).....	17
Figura 4 – Modelo caixa de ovo	18
Figura 5 – Chá de bolhas da companhia Bubblekill	20
Figura 6 – Concentrações de alginato e pectina utilizadas	23
Figura 7 – Solução de alginato/pectina e bactérias gotejando	25
Figura 8 – Coagulação do produto	26
Figura 9 – Diâmetro das esferas	17
Figura 10 – Evolução da esfericidade das cápsulas	30
Figura 11 – Produto com as esferas	31
Figura 12 – Produto finalizado.....	31

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Taxa de crescimento do setor de bebidas vs PIB	13
Gráfico 2 – Percentual de respostas referentes à pergunta: você conhece ou já ouviu falar dos produtos tipo bubble tea?	15
Gráfico 3 – Número de franquias das companhias Bubblekill e Bubble Mix	1733
Gráfico 4 – Percentual de respostas referentes à pergunta: você já consumiu ou tem interesse em consumir algum produto tipo bubble tea?	18
Gráfico 5 – Percentual de respostas referentes à pergunta: caso você já tenha consumido, consumiria um produto tipo bubble tea a base de iogurte?	35
Gráfico 6 – Percentual de respostas referentes à pergunta: você conhece ou já ouviu falar dos efeitos probióticos do iogurte?	35
Gráfico 7 – Percentual de respostas referentes à pergunta: você consome iogurte? ...	36
Gráfico 8 – Percentual de respostas referentes à pergunta: com que frequência você consome iogurte?	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 OBJETIVO GERAL.....	10
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 BACTÉRIAS ÁCIDO-LÁTICAS.....	11
2.2 IOGURTE	13
2.3 ENCAPSULAÇÃO OU MICROENCAPSULAÇÃO	16
2.4 <i>BUBBLE TEA</i> OU CHÁ DE BOLHAS.....	19
2.5 SETOR DE BEBIDAS.....	20
3 METODOLOGIA DE PESQUISA	23
3.1 MATERIAIS	23
3.2 MÉTODOS	24
3.2.1 Preparo Da Solução Hidrocoloide	24
3.2.2 Hidratação da Cultura Láctica	24
3.2.3 Preparo da Solução de Cloreto de Cálcio	24
3.2.4 Preparo das Cápsulas ou Bolhas	25
3.2.5 Preparo do Protótipo	25
3.2.6 Parâmetros Importantes	26
3.2.7 Questionário de Pesquisa	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
4.1 PROTÓTIPO.....	28
4.2 QUESTIONÁRIO DE PESQUISA	32
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

Com o crescente interesse da população a respeito de uma alimentação mais balanceada e propriedades naturais dos alimentos, o consumo de alimentos probióticos tem aumentado. Dentre as classes de alimentos probióticos, um dos que mais se destaca é o iogurte, obtido através da fermentação do leite por meio de bactérias probióticas específicas.

Os microrganismos melhoram a flora devido ao seu mecanismo de ação no intestino, já que adequam o número de microorganismos existentes na flora intestinal, suprindo possíveis deficiências. Por isso, é necessário aumentar a viabilidade destes no sistema gastrointestinal, já que as condições ácidas do estômago os destroem, diminuindo seus efeitos benéficos à saúde.

Uma das técnicas mais simples para aumentar a viabilidade dos probióticos, uma das mais simples é a encapsulação, que consiste na utilização de complexos químicos como alginato, cloreto de cálcio e pectina para formar uma “casca” inerte, proporcionando uma proteção ao material ativo e diminuindo os efeitos adversos como pH baixo e baixas temperaturas.

Para esse trabalho, será utilizada essa propriedade de proteção das cápsulas como diferencial na fabricação de um produto tipo *bubble tea* à base de iogurte, utilizando esferas feitas com alginato, pectina e cloreto de cálcio.

O *bubble tea* é um produto à base de chá ou leite, que consiste em um líquido com pequenas esferas saborizadas de tapioca, conferindo um diferencial ao consumo comum de chá. Apesar de recente, os *bubble teas* chegaram na última década no Brasil e as franquias já possuem vários consumidores.

De modo a verificar a viabilidade do produto, será investigada a tendência de mercado no setor de bebidas e de bebidas saudáveis e o panorama no Brasil. Além disso, será feito um questionário anônimo de modo a identificar os potenciais consumidores do produto.

Na segunda fase do trabalho, um protótipo será realizado de modo a entender quais os efeitos da encapsulação na fermentação, e se é possível fabricar esferas padronizadas por meio dessa técnica

1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a viabilidade de elaboração de produto lácteo tipo *bubble tea* à base de iogurte com esferas de alginato, pectina e cloreto de cálcio.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Realizar a encapsulação das bactérias do gênero *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* e *Lactobacillus bulgaricus* utilizando alginato, pectina e cloreto de cálcio;
- b) Produzir protótipos de *bubble tea* à base de iogurte natural utilizando bactérias encapsuladas;
- c) Analisar as tendências de consumo e mercado de produtos tipo *bubble tea*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será abordada a literatura relacionada ao trabalho. Inicialmente, será tratado sobre a encapsulação de bactérias ácido lácticas, além de outros conceitos como fermentação, propriedades físico-químicas do leite e produção de iogurte.

Em seguida, será comentado sobre o setor de bebidas no Brasil e as tendências de mercado, especialmente para os *bubble teas*.

2.1 BACTÉRIAS ÁCIDO-LÁCTICAS

As bactérias ácido-láticas são um grupo de bactérias gram-positivas, não-respiratórias que transformam a lactose (açúcar do leite) em ácido láctico. Os principais componentes desse grupo de bactérias são as do gênero *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* e *Streptococcus* (SALMINEN e VON WRIGHT, 1993).

Dois grupos de bactérias ácido lácticas são bastante utilizadas na indústria alimentícia, *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, que são usados como iniciadores no processo de fabricação de iogurtes e queijos italianos.

As bactérias do gênero *Streptococcus thermophilus* são umas das bactérias mais consumidas pelo ser humano, na forma de leites fermentados e iogurtes, principalmente pelo seu fator funcional de serem ricas em β -galactosidase, ou lactase, sendo capazes de rapidamente hidrolisarem a lactose do leite, fazendo com que as pessoas intolerantes à lactose sejam capazes de consumir o leite sem desconfortos intestinais (BURTON et al., 2017).

As bactérias do gênero *Lactobacillus* são conhecidas por serem encontradas em ambientes com alto teor energético, como frutas e laticínios, além de serem uma das primeiras bactérias a colonizarem o intestino humano infantil. Utilizado junto com os *Streptococcus thermophilus* na produção de iogurte, a cepa de *Lactobacillus bulgaricus* começou a ser utilizada com o propósito de desintoxicar o intestino e melhorar a qualidade de vida (NEISH, 2017).

Considerando a temperatura ótima de crescimento dos microrganismos, o *Streptococcus thermophilus* tem o crescimento ideal entre 37 e 45°C. Já a espécie

Lactobacillus bulgaricus tem crescimento ótimo entre 45 e 50°C. Apesar de ambas bactérias conseguirem crescer independentemente em leite, existe uma sinergia entre os dois grupos de bactérias: elas estabelecem uma relação de protocooperação (SACCARO, 2008).

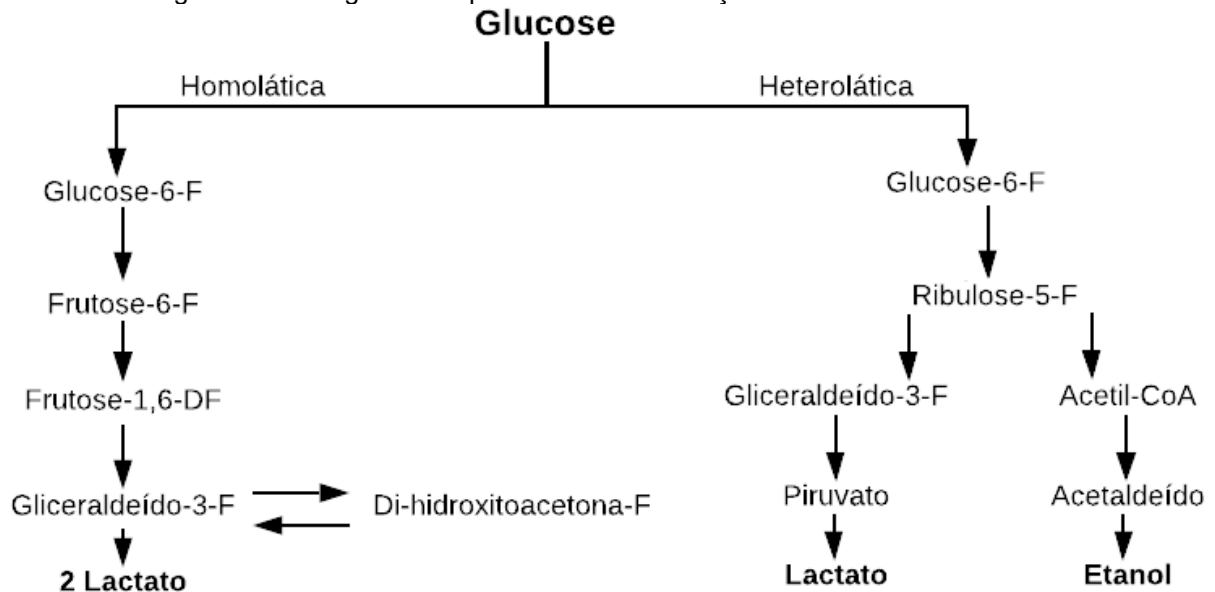
De acordo com Courtin e Rul (2004, p. 126), o grupo *Streptococcus thermophilus* produz ácido pirúvico, ácido fórmico e CO₂, o que estimula o crescimento do grupo *Lactobacillus bulgaricus*. Por outro lado, os *Lactobacillus* produzem peptídeos e aminoácidos, que estimulam o crescimento dos *Streptococcus*.

Como mostra a literatura, é importante manter uma temperatura adequada no processo de fermentação, tendo em vista que uma temperatura incorreta pode fazer com que a fermentação não ocorra da forma correta, dificultando a produção de produtos como o iogurte por exemplo.

