

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MINAS GERAIS - *CAMPUS* BAMBUÍ
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Thamiris Delabrida Silva

**DESENVOLVIMENTO DE CÁPSULAS DE ALGINATO PARA
APLICAÇÃO EM PRODUTO LÁCTEO**

BAMBUÍ
2023

THAMIRIS DELABRIDA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE CÁPSULAS DE ALGINATO PARA
APLICAÇÃO EM PRODUTO LÁCTEO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso Bacharelado em Engenharia de Alimentos do Instituto Federal de Minas Gerais - Campus Bambuí, para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Professora Dra. Sônia de Oliveira Duque Paciulli

BAMBUÍ
2023

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

S586d Silva, Thamiris Delabrida.
Desenvolvimento de cápsulas de alginato de cálcio para aplicação em produto lácteo. / Thamiris Delabrida Silva. – 2024.
34 f.; il.: color.

Orientadora: Sônia de Oliveira Duque.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Bacharelado em Engenharia de Alimentos, 2024.

1. Encapsulação. 2. Iogurte. 3. Novos produtos. I. Duque, Sônia de Oliveira. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 637.1476

Elaborada por Douglas Bernardes de Castro- CRB-6/2802



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Bambuí
Diretoria de Ensino
Departamento de Ciências Agrárias
Faz. Varginha - Rodovia Bambuí/Medeiros - Km 05 - Caixa Postal 05 - CEP 38900-000 - Bambuí - MG
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

THAMIRIS DELABRIDA SILVA

DESENVOLVIMENTO DE CÁPSULAS DE ALGINATO PARA APLICAÇÃO EM PRODUTO LÁCTEO

Trabalho
de
conclusão
de
curso
apresenta
ao
Curso
Bacharelado
em Engenharia
de
Alimento
do
Instituto
Federal
de
Minas
Gerais
-
Campus
Bambuí
para
obtenção
do
grau
de
bacharel
em
Engenharia
de
Alimento

Aprovado em: 16/08/2024 pela banca examinadora:

Prof.^a Dr.^a Sônia de Oliveira Duque Paciulli - "IFMG-Campus Bambuí" (Orientadora)

Prof.^a Dr.^a Clara Suprani Marques - "IFMG" (Co-orientadora)

Prof. Jonas Guimarães e Silva- "IFMG-Campus Bambuí"

Prof. Dr.^o Rogério Amaro Gonçalves - "IFMG-Campus Bambuí"

Bambuí, 22 de agosto de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Sônia de Oliveira Duque Paciulli, Professor**, em 22/08/2024, às 22:05, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Clara Suprani Marques, Usuário Externo**, em 23/08/2024, às 08:57, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Rogério Amaro Gonçalves, Professor**, em 23/08/2024, às 10:07, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Jonas Guimaraes E Silva, Professor**, em 24/08/2024, às 21:09, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2013975** e o código CRC **07A2A3DE**.

23209.002906/2023-22

2013975v1

RESUMO

Na indústria alimentícia atual, encontrar alimentos verdadeiramente probióticos pode ser um desafio, uma vez que muitos produtos são comercializados com alegações enganosas em seus rótulos e não possuem a quantidade adequada de microrganismos. De acordo com a legislação, leites fermentados devem conter no mínimo 10^7 unidades formadoras de colônias por grama (UFC/g) de microrganismos viáveis. Este estudo teve como objetivo produzir um iogurte enriquecido com microrganismos probióticos *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* utilizando cápsulas de alginato de cálcio, derivadas de polpas de frutas. Diversas polpas foram testadas, visto que o pH e a viscosidade influenciam na formação das cápsulas. As cápsulas foram preparadas pelo método de extrusão, que envolve o gotejamento da dispersão de alginato de sódio em uma dispersão de lactato de cálcio, resultando na formação imediata das cápsulas. A polpa de morango mostrou-se a mais eficaz em termos de esferificação e aceitabilidade sensorial, sendo escolhida para o experimento final. No entanto, a contagem de células viáveis nas cápsulas ficou abaixo do esperado. Após 5 dias de armazenamento, houve uma diminuição no número de microrganismos, alcançando um valor de $7,5 \times 10^3$ UFC/g. A alta concentração de açúcar na polpa de morango pode ter sido um fator limitante, já que meios com alto teor de açúcar podem dificultar a sobrevivência dos microrganismos. Sugere-se realizar futuros testes produzindo as cápsulas com leite, podendo fornecer lactose aos microrganismos, avaliando o nível de crescimento e viabilidade ao longo do tempo, visando atingir o número ideal de microrganismos exigido pela legislação.

Palavras-chave: Encapsulação, iogurte, esferificação, lactato de cálcio, novos produtos.

ABSTRACT

In the current food industry, finding truly probiotic foods can be a challenge, as many products are marketed with misleading claims on their labels and do not contain the adequate amount of microorganisms. According to legislation, fermented milks must contain at least 10^7 colony-forming units per gram (CFU/g) of viable microorganisms. This study aimed to produce yogurt enriched with the probiotic microorganisms *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* using calcium alginate capsules derived from fruit pulps. Various pulps were tested, as pH and viscosity influence capsule formation. The capsules were prepared by the extrusion method, which involves dripping the sodium alginate dispersion into a calcium lactate dispersion, resulting in the immediate formation of capsules. Strawberry pulp proved to be the most effective in terms of spherification and sensory acceptability, and was chosen for the final experiment. However, the viable cell count in the capsules was below expectations. After 5 days of storage, there was a decrease in the number of microorganisms, reaching a value of $7,5 \times 10^3$ CFU/g. The high sugar concentration in the strawberry pulp may have been a limiting factor, as media with high sugar content can hinder the survival of microorganisms. It is suggested to conduct future tests producing the capsules with milk, which can provide lactose to the microorganisms, evaluating the growth and viability levels over time, aiming to reach the ideal number of microorganisms required by legislation.

Key words: Encapsulation, yogurt, spherification, calcium lactate, new products.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado força e sabedoria para chegar até aqui. Aos meus pais que, debaixo de chuva e sol, fizeram-me caminhar na sombra.

A minha coorientadora Professora Dra. Clara, por compartilhar sua sabedoria e se mostrar disponível por todo caminho. Foi luz!

A minha orientadora Professora Dra. Sônia por todo suporte e ensinamentos.

Aos meus colegas, que me ajudaram por todo o caminho. Em especial, minha amiga Brenda, pelo suporte emocional sempre, por compartilhar das mesmas dores e alegrias ao longo dessa jornada.

À instituição, pela oportunidade, e a todos os professores que, ao longo do caminho, compartilharam seus conhecimentos e experiências que me ajudaram durante o curso.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram para minha formação e com a construção deste trabalho.