A fermentação láctica, que ocorre quando esse grupo de bactérias transforma a matéria orgânica (lactose) em ácido láctico é um dos vários tipos de fermentações existentes e pode ocorrer nas células dos músculos quando não há oxigênio suficiente nas células. No processo de fermentação láctica, as bactérias convertem a glicose em piruvato, que por meio da enzima lactato-desidrogenase converte-o em ácido láctico (SOULT, 2019).

Dependendo do caminho seguido pela fermentação e do tipo de bactéria ácido-láctica, a fermentação pode ser caracterizada como homoláctica ou heteroláctica, como mostra a Figura 1. Na fermentação homoláctica, realizada por bactérias de gêneros como *Streptococcus* e algumas bactérias do gênero *Lactobacillus*, o ácido láctico é o único produto gerado e, portanto, muito importante para diminuir o pH do leite na fabricação de laticínios. No caso da fermentação heteroláctica, realizada por bactérias de gêneros como *Leuconostoc* e algumas bactérias do gênero *Lactobacillus*, há a formação de dois produtos: etanol e ácido láctico (BATTCOCK, 1998).

Figura 1 – Fluxograma simplificado da fermentação homolática e heterolática



Fonte: Adaptado de Salminen e Von Wright (1993).

Com base na Figura 1, é possível observar que o processo de fermentação heterolática produz substâncias capazes de oferecer características de aroma e sabor, como o acetaldeído.

Apesar de utilizado no processo de produção de vários tipos de leites fermentados, o foco desse trabalho foi a utilização de bactérias na fermentação de leite com o objetivo de produzir um produto bastante consumido no mundo, o iogurte.

2.2 IOGURTE

Consumido há milhares de anos, o iogurte é um alimento obtido a partir da fermentação do leite com bactérias específicas em condições bem controladas. Essas bactérias consomem o açúcar do leite (lactose) e com isso produzem ácido láctico, coalhando o leite. Além disso, produzem também alguns subprodutos que contribuem pros sabores e aroma do iogurte (ALVARENGA, 1995).

De acordo com a Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007, iogurte é um produto obtido por coagulação e diminuição do pH do leite, por meio da fermentação láctica mediante ação de cultivos protossimbióticos de *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, e adição ou não de outras

bactérias ácido-láticas, que devem ser viáveis e ativas no produto final durante o prazo de validade (BRASIL, 2007).

O principal componente do iogurte é o leite, que deve ser o mais puro possível para se obter um produto de boa qualidade ao final do processo, assim como os outros ingredientes, como açúcares e coadjuvantes, usados pela indústria do iogurte para facilitar o processo, como leite em pó, espessantes, estabilizantes e conservantes. Sobre a composição do iogurte, Silva (2007, p.23) sugere a adição de 2 a 4% de leite em pó e 8 a 12% de açúcar.

Outro componente essencial do iogurte é a cultura láctica, obtida normalmente de laboratórios na forma liofilizada, que pode ser propagada em inoculações para se obter grande volume de fermento e facilitar a produção de iogurte.

Pela transformação do açúcar do leite em ácido láctico, a acidificação faz com que o processo de coagulação da caseína ocorra. As partículas de caseína começam a se desestabilizar em $\text{pH} \cong 5.3$ e a precipitação total ocorre em $\text{pH} \cong 4.7$, o que faz com que a acidificação seja um mecanismo chave da fermentação do iogurte (DE BRABANDERE e DE BAERDEMAEKER, 1999).

Para a fabricação do iogurte, o leite deve ser filtrado em peneira fina e misturado aos outros ingredientes, exceto à cultura láctica e polpas de fruta, que devem ser adicionadas no final para não inibir a fermentação. Em seguida, a mistura base deve ser pasteurizada a 83°C por dez minutos com o objetivo de destruir a maioria dos microrganismos e diminuir a competição microbiana, facilitando a fermentação. Outras temperaturas também podem ser utilizadas, como 95°C por um minuto e meio ou 90°C por três minutos e meio (ALVARENGA, 1995; SILVA, 2007).

Posteriormente, a cultura de microrganismos deve ser adicionada à mistura pasteurizada a $42-45^{\circ}\text{C}$ e a temperatura deve ser mantida até o processo de coalhagem terminar, o que dura cerca de 3 a 8 horas dependendo da quantidade de leite e atividade das bactérias. É necessário cuidado para não causar o “dessoramento” do iogurte, que ocorre quando o tempo de fermentação foi mais longo que o necessário, causando a produção excessiva de ácido e liberação de líquido na superfície. Ao final da fermentação, o coágulo deve apresentar pH entre 4,5 e 4,7 (ALVARENGA, 1995; SILVA, 2007).

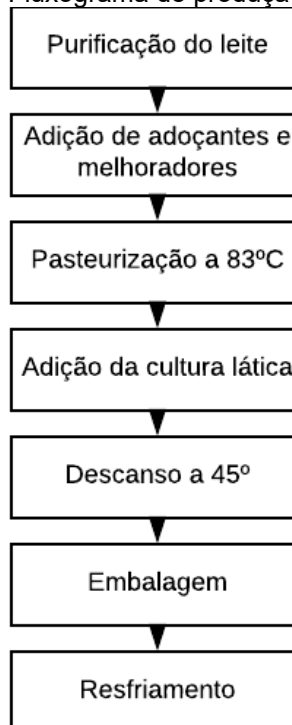
Depois, o iogurte necessita ser resfriado a cerca de 7°C para reduzir a atividade fermentativa (controlando a acidez do iogurte) e, caso o iogurte desejado seja o batido, após completamente resfriado é adicionado a polpa e/ou sucos por meio de agitação, com o objetivo de obter maior cremosidade e corpo no produto (ALVARENGA, 1995).

Ao abordar sobre o resfriamento do iogurte, Tamime e Deeth (1980, p.951) sugerem a utilização de um resfriamento em duas etapas, para minimizar o efeito de choque térmico, que pode provocar a separação do soro do iogurte.

O iogurte deve ser refrigerado entre 5 a 7°C e a vida útil normal é de até 20 dias após a fabricação. No entanto, as bactérias não sobrevivem e mantem a funcionalidade tão facilmente em temperaturas tão baixas, já que o processo de congelamento gera cristais de gelo nas células, causando danos às membranas celulares (TRIPATHI, 2014).

A Figura 2 mostra as etapas resumidas do processo de produção do iogurte, baseado na teoria de Alvarenga (1995).

Figura 2 – Fluxograma de produção do iogurte



Fonte: Autoria própria (2019).

Observando a Figura 2, é perceptível que o processo de produção de iogurte é relativamente simples, apesar do longo tempo demandado para a fermentação.

Por ser um alimento probiótico, que de acordo com a Resolução RDC nº 2, de 7 de janeiro de 2002 é um alimento com “microrganismos vivos capazes de melhorar o equilíbrio microbiano intestinal produzindo efeitos benéficos à saúde do indivíduo” (ANVISA, 2002). O iogurte é alvo de grande interesse da população com problemas de saúde relacionados à flora intestinal, e seu consumo tem aumentado significativamente, graças ao aumento de consciência dos consumidores em relação à alimentos funcionais (TRIPATHI, 2014).

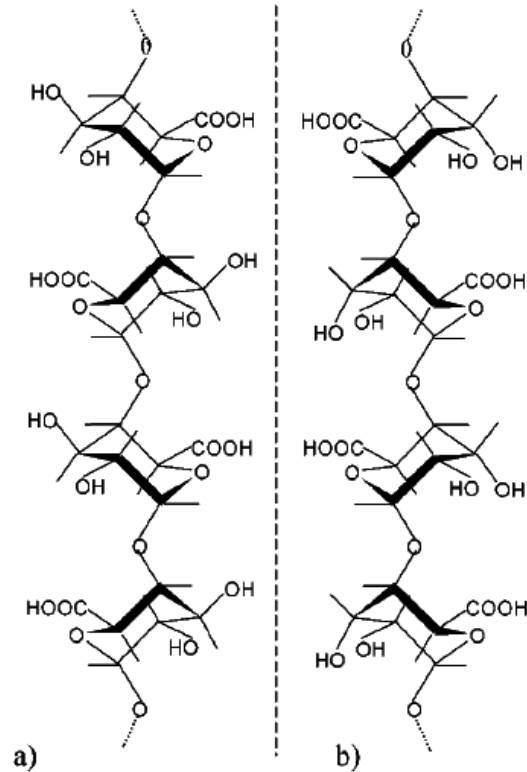
Esses fatores contribuem para o aumento do uso de técnicas que permitam a maior viabilidade dos probióticos no trato intestinal e durante a refrigeração, sendo que um desses métodos foi abordado nesse trabalho: a microencapsulação.

2.3 ENCAPSULAÇÃO OU MICROENCAPSULAÇÃO

De acordo com Jackson e Lee (1991), microencapsulação é o processo em que filmes finos de polímeros embalam partículas sólidas, líquidas ou gasosas. Utilizada em diversas indústrias como indústria alimentícia (ARSHADY, 1993; FAVARO-TRINDADE et al., 2008), indústria têxtil (NELSON, 2002) e indústria farmacêutica (LAWTER et al., 1992), a microencapsulação pode ter vários propósitos, como: reduzir toxicidade, controlar a liberação de material, reduzir volatilidade ou inflamabilidade, mascarar gostos amargos, entre outros (JACKSON et al., 1991). Dependendo do tipo de processo que foi realizado e o motivo pelo qual as cápsulas foram utilizadas, o diâmetro das esferas pode variar, produzindo microesferas ou esferas como bolas de gude.

Um dos processos mais utilizados para a produção de cápsulas é a gelificação iônica, que consiste na habilidade de polissacarídeos iônicos, como o alginato e pectina, formarem gel na presença de cátions divalentes como o cálcio. Nesse caso, a gelificação resulta de interações entre íons de cálcio e cadeias de ácido gulurônico e galacturônico, presentes no alginato e pectina respectivamente, formando um bloco de ligações responsável pelo desenvolvimento do gel (BRACCINI e PÉREZ, 2001). A Figura 3 mostra um desenho esquemático da estrutura das cadeias de ácido galacturônico (da pectina) e gulurônico (do alginato).

Figura 3 – Estrutura molecular do ácido galacturônico (a) e ácido gulurônico (b)

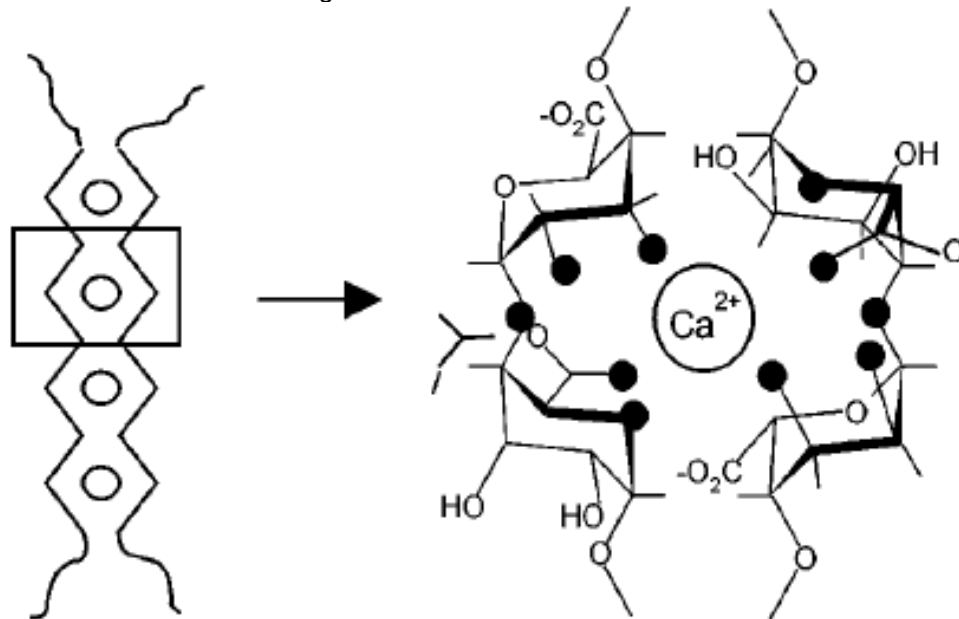


Fonte: Braccini e Pérez (2001).

Baseado no nível molecular do gel, vários modelos foram desenvolvidos para entender a formação da associação cálcio-polissacarídeos, e, apesar de não haver um consenso entre os pesquisadores sobre o modelo que mais corresponde à realidade, o mais aceito é o “modelo caixa de ovo”.

O modelo caixa de ovo possui esse nome devido ao fato de os íons de cálcio estarem presentes no interior das cavidades eletronegativas dos ácidos gulurônico e galacturônico, como ovos dentro de uma caixa de ovo (FUNDUEANU et al., 1999). A Figura 4 exemplifica o modelo de associação cálcio-alginato.

Figura 4 – Modelo caixa de ovo



Fonte: Braccini e Pérez (2001).

A microencapsulação pode ser realizada de várias maneiras, sendo que a técnica utilizada depende da sensibilidade do núcleo, do tamanho da microcápsula desejada, da facilidade de liberação do material ativo e de outros fatores a depender do objetivo (JACKSON et al., 1991).

Pelo método de gotejamento, a solução de alginato é bombeada e gotejada através de uma seringa, caindo em uma solução de cloreto de cálcio, formando as cápsulas. Essa técnica é simples, de baixo custo e produz esferas de 125 a 3000 μm de diâmetro. Utilizando pequenas mangueiras no lugar de seringas, o diâmetro das esferas pode ser aumentado, sendo possível chegar a 3 cm de diâmetro por exemplo (FUNDUEANU et al., 1999).

A microencapsulação é uma técnica que já se mostrou eficaz na proteção das bactérias ácido-láticas no processo de refrigeração, estocagem e também em condições estomacais. Mortazavian et al. (2008) obteve resultados que mostram que culturas livres de *Lactobacillus acidophilus* perderam cerca de 99% da viabilidade a 4° C por 21 dias, sendo que as culturas encapsuladas perderam apenas 42% da viabilidade no mesmo período. Chavarrí et al. (2010) mostra que microrganismos microencapsulados tiveram sua sobrevivência melhorada quando comparada com microrganismos livres em

condições parecidas com a do suco gástrico e da bile. De acordo com os resultados de Ribeiro et al. (2014), a encapsulação e aplicação de *Lactobacillus acidophilus* LA-5 em iogurte fez com que sobrevivessem 62% do número inicial dos *Lactobacillus* após 35 dias de estocagem refrigerada, contra 10% do número inicial considerando as bactérias livres.

Considerando o segmento alimentício ao qual esse trabalho se destina, é importante notar que a aplicação de microcápsulas em alimentos deve ser ainda mais cuidadosa, tendo em vista que a encapsulação altera a textura final dos produtos, podendo comprometer as percepções sensoriais. Além disso, por ser ingerido, o material encapsulado precisa ser capaz de resistir às condições estomacais de pH baixo.

Com base nisso, o método de gotejamento se torna inviável para fabricar um iogurte com microesferas ou pequenas esferas, tendo em vista que o grande tamanho das partículas afetaria negativamente as percepções sensoriais do iogurte. No entanto, como o objetivo do trabalho é produzir um produto tipo *bubble tea* à base de iogurte, as esferas se tornam o diferencial do produto, contribuindo para novas possibilidades de texturas, apresentação, liberação diferenciada de componentes de aroma e sabor e manutenção de número elevado de microorganismos probióticos com células viáveis.

2.4 BUBBLE TEA OU CHÁ DE BOLHAS

O *Bubble tea*, chamado também de *pearl milk tea* ou *boba*, conhecido como chá de bolhas no Brasil, é uma bebida à base de chá, gelo e açúcar que contém pequenas esferas comestíveis de tapioca no seu interior e que ganhou grande visibilidade no país na última década, quando uma das primeiras empresas do segmento trouxe a bebida ao Brasil em 2016 (BUBBLEKILL, 2021).

Figura 5 – Chás de bolhas da companhia *Bubblekill*



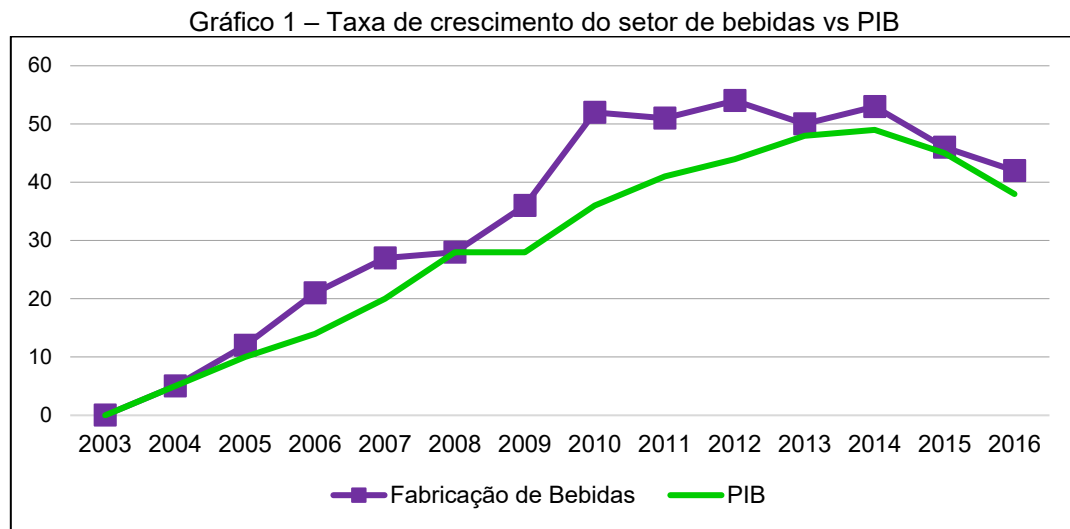
Fonte: Veja SP (2018).

Apesar do surgimento recente da bebida em solo brasileiro, a bebida surgiu em Taiwan na década de 80 e era consumida sem as famosas pérolas de tapioca. Apesar das inconsistências na verdadeira origem do *bubble tea*, indícios mostram que a bebida surgiu em 1986, quando uma conhecida casa de chás de Taiwan, que já produzia um tipo de chá batido com gelo (gerando espuma e conseqüentemente as bolhas do nome), acabou por derrubar pequenas esferas de tapioca na bebida, gerando o *bubble tea* ou *pearl tea* (BAYARAA, 2020).

A grande popularidade do *bubble tea* ao redor do globo pode ter indícios na troca intercultural histórica entre chineses e britânicos, de acordo com Wu (2020), já que os taiwaneses criaram o *boba* ao combinar o jeito ocidental de tomar chá com leite dos britânicos com a grande popularidade dos chás na China.

2.5 SETOR DE BEBIDAS

Em 2014, o Brasil era o maior consumidor de cervejas e refrigerantes no mundo, perdendo apenas para os Estados Unidos e a China. Mesmo com as crises econômicas e com uma diminuição no volume de produção, o setor de bebidas cresceu de forma proporcional mais do que o produto interno bruto (PIB), com um grande crescimento vindo desde 2008, como mostra o Gráfico 1 (CERVIERI JUNIOR, 2017).



Apesar dos números expressivos, grande parte desse consumo vem das grandes multinacionais de bebidas que estão no país, como a Coca-Cola, Ambev e Heineken, que aumentam a competitividade contra pequenas e médias empresas (TEIXEIRA, 2014)

Apesar disso, há um crescimento notável de marcas não tão conhecidas que buscam pela diferenciação e um produto exclusivo, como é o caso do notável crescimento de cervejas artesanais nos supermercados, ou até mesmo pelas novas tendências de cafés gelados e o *bubble tea*, por exemplo.