"O coração do ser humano traça o seu caminho, mas o Senhor lhe dirige os passos."

Provérbios 16:9

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	09
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1	Alimentos probióticos e prebióticos.....	11
2.2	Iogurte.....	12
2.3	Encapsulação.....	14
2.4	Bubble Tea.....	17
3	METODOLOGIA.....	18
3.1	Materiais.....	18
3.2	Testes de polpa e pH.....	19
3.3	Contagem de células do iogurte.....	19
3.4	Teste de aparência das cápsulas de acordo com a viscosidade da polpa e diâmetro do gotejador.....	20
3.5	Preparo da dispersão de lactato de cálcio.....	20
3.6	Preparo da dispersão com alginato de sódio adicionado de micro-organismos.....	20
3.7	Preparo das cápsulas de alginato de cálcio.....	20
3.8	Contagem de células das cápsulas de alginato de cálcio ao longo do tempo.....	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	22
4.1	Teste de aparência das cápsulas.....	22
4.2	Testes de polpa e pH.....	23
4.3	Contagem de células.....	26
4.4	Contagem de células nas cápsulas de alginato de cálcio.....	26
4.5	Adição das cápsulas ao iogurte.....	27
4.6	Produto final.....	27
5	CONCLUSÃO.....	27
6	PRODUTOS GERADOS REFERENTES AO TCC.....	28
7	REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

O iogurte, um alimento apreciado por muitos, vai além de seu sabor refrescante e textura cremosa. Além de ser uma fonte rica em nutrientes, este produto também pode ser considerado um alimento probiótico, oferecendo benefícios significativos à saúde do consumidor devido à presença de microrganismos benéficos para o organismo humano.

No Brasil, o mercado de alimentos funcionais vem ganhando destaque, representando cerca de 15% do mercado total de alimentos e experimentando um crescimento anual de aproximadamente 20% (DA SILVA FILHO, 2018). No entanto, na indústria alimentícia, encontrar alimentos genuinamente probióticos pode ser um desafio, uma vez que muitos produtos são comercializados com alegações enganosas e não cumprem com a concentração mínima de microrganismos necessária para promover benefícios à saúde.

Para leites fermentados com alegação funcional, por exemplo, espera-se que o produto contenha um número mínimo de células viáveis de culturas probióticas de 10^7 unidades formadoras de colônias (UFC) por grama de produto, de acordo com a Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Contudo, é comum encontrar produtos no mercado que não apresentam comprovação de atividade funcional, o que pode resultar em falta de confiança por parte dos consumidores e penalidades por parte de órgãos fiscalizadores.

Em um estudo realizado (Da Silva Filho, 2018), foi analisada a publicidade de diversos produtos com alegações funcionais, incluindo probióticos. Constatou-se que 83,3% das propagandas estavam em desacordo com as regulamentações estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), enquanto apenas 16,7% estavam em conformidade. A disseminação distorcida dessas alegações é proibida pelo Código de Defesa do Consumidor, uma vez que pode levar o consumidor ao erro, além de poder impulsionar o consumo desmedido e imprudente desses alimentos.

O artigo 37, do Código de Defesa do Consumidor, regulamenta:

Art. 37. É proibida toda publicidade enganosa ou abusiva.

§ 1º É enganosa qualquer modalidade de informação ou comunicação de caráter publicitário, inteira ou parcialmente falsa, ou, por qualquer outro modo, mesmo por omissão, capaz de induzir em erro o consumidor a respeito da natureza, características, qualidade, quantidade, propriedades, origem, preço e quaisquer outros dados sobre produtos e serviços.

§ 2º É abusiva, dentre outras, a publicidade discriminatória de qualquer natureza, a que incite a violência, explore o medo ou a superstição, se aproveite da deficiência de julgamento e experiência da criança, desrespeite valores ambientais, ou que seja capaz de induzir o consumidor a se comportar de forma prejudicial ou perigosa à sua saúde ou segurança.

§ 3º Para os efeitos deste código, a publicidade é enganosa por omissão quando deixar de informar sobre dado essencial do produto ou serviço.

Uma vez que o mercado de produtos com alegações funcionais experimenta constante crescimento justificado pelo interesse dos consumidores, são pensadas estratégias inovadoras, visando a obtenção de produtos que atendam tanto aos requisitos da legislação vigente quanto aos requisitos subjetivos relacionados à escolha do consumidor. Uma dessas estratégias é o encapsulamento.

Estudos recentes (Menezes, 2013) mostram que a técnica de encapsulamento com sistema cálcio-alginato oferece uma proteção efetiva para as culturas celulares, resultando em um aumento significativo da sobrevivência das bactérias em diversas condições, em comparação com as culturas não encapsuladas. Esses estudos também demonstram que a viabilidade das culturas microencapsuladas em um ambiente simulado de fluido gástrico aumenta de acordo com o tamanho das cápsulas utilizadas. A abordagem de encapsulação é particularmente vantajosa na fabricação de produtos lácteos fermentados, pois confere maior estabilidade durante o armazenamento do produto.

Outro mercado que também apresentou um crescimento interessante nos últimos anos foi o mercado de Bubble Tea (chá de bolhas). Com suas bolhas grandes, saborosas e de aparência chamativa, o Bubble Tea tornou-se uma inspiração para este trabalho, despertando interesse e curiosidade sobre suas características.

Embora o corpo humano necessite de uma variedade de componentes essenciais para manter sua integridade estrutural e funcional, é fato que a grande maioria das pessoas tende a consumir alimentos e bebidas de acordo com suas preferências individuais. Nesse contexto, o sabor é um fator determinante na aceitação e satisfação alimentar, influenciando diretamente as preferências e os hábitos alimentares das pessoas (SALGADO; ALMEIDA, 2009).

Visto toda a inovação na área, propriedades da encapsulação com alginato e a importância de um alimento ter sua atividade funcional comprovada, o objetivo deste trabalho será desenvolver um iogurte incorporado com cápsulas de alginato de cálcio contendo polpa de morango e microrganismos *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* em quantidade mínima suficiente para permitir sua alegação funcional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Alimentos probióticos e prebióticos

O conceito de alimentos funcionais é baseado na incorporação de ingredientes com componentes ativos (prebióticos e probióticos) em algum produto, atuando no controle de funções metabólicas e fisiológicas no organismo, gerando benefícios à saúde do consumidor (LADISLAU, 2017). A grande oferta desses produtos é ligada a muitas pesquisas científicas, já que, no Brasil, todo produto que possui algum apelo nutricional deve ser aprovado pela Agência Nacional de Saúde (Anvisa), além de ter sua funcionalidade comprovada por pesquisas científicas com seres humanos (SEMINÁRIO, 2008).