Considerando o clima tropical do Brasil com temperaturas altas a maior parte do ano e a população jovem de aproximadamente 24%, as empresas de bebidas geladas inovadoras encontram um ambiente ideal para a venda destes produtos, mesmo com a competitividade imposta pelas grandes multinacionais do país (IBGE, 2021).

A tendência mundial da busca por produtos saudáveis também atinge o Brasil, já que de 2005 a 2010 os números mostraram um aumento na participação de bebidas vendidas em 1,6%, representando uma elevação do consumo *per capita* de aproximadamente 40%. Além disso, o chá gelado pronto para consumo é o segundo produto que mais crescia no Brasil de 2004 a 2009, perdendo apenas para os sucos prontos (LANÇANOVA, 2014)

Dados do instituto *Euromonitor International* corroboram esse crescimento, indicando que no ano de 2016 as bebidas saudáveis tiveram taxa de crescimento positiva. Além disso, de 2009 a 2011, o consumo de chás no Brasil cresceu cerca de 16% em

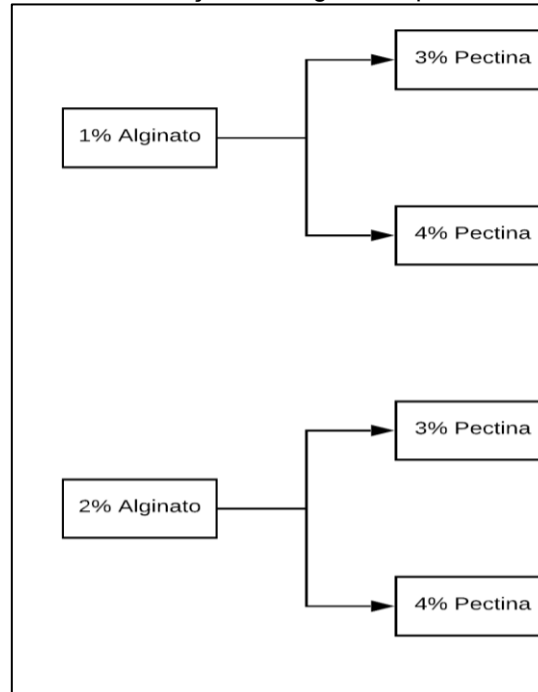
volume e 72% em valor, mostrando que a tendência de mercado tem sido positiva nesses últimos 10 anos.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

O presente trabalho tem três etapas principais: a encapsulação da cultura lática; a produção de protótipo de produto lácteo tipo *bubble tea* à base de iogurte com esferas de alginato, pectina e cloreto de cálcio; e a realização de um questionário de pesquisa de forma a entender as tendências e padrões de consumo de iogurte e *bubble tea*.

Para análise do efeito das diferentes concentrações de alginato e pectina nas cápsulas durante a fermentação, foram utilizadas soluções de concentrações diferentes, como mostra a Figura 6.

Figura 6 – Concentrações de alginato e pectina utilizadas



Fonte: Autoria própria (2019).

Para comparação do efeito das concentrações dos materiais encapsulantes e da vazão da bomba peristáltica, a esfericidade e o diâmetro das esferas foram medidos com um paquímetro.

3.1 MATERIAIS

Nessa seção, são abordados os materiais utilizados para realização da parte experimental do trabalho, os quais estão listados abaixo.

Para a elaboração do iogurte foi utilizado leite integral, cultura láctica e probiótica mista de *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12® e *Lactobacillus bulgaricus* (Christian Hansen, Valinhos, Brasil).

Para a elaboração das cápsulas foi utilizado alginato de sódio, pectina, cloreto de cálcio e água destilada.

3.2 MÉTODOS

Nessa seção são apresentadas as etapas seguidas para realização do procedimento experimental do presente trabalho.

3.2.1 Preparo Da Solução Hidrocoloide

Primeiramente, para a solução 1:3, 1 g de alginato e 3 g de pectina foram pesados em balança analítica e adicionados a uma solução de 100 ml de água destilada. A solução foi então esterilizada em constante agitação em agitador magnético até que os componentes estivessem completamente dissolvidos.

3.2.2 Hidratação Da Cultura Láctica

Para a hidratação da cultura láctica, 100 mg do envelope de fermento lácteo pesados em balança analítica foram dissolvidos em 250 ml de água destilada em temperatura ambiente, previamente esterilizada.

3.2.3 Preparo Da Solução De Cloreto De Cálcio

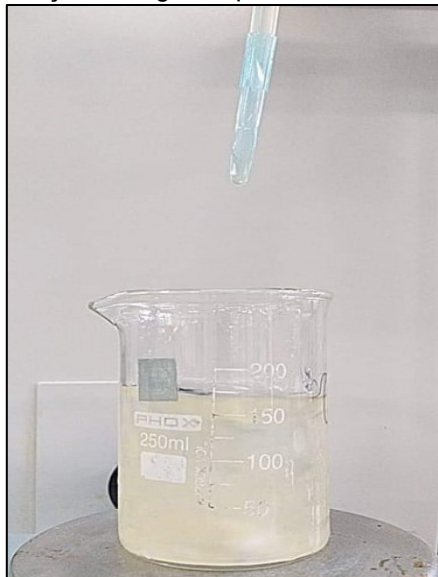
Para o preparo da solução, 1g de cloreto de cálcio foi pesado em balança analítica e dissolvido em 100 ml de água destilada em temperatura ambiente, previamente esterilizada.

3.2.4 Preparo Das Cápsulas Ou Bolhas

Iniciando o processo de produção das cápsulas, 20 ml da solução de bactérias foram misturados com 80 ml da solução de alginato e pectina, com o propósito de formar o material ativo da cápsula.

Com as soluções necessárias preparadas, as cápsulas foram preparadas segundo a metodologia descrita por Ribeiro (2011). Para isso, a solução com o material ativo foi aspergida na solução de cloreto de cálcio através de uma mangueira por meio da ação de uma bomba peristáltica, como exemplificado na Figura 7. Para completa gelificação das cápsulas, a solução resultante foi mantida em agitação constante por cerca de trinta minutos e em seguida foi refrigerada para que as cápsulas ficassem firmes.

Figura 7 – Solução de alginato/pectina e bactérias gotejando



Fonte: Autoria própria (2021).

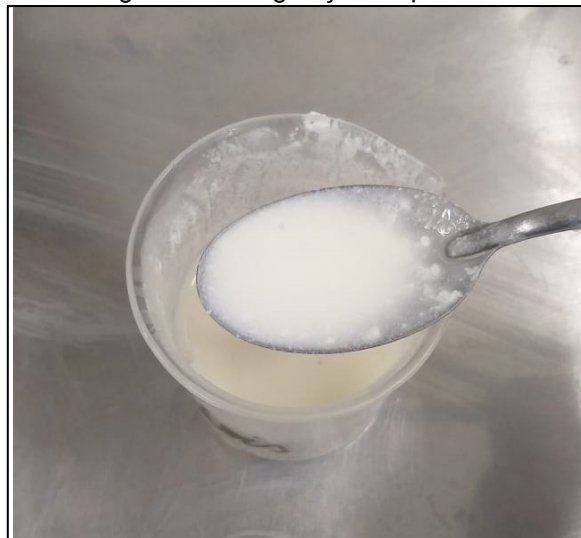
3.2.5 Preparo Do Protótipo

Para as fabricações do protótipo, foi seguida a metodologia de Ribeiro (2011) para produção de iogurte. Iniciando o processo, leite pasteurizado foi submetido à aquecimento até atingir a temperatura de 85° C, por cerca de cinco minutos. Em seguida,

o leite foi resfriado até 42° C e as cápsulas contendo a cultura láctica de *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* e *Lactobacillus acidophilus* produzidas anteriormente foram adicionadas ao leite.

Para fermentação do iogurte, este foi deixado em estufa a 45°C com pouca variação de temperatura até que o pH atingisse 4,8. Ao final do processo, o produto foi refrigerado para acabar com o processo de fermentação. A Figura 8 mostra o protótipo no começo da fermentação, quando aparecem os primeiros sinais de coagulação.

Figura 8 – Coagulação do produto



Fonte: Autoria própria (2021).

3.2.6 Parâmetros Importantes

Para a fabricação das esferas com maior usabilidade possível, alguns parâmetros devem ser observados, de acordo com os resultados de Liu, Cheng e Wu (2021):

- a) Diâmetro: as esferas devem possuir cerca de 8 mm de diâmetro, tendo em vista que a maioria dos canudos usados pelas franquias possuem de 10 a 12 mm de diâmetro;
- b) Altura da mangueira: o dispositivo deve ficar em torno de 20 cm acima da solução, de forma com que as esferas fiquem o menos elípticas possível;

- c) Vazão de solução com alginato: a vazão deve ser de 60 a 80 ml/min para que a distribuição de tamanho das esferas não seja muito grande e as esferas possuam em média o mesmo tamanho;
- d) Concentração de cloreto de cálcio (CaCl_2): para que a solução de cloreto de cálcio não transmita um gosto adstringente para as bolhas, a concentração ótima de CaCl_2 foi estipulada em 1%.

3.2.7 Questionário De Pesquisa

Durante o trabalho, um questionário com seis perguntas foi realizado de forma anônima por meio da plataforma Google Docs. O questionário foi publicado em comunidades de rede social, e nenhum dado sobre os respondentes foi coletado, além das próprias respostas às perguntas do estudo. 217 respostas individuais foram reunidas e auxiliaram a entender de forma geral:

- a) a familiaridade dos entrevistados com *bubble tea* e produtos probióticos;
- b) o padrão de consumo de *bubble tea* e iogurte;
- c) o interesse em consumir um produto tipo *bubble tea* à base de iogurte.

Dessa forma, as perguntas eram as seguintes:

1. Você conhece ou já ouviu falar dos produtos tipo *bubble tea*?
2. Você já consumiu ou tem interesse em consumir algum produto tipo *bubble tea*?
3. Caso você já tenha consumido, consumiria um produto tipo *bubble tea* a base de iogurte?
4. Você conhece ou já ouviu falar dos efeitos probióticos do iogurte? (Alimentos probióticos são aqueles que possuem micro-organismos vivos que fazem bem ao ser humano, ajudando a manter a flora intestinal saudável)
5. Você consome iogurte?
6. Com que frequência você consome iogurte?

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 PROTÓTIPO

Inicialmente, foram realizadas oito amostras de iogurte com esferas de concentrações diferentes de alginato e pectina, sendo 1% e 2% de alginato; 3 e 4% de pectina, que foram feitas em três dias diferentes. No primeiro dia, uma amostra de cada foi feita. No segundo, as amostras com 3% de pectina e, no último, as amostras com 4% de pectina.

O pH de cada amostra foi verificado a cada 15 minutos por meio de um pHmetro até que atingissem o pH de 4,8, e os tempos de fermentação seguem na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Tempo de fermentação das amostras

Amostra	Primeiro dia	Segundo dia	Terceiro dia
1% alginato 3% pectina	7:15h	8:00h	-
1% alginato 4% pectina	7:30h	-	5:00h
2% alginato 3% pectina	7:15h	8:00h	-
2% alginato 4% pectina	7:15h	-	4:30h

Fonte: Autoria própria (2021).

Os tempos de fermentação estão de acordo com o que foi estipulado pela literatura, que tratam sobre tempos de fermentação de 3 a 8 horas (ALVARENGA, 1995). Uma média simples fornece o tempo médio de 6h50 para as fermentações, apesar dos tempos do terceiro dia estarem discrepantes dos outros dias, o que pode ser explicado por falhas no termostato da estufa.

Tendo em vista que o aumento da concentração de materiais encapsulantes faz com que as cápsulas sejam formadas mais rapidamente, espera-se que em cada categoria de material encapsulante as maiores concentrações façam com que as cápsulas completem sua gelificação mais rapidamente. Em razão disso, as cascas se tornarão mais grossas quando comparadas com as cápsulas de concentrações menores

de encapsulantes durante o mesmo período de tempo em agitação, aumentando o diâmetro.

No caso do trabalho, devido à pouca variação nas porcentagens de concentração de alginato e pectina, não foram observadas grandes variações nas esferas.

No equipamento disponível, não era possível alterar o diâmetro da mangueira controlada pela bomba, por consequência, o diâmetro das esferas sofreu algumas alterações. 57 esferas foram medidas e o diâmetro médio total das esferas foi estimado, sendo igual a 4,95mm, com desvio padrão de 0,567. A maior esfera possuía 6,1 e a menor 3,8 e os números mostraram que o equipamento produzia esferas de 5,07 a 4,82mm com 95% de confiança. A Figura 9 mostra os diâmetros das 57 esferas.

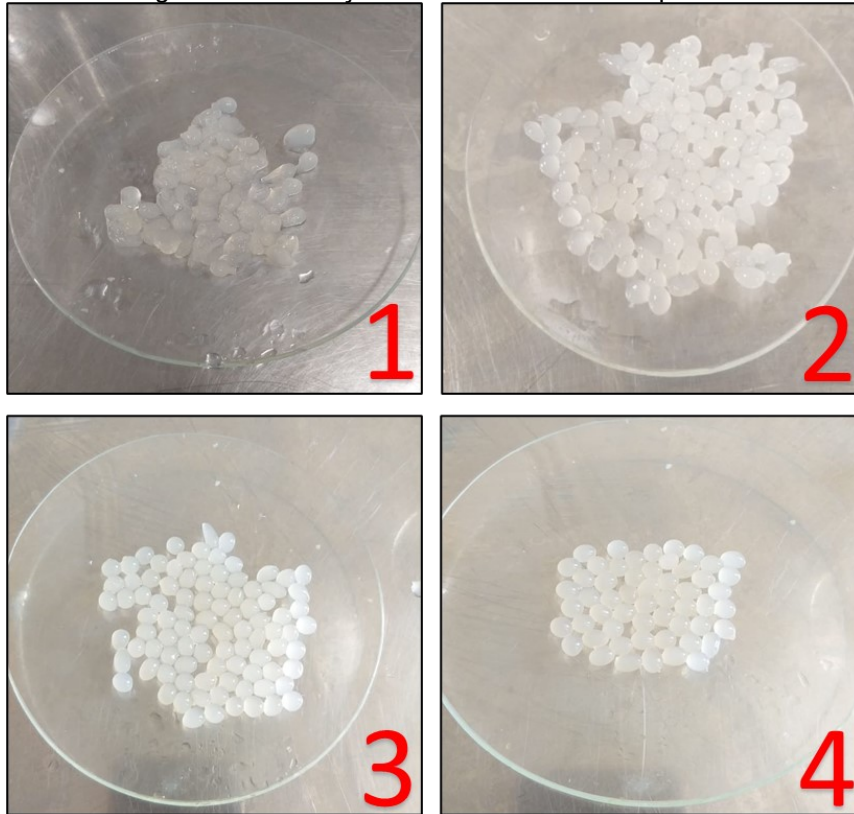
Figura 9 – Diâmetro das esferas

4,2	5,2	4,7	3,8	5,0	4,1	4,7	5,9	5,3	5,6	4,5	4,8
4,5	5,5	4,2	5,7	5,3	5,5	4,5	4,7	5,7	4,8	4,1	5,0
6,1	4,9	4,7	4,3	5,6	5,3	4,6	5,0	5,1	5,1	4,0	
5,2	5,3	4,9	4,5	4,3	4,7	5,1	5,1	5,6	6,1	4,2	
5,6	5,2	4,8	4,9	4,1	4,7	5,1	4,5	5,6	6,1	4,8	

Fonte: Autoria própria (2021).

A vazão da solução foi ajustada de acordo com o interruptor do equipamento, que não possuía indicadores numéricos de vazão. Por essa razão, o aspecto das esferas após caírem na solução de cloreto de cálcio, como exemplificado na Figura 10 abaixo, que mostra a evolução da esfericidade das “bolhas” do *bubble tea*.

Figura 10 – Evolução da esfericidade das cápsulas

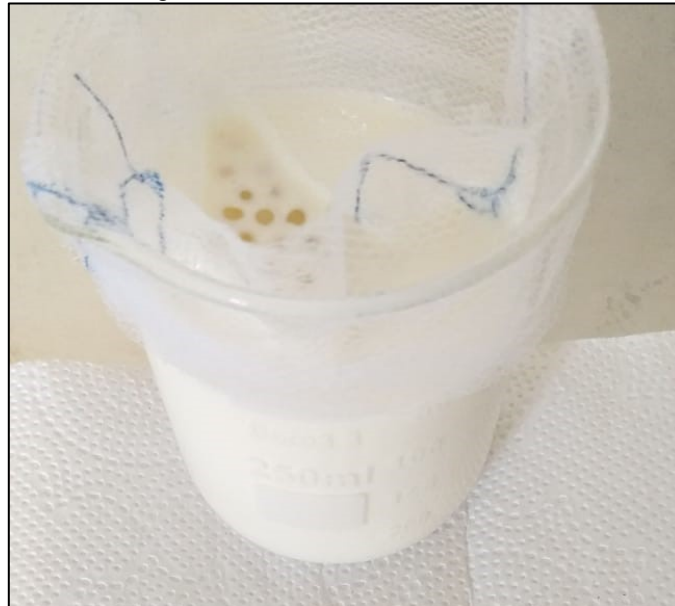


Fonte: Autoria própria (2021).

Pelos testes de vazão, foi possível observar que altas vazões prejudicavam a formação das esferas, sendo representadas pelo número 1 na Figura 10, que corresponde à vazão mais rápida do equipamento. O número 2 representa a vazão mais lenta, mostrando uma formação de cápsulas mais esféricas, mas ainda com algumas não-conformidades. Os números 3 e 4 correspondem às vazões médias do equipamento, mostrando as esferas mais perfeitas, sendo a vazão usada para fabricação das esferas do trabalho.

Com a fermentação e a fabricação bem sucedida das esferas com o equipamento disponível, observa-se que foi possível obter o produto lácteo à base de iogurte utilizando esferas de alginato e pectina, como mostram as Figuras 11 e 12.

Figura 11 – Produto com as esferas



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 12 – Produto finalizado



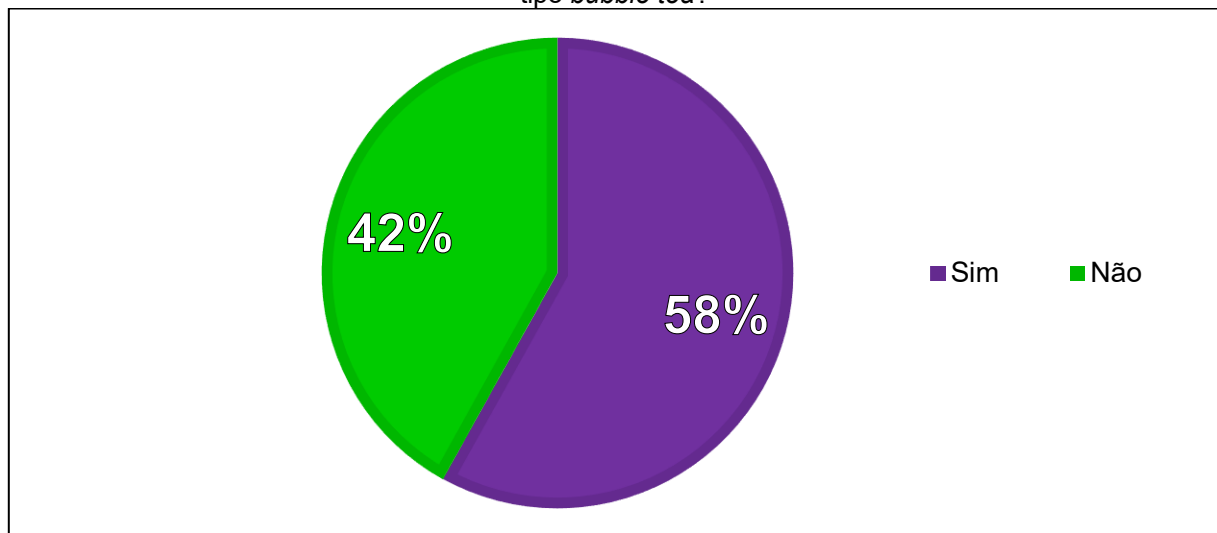
Fonte: Autoria própria (2021).