Prebióticos são as partes não digeríveis dos alimentos que apresentam benefícios para o consumidor por estimular seletivamente o crescimento ou a atividade de bactérias probióticas na microbiota intestinal (LADISLAU, 2017). Probióticos, por sua vez, são microrganismos vivos que fornecem benefícios à saúde no hospedeiro alvo, quando manipulados em certas quantidades (SANDERS, 2003).

As culturas probióticas são suplementos alimentares que trazem benefícios diante do seu consumo, melhorando o equilíbrio intestinal, podendo reduzir a intolerância à lactose, conter infecções intestinais, diminuir a propensão de alguns carcinomas além de melhorar o flavor e a qualidade nutricional dos alimentos feitos a partir dessas culturas (ALVES, 2009).

Cultura láctica também significa fermento, inóculo ou cultura "starter". São micro-organismos saprófitos, ativos, geralmente usados para desenvolver produtos fermentados lácteos, tendo por função incorporar os microrganismos no produto a fim de que possam crescer e fazer as devidas modificações. As culturas são compostas por uma estirpe de uma espécie bacteriana, ou reunindo várias estirpes, sendo chamadas respectivamente de cultura simples e mista. As culturas lácticas usadas para a fabricação do iogurte são compostas por bactérias do tipo *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (FERREIRA, 2005).

Streptococcus thermophilus são cocos Gram-positivos de diâmetro menor que 1 µm, que formam cadeias, microaerófilos, e produtores de L-lactato, acetaldeído e diacetil por meio do consumo de lactose. Têm temperatura ótima de crescimento de 37

°C, porém a maior parte das cepas pode se multiplicar até a 50 °C, sendo termodúricos, ou seja, podem sobreviver à pasteurização (SANTOS, 2019).

Lactobacillus bulgaricus são bacilos Gram-positivos, podendo aparecer em cadeias curtas ou individualmente, e através da lactose do leite produzem D-lactato e acetaldeído. A maioria das cepas multiplica-se entre 50 °C e 55 °C, enquanto se multiplicam muito lentamente abaixo de 10 °C (SANTOS, 2019).

As bactérias *S. thermophilus* e *L. bulgaricus* têm efeito simbiótico, ou seja, são mutuamente úteis. Dessa forma, quando coexistem no alimento, *Streptococcus* têm seu crescimento primeiro, proporcionando redução do pH. Em seguida, há o crescimento do *Lactobacillus*, promovendo o desdobramento de uma parte da caseína, fornecendo ao meio aminoácidos essenciais para o crescimento de *Streptococcus* (FERREIRA, 2005).

2.2 Iogurte

O leite fermentado é consumido desde a antiguidade, principalmente em alguns países orientais e na Europa Central, e se expandiu para os países ocidentais desde o início do século XX (MAHAUT, 2004; RAMOS, 2013).

Uma característica comum de todos os leites fermentados é que são adquiridos através do desenvolvimento de uma microbiota que, por sua vez, consiste de probióticos que podem produzir prebióticos metabólicos ou de origem láctea, degradando os componentes do leite. Esses microrganismos são conhecidos também como culturas "starters". As características de cada tipo diferente de leite fermentado devem-se a: variações na composição do leite; temperatura de incubação; natureza dos microrganismos, ácido láctico ou outros (MAHAUT, 2004).

Antes da utilização intencional de culturas "starters", os produtos fermentados eram obtidos pela fermentação natural, por meio de microrganismos vindos do solo e de plantas, que se faziam presentes nos recipientes onde o leite era armazenado. Esses recipientes contaminados provocavam o mesmo tipo de fermentação sempre que neles era armazenada a bebida (FERREIRA, 2005).

O iogurte é um produto fermentado lácteo, ácido, feito a partir de culturas contendo *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*. Geralmente, a proporção utilizada é de 1:1 de *S. thermophilus* para *L. bulgaricus*, mas também pode se utilizar 2:1, 3:1, 3:2, desde que a cultura tenha igual

ou maior quantidade de *S. thermophilus* do que *L. bulgaricus*. Contudo, nada impede que possa conter outras bactérias, como o *Lactobacillus acidophilus*, sendo adicionado depois do produto pronto, durante o seu resfriamento (FERREIRA, 2005. BESSA; SILVA, 2008).

Nos países ocidentais, o consumo de iogurte foi difundido devido à orientação médica, em função do seu valor terapêutico. Hoje, o produto, continua com sua característica dietética, sendo consumido como sobremesa, para complementar refeições ou até mesmo por prazer, já que tem apresentação, sabor e aspecto agradáveis, e também por seu valor nutritivo (FERREIRA, 2005).

As principais etapas de fabricação do iogurte são: recepção do leite, padronização, homogeneização, tratamento térmico, resfriamento à temperatura de inoculação, inoculação, fermentação e coagulação, resfriamento, embalagem e armazenamento (RIBEIRO, 2011).

Leite mastítico, leite rançoso, presença de antibióticos, presença de bactericidas, tratamento térmico do leite, temperatura de crescimento, presença de ar e presença de bacteriófago são alguns fatores que podem causar a inibição de uma cultura láctica, sendo assim de grande importância a boa seleção e manipulação do leite a ser utilizado (FERREIRA, 2005).

O tratamento térmico do leite para a produção pode ser feito em diferentes temperaturas. A escolha do binômio tempo-temperatura irá depender de vários fatores. Além de eliminar microrganismos patogênicos e indesejáveis, o tratamento térmico também pode alterar as propriedades físico-químicas do leite, as quais são importantes na fabricação do iogurte (RIBEIRO, 2011).

O leite é resfriado até a temperatura de incubação das culturas, geralmente entre 40 e 45°C, sendo a temperatura ótima para a proliferação da cultura mista (SANTOS, 2018; RIBEIRO, 2011). Após a coagulação, deve-se ainda resfriar mais o produto, tendo por objetivo o controle da atividade metabólica das culturas bacterianas e suas enzimas. O resfriamento do coágulo começa assim que o produto atinge a acidez desejável, aproximadamente em pH 4,6 ou 0,9% de ácido láctico. A temperatura deve diminuir de 45 °C para menor que 10 °C, para controlar a acidez do produto final (RIBEIRO, 2011).

Os iogurtes têm três tipos de classificação de acordo com sua textura, que são iogurte de massa firme, de massa batida e textura líquida, conhecidos

respectivamente como iogurte tradicional, batido e líquido. O iogurte saborizado pode envolver a adição de polpa ou pedaços de frutas como também a adição de corantes, extratos aromáticos e flavorizantes (FERREIRA, 2005).