Com isso, os dados do protótipo mostram a viabilidade da elaboração de um produto tipo *bubble tea* à base de iogurte. A partir dessa premissa faz-se necessário verificar de forma geral a aceitabilidade da população em relação ao produto e quais são os hábitos dos entrevistados em relação a *bubble tea*.

4.2 QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

De forma a entender a familiaridade dos entrevistados com *bubble tea*, as respostas do questionário foram analisadas e serão apresentadas. Inicialmente, perguntou-se aos entrevistados se eles já conheciam ou ouviram falar dos produtos tipo *bubble tea*, conforme o Gráfico 2:

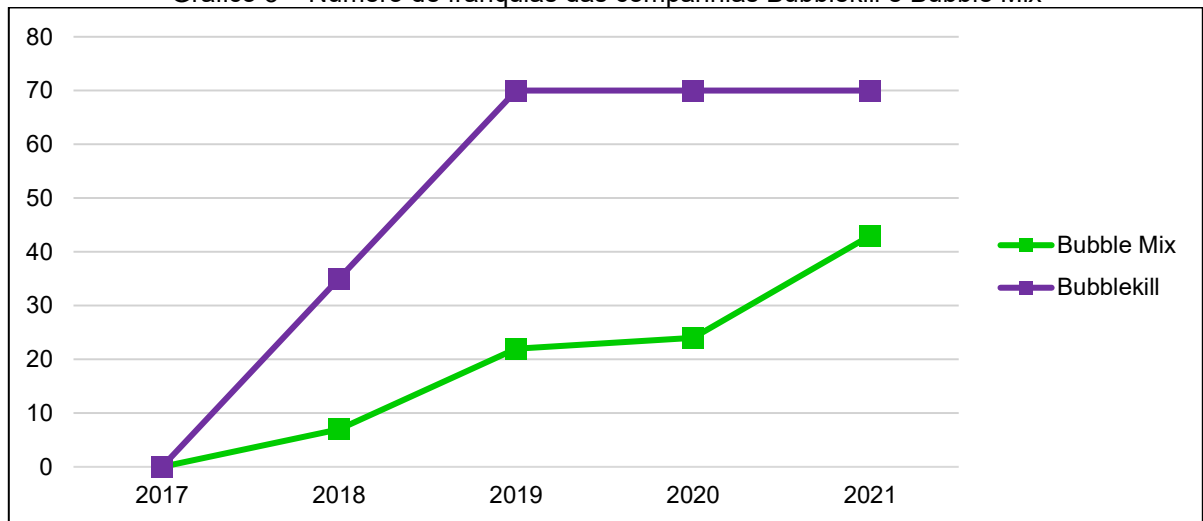
Gráfico 2 – Percentual de respostas referentes à pergunta: você conhece ou já ouviu falar dos produtos tipo *bubble tea*?



Fonte: Autoria própria (2021).

Dos 217 entrevistados, 126 responderam ter conhecimento de produtos do tipo *bubble tea* e 91 afirmaram não terem ouvido falar sobre o tema. Enquanto a maioria conhece o produto, grande parte das pessoas não tem familiaridade com o assunto, o que pode ser explicado pelo surgimento recente da bebida em território brasileiro, como mostra o Gráfico 3, que indica o número de franquias das companhias *Bubblekill* e *Bubble Mix* desde a primeira franquia:

Gráfico 3 – Número de franquias das companhias Bubblekill e Bubble Mix



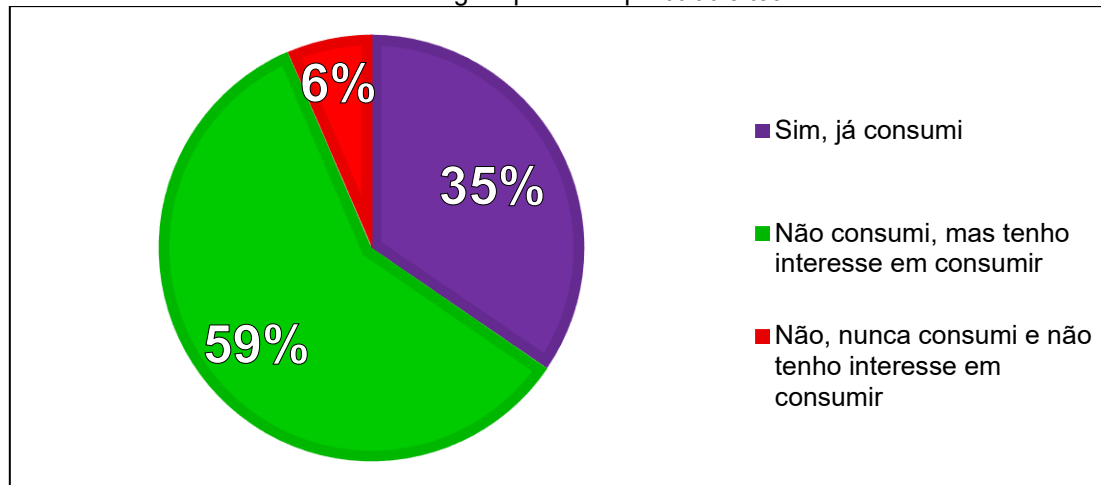
Fonte: Bubblekill (2019); Bubble Mix (2021).

Nota: Na ausência dos números da empresa Bubblekill nos anos de 2020 e 2021, considerou-se constante o número de 2019.

Conforme mostram os números, a empresa *Bubblekill* teve um crescimento surpreendente desde a primeira franquia aberta em 2017, tendo 42 franquias abertas no começo de 2018, 51 na metade de 2018 e 70 unidades em 2019, o que é facilitado pelo modelo de negócios de *franchising* utilizado pela companhia. Apesar da empresa *Bubble Mix* possuir um número menor de unidades abertas e de crescimento percentual, a companhia tem mostrado um crescimento constante ao longo dos anos, quase dobrando de tamanho durante a pandemia. Os números indicam o aumento na popularidade do *bubble tea*, com tendência de crescimento similar à outras empresas do segmento.

A segunda questão tinha como objetivo estimar a porcentagem de pessoas que já consumiram ou possuíam interesse em consumir a bebida, como mostra o Gráfico 4:

Gráfico 4 - Percentual de respostas referentes à pergunta: você já consumiu ou tem interesse em consumir algum produto tipo *bubble tea*?



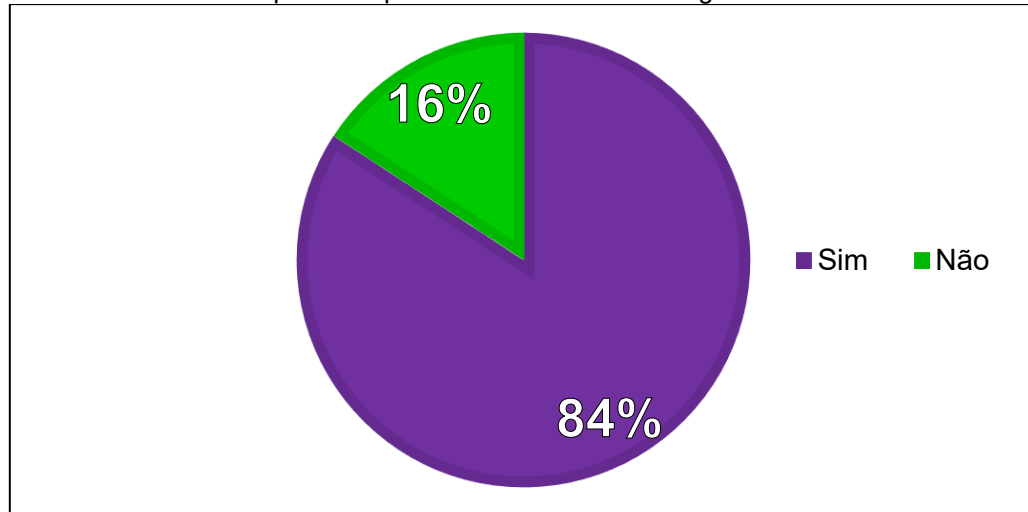
Fonte: Autoria própria (2021).

Enquanto apenas 14 pessoas responderam não ter consumido e não terem interesse em consumir a bebida, 94% dos entrevistados alegaram já terem consumido ou terem interesse no consumo. É interessante notar que desses 94%, a grande maioria (128 vs 75) disse não ter consumido, mas existe o interesse em consumir. Esse número pode ser explicado pela maior presença de franquias em capitais e cidades grandes, já que a maioria das unidades estão localizadas em shopping centers.

A distribuição de lojas por estados também é significativa, já que a maioria está situada nas regiões Sul e Sudeste. Números de 2019 da franquia *Bubblekill*, por exemplo, mostram que apenas 12 das 72 lojas estavam situadas fora da região Sul e Sudeste, e haviam lojas em somente 14 dos 27 estados (BUBBLEKILL, 2020)

A terceira pergunta do questionário buscava entender o interesse dos consumidores de *bubble tea* em adquirir um *bubble tea* à base de iogurte, exemplificada pelo Gráfico 5 abaixo.

Gráfico 5 - Percentual de respostas referentes à pergunta: caso você já tenha consumido, consumiria um produto tipo *bubble tea* a base de iogurte?