2.3 Encapsulação

Na indústria de alimentos, a encapsulação é utilizada para muitas finalidades, como estabilização do material encapsulado, controle de reações oxidativas, mascarar sabores, odores ou cores indesejáveis, aumentar a vida de prateleira e conservar compostos nutricionais. Além disso, pode ser considerada uma ferramenta diferencial na proteção de bactérias probióticas adicionadas em alimentos (LADISLAU, 2017).

Dentre os materiais que podem ser encapsulados para uso na indústria de alimentos incluem-se microrganismos, vitaminas, gases, corantes, ácidos, sais, bases, aminoácidos, óleos essenciais e enzimas. Os microrganismos têm sido encapsulados para aumentar a sua estabilidade e conseguir manter a viabilidade da cultura durante o armazenamento do produto. (FAVARO-TRINDADE; PINHO; ROCHA, 2008).

Segundo Ladislau (2017), o processo de encapsulação é um empacotamento de materiais sólidos, líquidos ou gasosos em cápsulas, que liberam o seu conteúdo em condições específicas. O material externo é chamado de agente encapsulante (ou material de parede) e o ingrediente interno é chamado de material ativo.

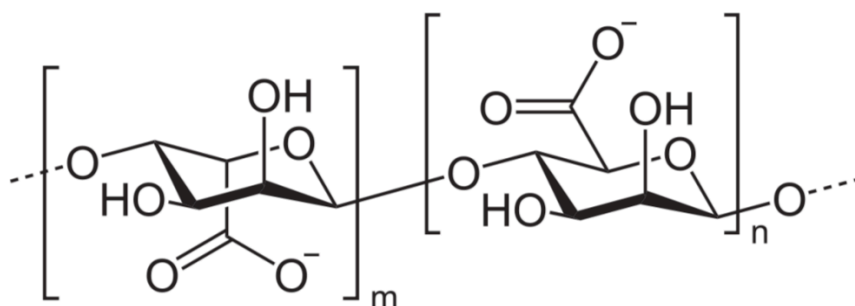
Existem diversas técnicas para a encapsulação de probióticos, e sua escolha dependente da finalidade que será dada à cápsula, do tamanho desejado, do mecanismo de liberação e das propriedades biológicas e físico-químicas da cultura e do agente encapsulante (LADISLAU, 2017).

Segundo Favaro-Trindade, Pinho e Rocha (2008), materiais como goma arábica, ágar, alginato, amido (modificado ou não), dextrinas, celulose (e seus derivados), bem como proteínas e materiais inorgânicos podem ser usados como encapsulantes.

O alginato é um polímero extraído de algas marrons e pertence à família dos polissacarídeos lineares não ramificados, constituídos por dois monômeros, o ácido β -D-Maurônico e ácido α -L-Gulurônico, ligados linearmente por ligações glicosídicas $\alpha(1,4)$ (LADISLAU, 2017). A sua descoberta em algas marrons deu-se no final do século XIX, o que tornou um produto de grande importância comercial, atingindo de 40

a 60% de peso seco. (SCHAFRANSKI, 2019). A estrutura do alginato pode ser verificada na Figura 1.

Figura 1 - Estrutura do Alginato.

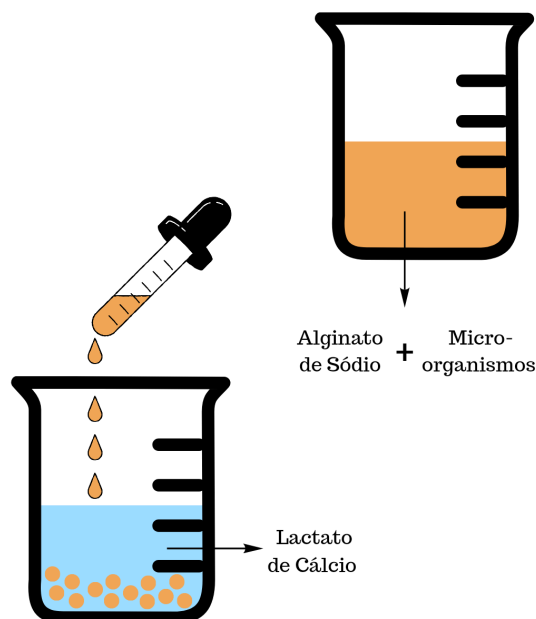


Fonte: SCHAFRANSKI, 2019.

O alginato de cálcio é considerado um dos polímeros que têm maior potencial para aplicação na encapsulação de probióticos em razão da sua capacidade de formar uma matriz altamente versátil, biocompatível e sem toxicidade. Estudos demonstram que o encapsulamento com alginato de cálcio protege efetivamente as culturas celulares, prolongando a sobrevivência de microrganismos em diferentes condições de armazenamento em comparação com a forma livre (LADISLAU, 2017).

O método clássico de encapsulação com o alginato de cálcio é a técnica de extrusão. O processo é instantâneo e ocorre quando uma solução de alginato de sódio na presença de cátions divalentes de cálcio, precipita formando alginato de cálcio, com posterior gelificação gradual. O tamanho das cápsulas resultantes irá depender da viscosidade da solução de alginato, do diâmetro do orifício através do qual o alginato de sódio é injetado na solução contendo cálcio e da distância entre a saída da solução de alginato de sódio e a solução geleificante. (LADISLAU, 2017). Na Figura 2, é possível visualizar um esquema ilustrando a obtenção de cápsulas de alginato por meio da técnica descrita.

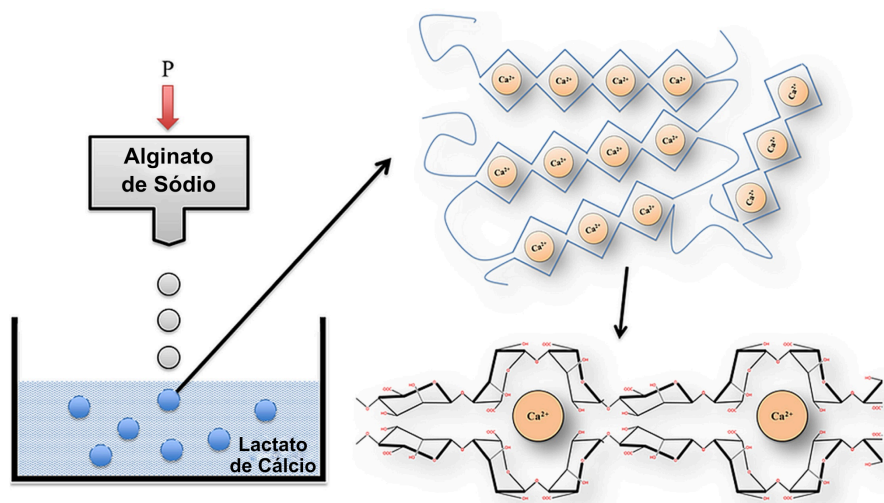
Figura 2 - Esquema da encapsulação de microrganismos em alginato de cálcio



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

As partículas se solidificam imediatamente a partir da face exterior, onde ocorre a reação dos íons divalentes com as cadeias de biopolímeros carregados negativamente, formando estruturas tridimensionais firmes, com alta concentração de água, difundindo-se ao centro da partícula, fornecendo um meio propício à reticulação de fora para dentro, que pode conter níveis satisfatórios do ativo encapsulado e partículas de formas e tamanhos distintos. Os íons cálcio ficam posicionados dentro das cavidades eletronegativas, semelhante a ovos dentro de uma caixa de ovos, a partir daí surgiu o termo modelo “caixa de ovo” ou “*egg-box*” (Figura 3). Após o processo de gelificação iônica do alginato de sódio, este passa a ser denominado alginato de cálcio (SCHAFRANSKI, 2019; DALPONTE, 2016).

Figura 3 - Processo de gelificação iônica do alginato de sódio



Fonte: Adaptado de PAREDES JUAREZ *et al*, 2014.

A Resolução de Diretoria Colegiada – RDC N° 45, de 3 de novembro de 2010, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), descreve o alginato de cálcio de acordo com sua classe funcional como um estabilizante, emulsificante, gelificante, espessante e antiespumante, sendo um aditivo autorizado para uso diante das Boas Práticas de Fabricação (BPF), sem especificação ou limitação de ingestão diária aceitável (IDA), liberado o uso da quantidade suficiente para obter o efeito tecnológico desejado, desde que não altere a identidade do alimento (BRASIL, 2010).

2.4 “Bubble Tea”

Como bebida inovadora, o “Bubble Tea”, feito com chá, leite, açúcar e bolas de tapioca, foi bem recebido por consumidores do mundo todo, tornando-se popular da noite para o dia. Devido a essa popularidade, o produto tem sido objeto de muitos estudos e da mídia ao longo dos últimos anos. Também conhecido como chá de bolhas, teve origem em Taichung, Taiwan, na década de 1980 (WU, 2020). O tamanho do mercado global de “Bubble Tea” atingiu um valor de quase US\$2,02 bilhões em 2019 e está projetado para atingir US\$3,39 bilhões até 2027. Embora o “Bubble Tea” já tenha começado a ganhar popularidade na Ásia na década de 1990, poucas pessoas o compram por falta de variedade (KOAY; CHEAH, 2023).

Em um período de 30 anos, o “Bubble Tea” se espalhou pelo mundo. Sua origem se deu em meados de 1987, quando Lin Xiuhui, gerente de uma loja de sobremesas taiwanesa chamada Chunshuitang, jogou acidentalmente bolas de tapioca

em chá com leite. Percebendo que a descoberta acidental tinha um sabor interessante, passou a comercializá-la. A partir daí, o “Bubble Tea” entrou oficialmente em existência (KOAY; CHEAH, 2023).

Suzhi Gao é CEO e presidente da rede Bubblekill. Nasceu na China e era um grande fã da bebida, morou na Áustria, Holanda e Alemanha até que se mudou para o Brasil. Apaixonado pelo clima tropical, observou uma grande oportunidade de trazer um pouco da sua cultura e, em 2013, escolheu o Brasil para a implementação da primeira casa Bubblekill, que hoje já tem milhões de seguidores apaixonados pela bebida (BUBBLEKILL, 2023).

Figura 4 - Chá de bolhas da rede Bubblekill.



Fonte: BUBBLEKILL, 2023.

3 METODOLOGIA

3.1 Materiais

Para a realização deste trabalho, foram utilizados cultura lática proveniente da empresa Chr Hansen, contendo *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*, polpa de morango e iogurte natural adoçado, todos cedidos em quantidades necessárias pelo laticínio do Instituto Federal de Minas Gerais - Campus Bambuí (IFMG).

O alginato de sódio e o lactato de cálcio foram adquiridos da empresa Alquimia Gastronomy.

O meio de cultura para bactérias lácticas MRS e Peptona foram cedidos pelos laboratórios de microbiologia e análise de água e leite do IFMG.

3.2 Testes de polpas e pH

Foram testadas diversas polpas *in natura*, incluindo manga, uva, melancia e maracujá, além de xarope de melancia, suco de uva integral, água com açúcar e corantes, cobertura para sorvetes e polpa adoçada de morango. Segundo Raphaël Haumont (2010), quando o pH é inferior a 4, os alginatos se gelificam espontaneamente, formando ácido algínico. Isso torna impossível a gelificação com cálcio e a formação das cápsulas. Portanto, foi realizada a leitura em pHmetro do pH de cada amostra para verificarmos a viabilidade de formação de cápsulas.

3.3 Contagem de células no iogurte *in natura* e fermento puro

Para efetuar a contagem total de bactérias lácticas em produtos lácteos fermentados, recomenda-se a técnica de plaqueamento por profundidade, com ágar MRS seguido de incubação a 37°C por 72 horas (SILVA Neusely, 2010). Para assegurar condições microaerófilas, optamos pelo método de sobrecamada.

No processo de preparação das diluições, foi utilizada solução peptonada a 0,1% (m/v) e meio de cultura MRS. Os tubos de diluição incluíram concentrações de 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴, 10⁻⁵, 10⁻⁶ e 10⁻⁷. A diluição inicial (10⁻¹) foi preparada homogeneizando 25 g de iogurte com 225 ml de solução peptonada. A diluição 10⁻² foi preparada retirando-se 1 ml da diluição 10⁻¹ e adicionado-a em um tubo com 9 ml de solução peptonada. O preparo da diluição 10⁻³ foi feito a partir de 1 ml da diluição 10⁻², e assim sucessivamente. Ao final, as diluições foram plaqueadas em ágar MRS (com sobrecamada), e as placas de Petri foram incubadas a 37 °C por 72 h. Para a determinação da contagem de bactérias lácticas no fermento, procedeu-se de forma similar, sendo a diluição 10⁻¹ preparada a partir de 1 ml de fermento e 9 ml de solução peptonada. Após a incubação, as colônias foram contadas com o auxílio de um contador de colônias, e o resultado foi expresso em UFC/g ou /ml de produto.