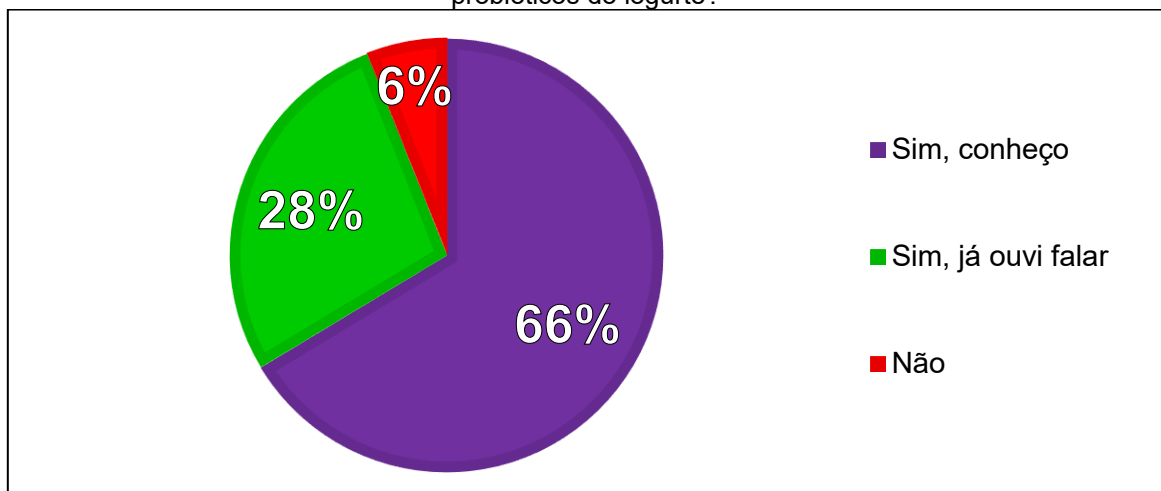


Fonte: Autoria própria (2021).

Os dados mostram que a grande maioria dos entrevistados (112 pessoas) possuem interesse em consumir um produto tipo *bubble tea* à base de iogurte. Apesar de muitas franquias já possuírem misturas de chá com iogurte, as respostas mostram um grande interesse no consumo de um *bubble tea* baseado em iogurte.

A quarta etapa tinha como objetivo estimar a porcentagem de pessoas conhecem ou possuem familiaridade com os efeitos probióticos do iogurte (Gráfico 6) e, na sequência, buscou-se entender quais os principais motivos que levam as pessoas a consumirem este tipo de produto (Gráfico 7).

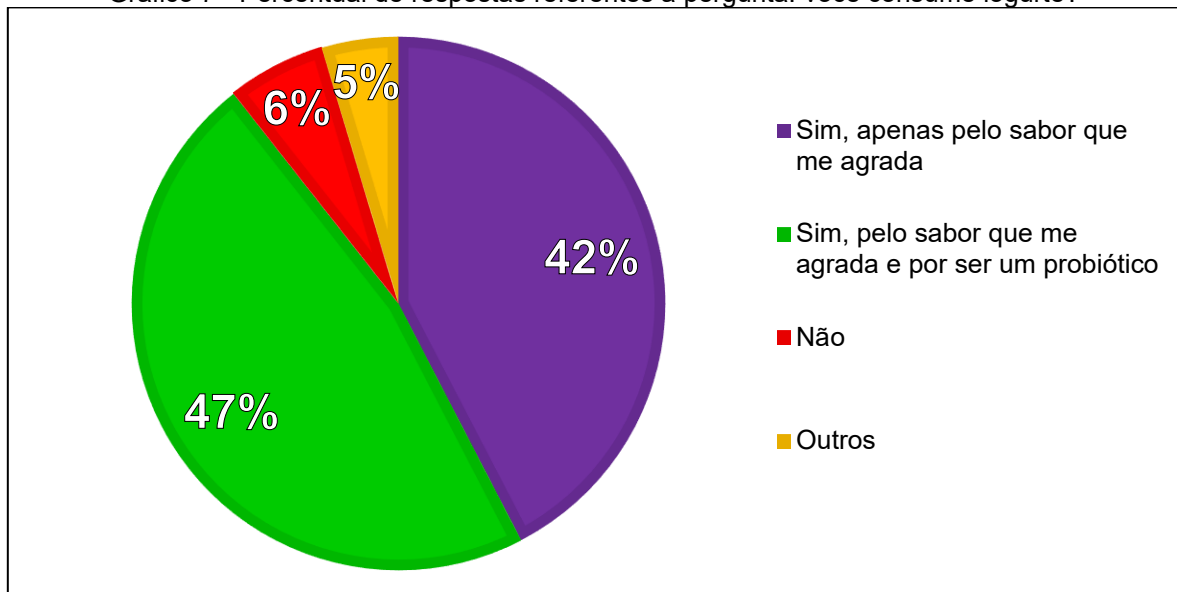
Gráfico 6 - Percentual de respostas referentes à pergunta: você conhece ou já ouviu falar dos efeitos probióticos do iogurte?



Fonte: Autoria própria (2021).

Apesar de 13 pessoas não possuírem familiaridade com os efeitos probióticos do iogurte, 94% dos entrevistados afirmaram terem intimidade com o tema e de um total de 89% que consome iogurte regularmente, 91 pessoas fazem uso do produto apenas pelo sabor, enquanto 102 pessoas responderam que levam em conta o fator probiótico ao consumir iogurtes. Este número pode estar relacionado ao crescente interesse da população por alimentos mais saudáveis, buscando um estilo de vida mais equilibrado. Além disso, iogurtes naturais são encontrados em vários planos elaborados por nutricionistas, devido ao fato de ser um alimento nutritivo de baixo nível calórico.

Gráfico 7 - Percentual de respostas referentes à pergunta: você consome iogurte?

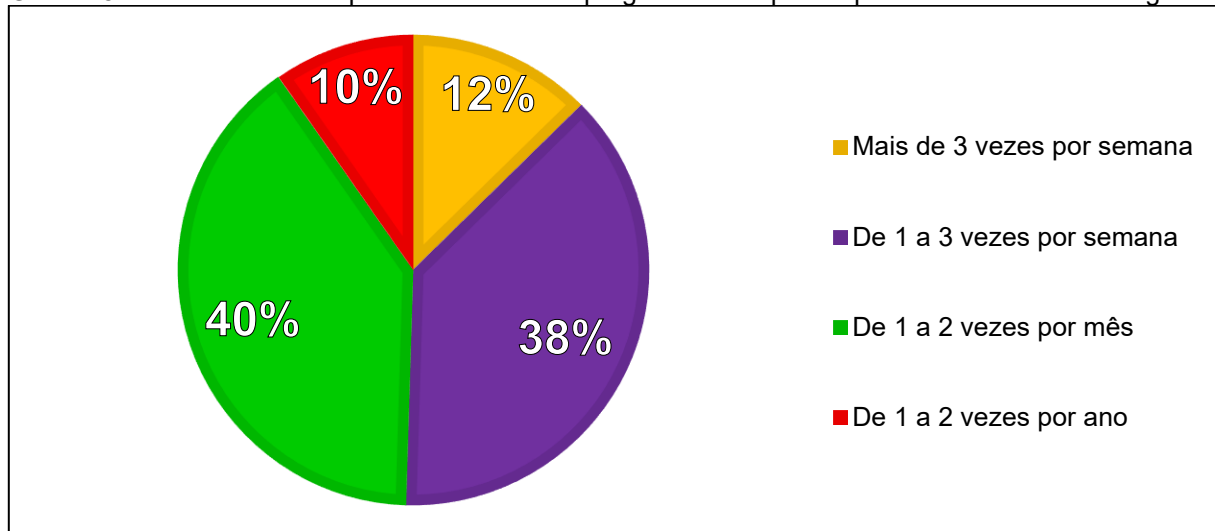


Fonte: Autoria própria (2021).

Os dados obtidos corroboram com o uso de cápsulas gelatinosas não só para fabricar as bolhas do *bubble tea*, mas também como forma de aumentar as camadas de proteção dos microorganismos e sua viabilidade, já que grande parte dos entrevistados alegaram consumir iogurte devido a sua característica probiótica.

A última questão teve intenção de verificar a frequência de consumo de iogurte, de forma apresentada no Gráfico 8:

Gráfico 8 - Percentual de respostas referentes à pergunta: com que frequência você consome iogurte?



Fonte: Autoria própria (2021).

Metade das pessoas disseram consumir iogurte mais de 1 vez por semana, o que indica um consumo moderado de boa parte da amostra, com tendência de aumento no consumo de iogurte. Considerando consumidores que já possuem o hábito de consumirem produtos lácteos, o iogurte foi um dos produtos que apresentaram aumento de consumo durante a pandemia, com valores de aproximadamente 6%, de acordo com dados sobre o mercado lácteo da companhia *Milkpoint* (MILKPOINT, 2020).

Sendo assim, a possibilidade de o público aderir ao consumo de produtos do tipo bubble tea à base de iogurte se mostra relevante, uma vez que, dos 217 entrevistados 84% tem interesse em experimentar a bebida embora 60% nunca tenha consumido antes. Os dados do questionário, portanto, reforçam a viabilidade da elaboração de um produto tipo bubble tea à base de iogurte.

Apesar do resultado positivo do protótipo, alguns pontos negativos foram encontrados e serão discutidos a seguir.

Primeiramente, o diâmetro das esferas menor do que o diâmetro comum das companhias de *bubble tea* afeta negativamente a percepção sensorial do produto, tendo em vista que um dos diferenciais do *bubble tea* são as esferas grandes e mastigáveis, liberando sabor de forma explosiva. No caso do protótipo, as várias pequenas esferas não fornecem essa sensação de muito recheio. Esse efeito de recheio pode ser

facilmente resolvido por meio de uso de uma mangueira de diâmetro maior acoplada na bomba peristáltica.

Além disso, a não utilização de corantes prejudica o visual do produto, já que o iogurte é um líquido branco e fosco e as esferas de alginato/pectina são opacas e com tons brancos, do mesmo tom do iogurte. Nesse caso, o uso de um corante alimentício seria de grande valia para o produto, tendo em vista que um dos diferenciais do *bubble tea* é a aparência e grande visibilidade das bolhas ou esferas no produto.

Durante o período de realização deste trabalho a OMS declarou pandemia do SARS-COV-2, em seguida a UTFPR suspendeu as atividades presenciais o que inviabilizou a continuidade de testes práticos relacionados à esta pesquisa, como testes sensoriais. Portanto, é recomendado também para futuros trabalhos a realização de avaliações sensoriais de modo a otimizar a aceitação do produto no mercado.