3.4 Teste de aparência das cápsulas de acordo com a viscosidade da polpa e diâmetro do gotejador

A escolha do diâmetro da boca de orifício do recipiente utilizado para gotejar as dispersões, irá influenciar diretamente o tamanho das cápsulas formadas, por isso, serão testados os diâmetros 2 e 5 mm.

Foram testadas a polpa pura e diluída em 50%, visto que a viscosidade influencia no formato das cápsulas.

3.5 Preparo da dispersão de lactato de cálcio

Para o preparo desta solução, foi considerada a proporção de 0,5% (m/v) de lactato de cálcio. Em um recipiente adequado, foram adicionados 200 ml de água filtrada, juntamente com 1 g de lactato de cálcio. Em seguida, a mistura foi homogeneizada utilizando um “mixer”, garantindo a completa dissolução do lactato de cálcio na água. Após, a dispersão resultante foi reservada sob refrigeração, para garantir sua conservação e estabilidade ao longo do tempo. Foi denominada Dispersão 1.

3.6 Preparo da dispersão com alginato de sódio adicionado de micro-organismos

Para o preparo desta solução, foi considerada a proporção de 1% (m/v) de alginato de sódio em relação ao volume total. Em um recipiente adequado, foram adicionados 80 g de polpa de morango, juntamente com 8 ml da cultura láctica selecionada. Além disso, foi acrescentado 1 g de alginato de sódio e 12 ml de água. A mistura foi cuidadosamente homogeneizada utilizando um “mixer”, garantindo que todos os ingredientes estivessem bem incorporados. Em seguida, a dispersão resultante foi reservada sob refrigeração. Foi denominada Dispersão 2.

3.7 Preparo das cápsulas de alginato de cálcio

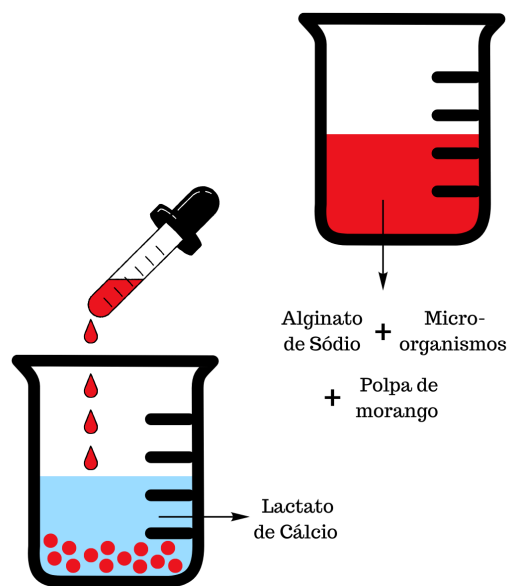
Para o preparo das cápsulas, foi utilizada a técnica de extrusão, que é um método amplamente empregado nesse tipo de processo (KRASAEKOOPT, 2003). Essa técnica envolve o gotejamento controlado da dispersão de alginato de sódio na

dispersão de lactato de cálcio, o que resultará na formação das cápsulas por meio da precipitação do alginato na presença de cátions de cálcio.

Foi empregado o método direto para a fabricação das cápsulas (ABRANTES, 2014). Nesse método, a solução líquida de alginato de sódio (Dispersão 2) foi gotejada na solução de lactato de cálcio (Dispersão 1). Esse processo permitiu a formação das cápsulas à medida que o alginato reage com o cálcio presente na solução.

A Dispersão 2 foi colocada em um recipiente com uma abertura de diâmetro aproximado de 5 mm, permitindo um controle sobre o gotejamento, e foi gotejada na Dispersão 1, resultando na formação das cápsulas desejadas. Após a formação das cápsulas elas foram deixadas em repouso por um minuto e lavadas com água destilada para pausar a reação de gelificação. O processo de gotejamento foi realizado de acordo com o esquema ilustrado na Figura 5, fornecendo uma representação visual do procedimento.

Figura 5 - Esquema de formação das cápsulas de alginato de cálcio por método direto



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

3.8 Contagem de células nas cápsulas de alginato de cálcio ao longo do tempo

Para a contagem de células nas cápsulas, foi utilizado o mesmo método descrito no item 3.3: uma amostra de 25 g de cápsulas foi homogeneizada em 225 ml de solução peptonada (diluição 10-1), sendo as diluições seriadas preparadas e plaqueadas

em ágar MRS. Após incubação (37 °C/72 h), foi determinado o UFC de bactérias lácticas por grama de cápsulas. O procedimento foi realizado após a elaboração das cápsulas (tempo 0) e 5 dias após a elaboração das cápsulas (tempo 5), objetivando avaliar a viabilidade das células nas cápsulas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Teste de aparência das cápsulas

Nas figuras 6 e 7 estão representados os resultados referentes aos diâmetros testados, 2 e 5 milímetros. O diâmetro que mais atendeu o propósito deste trabalho foi o diâmetro de 5 mm, apresentando maior tamanho e uniformidade das cápsulas, que foi então utilizado.

Em relação a viscosidade, quanto maior, mais as cápsulas ficavam com a forma de uma gota, e quanto menor, mais uniformes ficavam. Foi observado também que na forma diluída o sabor das cápsulas não ficou tão atrativo, por isso optamos por utilizar 100% da polpa, mas em temperatura ambiente, no qual a viscosidade não ficava tão alta.

Figura 6 - Diâmetro 2 mm



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Figura 7 - Diâmetro 5 mm



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

4.2 Testes de polpa e pH

Nos testes feitos, as polpas *in natura* de uva, maracujá e o xarope de melancia não formaram cápsulas devido ao baixo ph.

As polpas de melancia, manga, suco concentrado de uva e água com corante azul produziram bons resultados na formação das cápsulas. Uma curiosidade observada foi que, ao armazenar todas as cápsulas juntas, após 24 horas, o corante azul se espalhou, resultando em cápsulas que ficaram todas verdes. Isso pode ser visto nas imagens 8, 9, 10 e 11.

Figura 8 - Avaliação do pH da polpa de morango



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Figura 9 - Cápsulas de melancia *in natura*



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Figura 10 - Cápsulas de manga, suco de uva e corante azul



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Figura 11 - Corante absorvido pelas cápsulas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Também foram realizados testes com cobertura para sorvetes, mas devido à alta viscosidade, a formação de cápsulas foi difícil, levando à decisão de descartar essa possibilidade. A cobertura utilizada está representada na figura 12.

Figura 12 - Cobertura para sorvete



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

4.3 Contagem de células

Primeiramente, foi realizada a contagem de células do iogurte e do fermento, para podermos calcular quanto utilizar nas cápsulas.