De forma geral, os resultados até aqui obtidos são relevantes e apontam para a viabilidade da elaboração do produto. Esta pesquisa deve ser continuada por outros estudantes relacionados à linha de pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho confirma a viabilidade de um produto lácteo tipo *bubble tea* à base de iogurte, pois demonstra possibilidade de fermentação do leite por meio de bactérias ácido-láticas encapsuladas em alginato, pectina e cloreto de cálcio, sem que as cápsulas prejudiquem o processo.

Foram obtidas esferas com diâmetro médio igual a 4,95mm, com desvio padrão de 0,567 e, após ajustes de vazão no equipamento, conseguiu-se obter cápsulas de boa esfericidade.

O estudo fornece dados sobre as tendências gerais e padrões de consumo de 217 pessoas anônimas, mostrando que dos entrevistados, 60% não consumiu, mas possui interesse em experimentar um *bubble tea* e 84% possui interesse em consumir um produto tipo *bubble tea* à base de iogurte.

A viabilidade do produto fornece uma alternativa para tornar o consumo de produtos saudáveis mais natural e apelativo para as pessoas que precisam dos efeitos probióticos do iogurte. Além disso, o protótipo fornece uma maneira diferenciada de produção de *bubble teas*.

Os dados obtidos pelo trabalho podem auxiliar potenciais consumidores e donos de franquias de *bubble tea*, pois fornece um panorama geral sobre o setor de bebidas, especialmente o setor de bebidas saudáveis como o iogurte e o *bubble tea*.

Apesar disso, o protótipo ainda possui muitas oportunidades de melhoria, como aumentar o diâmetro das esferas de modo a fornecer uma sensação de liberação de sabor de forma explosiva; utilizar de corantes para gerar um contraste de cores entre as esferas e o iogurte; e realizar um teste sensorial de forma a avaliar as percepções dos consumidores sobre o produto.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, M. B. **Manual de produção de iogurtes**. Embrapa Agroindústria de Alimentos, 1995.

ANVISA. **Aprova o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e ou de Saúde**. Resolução Rdc Nº 2, de 07 de janeiro de 2002. Disponível em: <<https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjI1Mw%2C%2C>>. Acesso em: 14 maio 2019.

ARSHADY, R. **Microcapsules for food**. Journal of Microencapsulation, v. 10, n. 4, 1993.

BATTCKOCK, M. **Fermented fruits and vegetables: a global perspective**. Food & Agriculture Org., 1998.

BAYARAA, A. **A study of consumer's perception of foreign products: the case of mongolian bubble tea market**. Tese de Doutorado. National University of Kaohsiung, 2020.

BRACCINI, I.; PÉREZ, S. **Molecular Basis of Ca²⁺-Induced Gelation in Alginates and Pectins: The Egg-Box Model Revisited**. Biomacromolecules, v. 2, n. 4, 2001.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007 Adota o Regulamento técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados**. Diário Oficial da União, 2007. Disponível em: <<http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/instruÇÃo-normativa-nº-46-de-23-de-outubro-de-2007.pdf>>. Acesso em: 2 mai. 2019.

BUBBLE MIX TEA. **Instagram**. 2021. Disponível em: <https://instagram.com/bubblemixtea?utm_medium=copy_link>. Acesso em: 20 mai. 2021.

BUBBLEKILL. **Nossas unidades**. 2019. Disponível em: <<https://www.bubblekill.com.br/>>. Acesso em: 20 mai. 2021.

BURTON, J.P.; CHANYI, R.M.; SCHULTZ, M. **Common Organisms and Probiotics: Streptococcus thermophilus (Streptococcus salivarius subsp. thermophilus)**. The Microbiota In Gastrointestinal Pathophysiology, 2017.

CERVIERI JÚNIOR, O. **Panoramas setoriais 2030: desafios e oportunidades para o Brasil**. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, p. [69]-78, 2017.

CHÁVARRI, María et al. **Microencapsulation of a probiotic and prebiotic in alginate-chitosan capsules improves survival in simulated gastro-intestinal conditions**. International journal of food microbiology, v. 142, n. 1-2, 2010.

COURTIN, P.; RUL, F. **Interactions between microorganisms in a simple ecosystem: yogurt bacteria as a study model**. Le Lait, v. 84, n. 1-2, 2004.

DE BRABANDERE, A. G.; DE BAERDEMAEKER, J. G. **Effects of process conditions on the pH development during yogurt fermentation**. Journal of Food Engineering, v. 41, n. 3-4, 1999.

FAVARO-TRINDADE, C. S.; PINHO, S. C.; ROCHA, G. A. **Revisão: Microencapsulação de ingredientes alimentícios**. Brazilian Journal of Food Technology, v. 11, n. 2, 2008.

FUNDUEANU, G. et al. **Physico-chemical characterization of Ca-alginate microparticles produced with different methods**. Biomaterials, v. 20, n. 15, 1999.

IBGE. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação**. 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>>. Acesso em: 20 mai. 2021.

JACKSON, L. S.; LEE, K. **Microencapsulation and the food industry**. *Lebensm. Wiss. Technol*, v. 24, n. 4, 1991.

LANÇANOVA, Daiane et al. **Elaboração de uma nova bebida a base de chá mate e néctar de jabuticaba, adicionada de néctar esferificado**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal da Fronteira Sul, 2014.

LAWTER, J. R.; LANZILOTTI, M. G. **Silicone-hardened pharmaceutical microcapsules**. U.S. Patent n. 5,143,661, 1 set. 1992.

LIU, Y.; CHENG, H.; WU, D. **Preparation of the Orange Flavoured “Boba” Ball in Milk Tea and Its Shelf-Life**. *Applied Sciences*, v. 11, n. 1, p. 200, 2021.

LOTFIPOUR, F; MIRZAEI, S.; MAGHSOODI, M. **Evaluation of the effect of CaCl₂ and alginate concentrations and hardening time on the characteristics of Lactobacillus acidophilus loaded alginate beads using response surface analysis**. *Advanced pharmaceutical bulletin*, v. 2, n. 1, p. 71, 2012.

MILKPOINT. **Consumo de lácteos na pandemia, estudo da Embrapa**. 2020. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/colunas/kennya-siqueira/consumo-de-lacteos-na-pandemia-estudo-da-embrapa-219327//>>. Acesso em: 20 mai. 2021.

MORTAZAVIAN, A. M. et al. **Effect of microencapsulation of probiotic bacteria with calcium alginate on cell stability during the refrigerated storage period in the Iranian yogurt drink (Doogh)**. *Milchwissenschaft*, v. 63, n. 3, 2008.

NEISH, A. S. **Probiotics of the Acidophilus Group: Lactobacillus acidophilus, delbrueckii subsp. bulgaricus and johnsonii.** In: The Microbiota in Gastrointestinal Pathophysiology. Academic Press, 2017.

NELSON, G. **Application of microencapsulation in textiles.** *International journal of pharmaceutics*, v. 242, n. 1-2, 2002

RÉ, M. I. **MICROENCAPSULATION BY SPRAY DRYING.** *Drying Technology*, v. 16, n. 6, p.1195-1236, jan. 1998.

RIBEIRO, M. C. E. **Produção e caracterização de iogurte probiótico batido adicionado de Lactobacillus acidophilus livre e encapsulado.** Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Unicamp, Campinas, 2011.

RIBEIRO, M. C. E. et al. **Effect of microencapsulation of Lactobacillus acidophilus LA-5 on physicochemical, sensory and microbiological characteristics of stirred probiotic yoghurt.** *Food Research International*, v. 66, 2014.

SACCARO, D. M. **Efeito da associação de culturas iniciadoras e probióticas na acidificação, textura e viabilidade em leite fermentado.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2008.

SALMINEN, S.; VON WRIGHT, A. **Lactic acid bacteria: microbiological and functional aspects.** CRC Press, 2004.

SHAHIDI, F.; HAN, X. **Encapsulation of food ingredients.** *Critical Reviews In Food Science And Nutrition*, v. 33, n. 6, jan. 1993.

SHARMA, E. **Evaluating the Effect of Dietary Fiber Arabinogalactan on the Rheological and Textural Properties of Nonfat Set-type Yogurt.** Tese de Doutorado. University of Wisconsin--Stout., 2012.

SOULT, A. **Lactic Acid Fermentation**. 2019. Disponível em: <[https://chem.libretexts.org/Courses/University_of_Kentucky/UK%3A_CHE_103_-_Chemistry_for_Allied_Health_\(Soult\)/Chapters/Chapter_15%3A_Metabolic_Cycles/15.3%3A_Lactic_Acid_Fermentation](https://chem.libretexts.org/Courses/University_of_Kentucky/UK%3A_CHE_103_-_Chemistry_for_Allied_Health_(Soult)/Chapters/Chapter_15%3A_Metabolic_Cycles/15.3%3A_Lactic_Acid_Fermentation)>. Acesso em: 2 mai. 2019.

TAMIME, A. Y.; DEETH, H. C. **Yogurt: technology and biochemistry**. Journal of food protection, v. 43, n. 12, p. 939-977, 1980.

TEIXEIRA JÚNIOR, Job Rodrigues; CERVIERI JÚNIOR, Osmar; GALINARI, Rangel. **Perspectivas do investimento 2015-2018 e panoramas setoriais**. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, p. 39-45, 2014.

TRIPATHI, M. K.; GIRI, S. K. **Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage**. Journal of functional foods, v. 9, 2014.

VEJA SP. **O sucesso do Bubblekill, que abriu setenta pontos em menos de dois anos**. 2021. Disponível em: <<https://vejasp.abril.com.br/consumo/bubblekill-expansao/>>. Acesso em: 20 mai. 2021.

WU, J et al. **What Makes Bubble Tea Popular? Interaction between Chinese and British Tea Culture**. The Frontiers of Society, Science and Technology, v. 2, n. 16, 2020

VEJA SP. **O sucesso do Bubblekill, que abriu setenta pontos em menos de dois anos**. 2021. Disponível em: <<https://vejasp.abril.com.br/consumo/bubblekill-expansao/>>. Acesso em: 20 mai. 2021.