Tabela 1 - Resultados das contagens de bactérias lácticas

Repetição	Iogurte (UFC/g)	Fermento (UFC/g)
1	$6,2 \times 10^5$	$3,0 \times 10^8$
2	$2,5 \times 10^7$	$3,9 \times 10^7$

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Posteriormente, foi realizada a contagem de células nas cápsulas.

Tabela 2 - Resultados das contagens de bactérias lácticas nas cápsulas

Repetição	Cápsulas D2 T0 (UFC/g)	Cápsulas D2 T5 (UFC/g)
1	$2,3 \times 10^6$	$7,5 \times 10^3$
2	$7,0 \times 10^4$	$< 10^3$

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

4.4 Contagem de células nas cápsulas de alginato de cálcio

Na contagem das cápsulas da repetição 2, realizada nos tempos 0 e 5, observamos uma redução significativa na quantidade de bactérias vivas, o que não atendeu ao nosso objetivo de manter os valores altos. Suspeitamos que a concentração de açúcar na polpa possa ter contribuído para a morte das bactérias. Meios ricos em açúcar representam um grande obstáculo para microrganismos. Os desequilíbrios osmóticos e moleculares resultantes dessa condição restringem significativamente o metabolismo e o desenvolvimento microbiano (LEANDRO; ANDRADE, 2021). Sugerimos a diminuição do açúcar na polpa para futuros testes. A redução da concentração de açúcar pode minimizar os efeitos adversos sobre as bactérias, permitindo um ambiente mais adequado para a sobrevivência dos microrganismos. Além disso, uma opção interessante seria o uso do leite, visto que a lactose, o principal carboidrato presente no leite, é amplamente consumida pelas bactérias, promovendo um

ambiente propício para o seu crescimento e atividade, melhorando potencialmente a viabilidade das bactérias no produto final.

4.5 Adição das cápsulas ao iogurte

Após um teste de armazenamento, no qual as cápsulas ficaram junto com o iogurte por um período de 24 horas, foi observado que elas se tornaram mais rígidas e firmes. Acredita-se que isso ocorreu devido ao cálcio presente no leite, pois a gelificação envolve a reação do alginato com o lactato de cálcio. Em uma possível situação de armazenamento ou comercialização, as cápsulas precisariam ser armazenadas separadamente do iogurte.

4.6 Produto final

A Figura 13 representa nosso produto final, destacando uma aparência visualmente atraente que realça a cor das cápsulas de alginato em contraste com o iogurte, tornando-o ainda mais convidativo para o consumidor.

Figura 13 - Produto final



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

5 CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que um dos objetivos do trabalho foi atendido, sendo possível a produção de cápsulas de alginato com polpa de morango e microrganismos. No entanto, a alta concentração de açúcar na polpa de morango pode

ter afetado negativamente a viabilidade dos microrganismos encapsulados, resultando em uma significativa redução na contagem de células viáveis ao longo do tempo, visto que houve um decréscimo de 2 a 3 ciclos log em um curto período de tempo (5 dias). Além disso, uma análise subjetiva do produto mostrou que as cápsulas tiveram sua textura alterada quando armazenadas juntamente com o iogurte, mostrando-se mais rígidas e com pouco sabor, elas não formaram apenas uma película envolvendo a polpa em uma bolha, mas ficaram totalmente gelatinadas. Dessa forma, para pesquisas futuras, sugerimos o armazenamento separado das cápsulas e iogurte, além de uma investigação da elaboração das cápsulas com leite ao invés de água para fornecer lactose aos microrganismos, bem como a redução do açúcar na polpa, visando uma maior viabilidade dos microrganismos encapsulados. Em resumo, este estudo fornece informações importantes para o desenvolvimento de produtos lácteos funcionais encapsulados, facilitando inovações futuras.

6 PRODUTOS GERADOS REFERENTES AO TCC

O presente trabalho de conclusão de curso consistiu em um estudo apresentado na Feira de Inovações e Produção Acadêmica no IFMG Campus Bambuí, com colaboração de outros alunos, o qual conquistou o primeiro lugar. Foi desenvolvido um protótipo do produto sem a adição dos microrganismos, que foi denominado “Bubble Gurt”, focando na avaliação sensorial e na aceitação pelo público. Observou-se que o sabor foi altamente atrativo, proporcionando uma experiência diferenciada. Nas Figuras 14, 15, 16 e 17, estão apresentadas algumas fotos relacionadas ao trabalho durante a apresentação.

Figura 14 – “Bubble Gurt”



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Figura 15 - Cápsulas de alginato de cálcio a partir da polpa de morango



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Figura 16 - Apresentação do produto aos consumidores e avaliadores



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Figura 17 - Premiação do trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, Gisela Maria Marques da Silva. **Curso para Introdução do Ensino de Novas Técnicas Culinárias na Formação de Cozinheiros**. 2014. Dissertação (Obtenção do Grau de Mestre em Ciências Gastronômicas) - NOVA *School of Science and Technology* (FCT NOVA), Lisboa, 2014.

ALVES, Larissa de Lima *et al.* Aceitação sensorial e caracterização de *Frozen yogurt* de leite de cabra com adição de cultura probiótica e prebiótico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2595-2600, dez 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia**. p. 8. 1993.

BESSA, Marcelino Maia. SILVA, Álvaro Gustavo Ferreira. Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de iogurte probiótico de tamarindo. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 73, n.4, p. 185-195, out/dez, 2018.

BRASIL. Anvisa. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 45, de 3 de novembro de 2010. Regulamento Técnico Sobre Aditivos Alimentares Autorizados para uso Segundo As Boas Práticas de Fabricação (BPF). Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/%25281%2529RDC_45_2010_COMP.pdf/ca8fab82-845e-4856-8883-c414612800d1&ved=2ahUKEwiMu-ut49b-AhUMK7kGHT4uAdgQFnoECBIQAQ&usg=AOvVaw3Z8vkTeVaw6_iKeRARbHnx. Acesso em: 02 mai. 2023.

BRASIL. **Código de defesa do consumidor, ART. 31**. Brasília. Senado, 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 46 de 23 de outubro de 2007. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados. Diário Oficial da União, 24 out. 2007.

BUBBLEKILL. Nossas unidades. 2023. Disponível em: <https://www.bubblekill.com.br/>. Acesso em: 02 mai. 2023.

COORDENADORIA de Relações Institucionais, Comunicação e Eventos. IFMG - Campus Bambuí lança o catálogo de produtos da marca Sabores do IFMG. 2023. Disponível em: <https://www.bambui.ifmg.edu.br/portal/ultimas-noticias/noticias-em-destaque/lancamento-catalogo-de-produtos-sabores-do-ifmg-bambui>. Acesso em: 19 Jun. 2023.

DALPONTE, Ithiara *et al.* Degradação Fotocatalítica de Tartrazina com TiO₂ Imobilizado em Esferas de Alginato. **Química Nova**, Curitiba - PR, v. 39, n. 10, p. 81531-980, ago. 2016.

DA SILVA FILHO, Francisco Lopes *et al.* Avaliação de propagandas de alimentos com alegação funcional disponibilizadas em sites brasileiros. **Saúde (Santa Maria)**, 2018.

DE PAULA, Haroldo CB *et al.* Esferas (beads) de alginato como agente encapsulante de óleo de croton zehntneri pax et hoffm. **Polímeros**, v. 20, p. 112-120, 2010.

FAVARO-TRINDADE, Carmen Silvia. PINHO, Samantha Cristina de. ROCHA, Glaucia Aguiar. Revisão: Microencapsulação de ingredientes alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 11, n. 2, p. 103-112, 2008.

FERREIRA, Célia Lúcia de Lucas F. **Produtos Lácteos Fermentados: Aspectos Bioquímicos e Tecnológicos**. 3. ed. Universidade Federal de Viçosa: Editora UFV, 2005.

GIESE, Ellen Cristine. Potencial Biotecnológico do Uso de Micro-organismos Imobilizados em Gel de Alginato de Cálcio. **Série Tecnologia Ambiental: Centro de Tecnologia Mineral**. Rio de Janeiro, 2015.

HANSEN, Chr. Culturas Probióticas em Produtos Lácteos. **Food Ingredients Brasil**, Barueri, n. 17, p. 66-67, 2011. Disponível em: <https://revista-fi.com/edicoes/17/fib-edicao-17>. Acesso em: 11 abr. 2023.

HAUMONT, Raphaël. **Um químico na cozinha: a ciência da gastronomia molecular**. Editora Schwarcz-Companhia das Letras, 2016.

KOAY, Kian Yeik; CHEAH, Chee Wei. *Understanding consumers' intention to revisit Bubble Tea stores: an application of the theory of planned behaviour*. **British Food Journal**, v. 125, n. 3, p. 994-1007, 2023.

KRASAEKOOPT, Wunwisa; BHANDARI, Bhesh; DEETH, Hilton. *Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yoghurt*. **International dairy journal**, v. 13, n. 1, p. 3-13, 2003.

LADISLAU, Hayane Ferreira Leite. **Desenvolvimento de “Iogurte” de Soja sabor Abacaxi adicionado de *Lactobacillus rhamnosus* com e sem inulina encapsulados em matriz alginato/quitosana**. 2017. Dissertação (Pós graduação em Nutrição) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Recife, 2017.

LEANDRO, Mariana Ramos; ANDRADE, Leandro Fernandes *et al.* *Combination of osmotic stress and sugar stress response mechanisms is essential for *Gluconacetobacter**

diazotrophicus tolerance to high-sucrose environments. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v. 105, p. 7463-7473, 2021.

LINHA Completa Dilute Premium. Dilute Premium. 2023. Disponível em: <https://www.dilute.com.br/>. Acesso em: 19 Jun. 2023.

MAHAUT, Michel *et al.* **Productos Lácteos Industriales**. Zaragoza: Editorial Acribia, 2004.

MENEZES, Cristiano Ragagnin de *et al.* Microencapsulação de probióticos: avanços e perspectivas. *Ciência Rural*, v. 43, p. 1309-1316, 2013.

MINIM, Valéria Paula. **Análise Sensorial**: Estudos com consumidores. Viçosa, MG: UFV, 2013.

NOGUEIRA, Michelle Barboza; DALLA NORA, Flávia Michelin. Análise Sensorial De Alimentos: Aplicações Recentes. **Análise Sensorial Clássica: Fundamentos e Métodos**, p. 9, 2021.

PAREDES JUÁREZ, Genaro Alberto *et al.* *Immunological and technical considerations in application of alginate-based microencapsulation systems*. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, v. 2, p. 26, 2014.

RAMOS, T. M. *et al.* Perfil de textura de labneh (iogurte grego).. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, [S.l.], v. 64, n. 369, p. 8-12, dez. 2013. ISSN 2238-6416. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/85/90>. Acesso em: 27 ago. 2024.

RIBEIRO, Maria Cecília Enes. **Produção e caracterização de iogurte probiótico batido adicionado de *Lactobacillus acidophilus* livre e encapsulado**. 2011. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual De Campinas, Faculdade De Engenharia De Alimentos, Campinas - São Paulo, 2011.

ROWLAND, Teisha. *Transform Drinks Into Semi-Solid Juice Balls That Pop in Your Mouth*. *Science Buddies*. 2023. Disponível em: https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/FoodSci_p074/cooking-food-science/juice-balls-science-of-spherification. Acesso em: 18 Abr. 2023.

SALGADO, Jocelim Mastrodi; ALMEIDA, Márcio de Aurélio. Mercado de alimentos funcionais: desafios e tendências. **Sociedade Brasileira de Alimentos Funcionais (SBAF)**, 2009.

SANDERS, Mary Ellen. *Probiotics: considerations for human health. Nutrition reviews*, v. 61, n. 3, p. 91-99, 2003.

SANTOS, Ana Maria Fernandes Pereira Sousa. **Estudo da produção de um iogurte de mistura**. 2018. Dissertação (Trabalho realizado com vista à obtenção do grau de Mestre em Tecnologia Alimentar) - Instituto Politecnico de Santarem ProQuest Dissertations & Theses, Portugal, 2018.

SANTOS, Ellen Cristina da Costa. **Avaliação da viabilidade de *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* no iogurte**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Medicina) - Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos, Gama - Distrito Federal, 2019.

SCHAFRANSKI, Kathlyn et al. **Extração e caracterização de compostos fenólicos de folhas de amoreira preta (*Morus nigra* L.) e encapsulamento em esferas de alginato**. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SEMINÁRIO do Ital reúne conhecimento em prebióticos e probióticos. **Leite & Derivados**, Ital, n. 104, p. 42-43, Março/Abril 2008.

SILVA, Neusley *et al.* **Manual de Métodos de Análises Microbiológicas de Alimentos e Água**. 4. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2010.

TANKESHWARIN, Acharya. *Pour Plate Method: Procedure, Uses, (Dis) Advantages*. 4 out. 2022. Disponível em: <https://microbeonline.com/pour-plate-method-principle-procedure-uses-dis-advantages/>. Acesso em: 17 jun. 2023.

WU, Jiayi *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, p. 97-102, 2020.