

ESFERIFICAÇÃO DE CAMBUCI COM ALGINATO: UMA ABORDAGEM SUSTENTÁVEL PARA APRIMORAMENTO SENSORIAL E CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

Alicia dos Santos Silva¹; Livia Persiani Silva¹; Ricardo Golfeto Silva¹; Alexandre Correa de Lima¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)

RESUMO

O cambuci (*Campomanesia phaea*) é uma fruta brasileira rica em vitaminas e compostos fenólicos com avaliações sugestivas de potencial terapêutico. Sua alta acidez inibe seu consumo *in natura*. Este estudo explora o uso de revestimentos comestíveis de alginato para prolongar a vida útil do cambuci e preservar suas propriedades. A pesquisa incluiu a caracterização físico-química do cambuci e a esferificação da polpa em esferas de alginato. A acidez e o teor volátil nos frutos avaliados estão alinhados com a literatura. As esferas de alginato produzidas foram bem aceitas na avaliação sensorial, com sugestões para ajustes no tamanho. O estudo demonstra que a esferificação é uma alternativa promissora para valorizar o cambuci, no entanto mais pesquisas são necessárias para otimizar os resultados.

Palavras-chave: Cambuci; alginato; esferificação; revestimentos comestíveis.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por soluções que sejam ao mesmo tempo sustentáveis e eficazes está transformando diversos setores, especialmente a agricultura, a saúde e a indústria alimentícia. Em particular, consumidores e produtores buscam alimentos naturais que não só oferecem benefícios nutricionais, mas que também sejam preparados a partir de processos que respeitem o meio ambiente e preservem os compostos bioativos e funcionais presentes nos ingredientes.

Esses compostos, encontrados naturalmente nos alimentos, têm sido associados a uma série de benefícios para a saúde, como o fortalecimento do sistema imunológico, a prevenção de doenças e a melhora do bem-estar geral. Além disso, a preservação dessas propriedades funcionais ao longo do processo de produção e industrialização dos alimentos é essencial para garantir a qualidade do produto final, alinhando-se às expectativas de um público cada vez mais consciente e preocupado com a origem e o impacto do que consome.

A fruta cambuci (*Campomanesia phaea*), nativa do Brasil, é vista como uma fonte promissora de compostos bioativos que podem ser usados tanto para fins terapêuticos quanto para tecnológicos. Sob o ponto de vista nutricional, é um fruto rico em vitaminas, minerais e de compostos fenólicos (TOKAIRIN, 2017).

Segundo Vallilo *et al.* (2005), os frutos são ácidos ($\text{pH} = 2,91$), essa acidez é adequada para processamentos do fruto na forma de doces, porém é um dos motivos, em conjunto com o baixo teor de carboidratos, para ser rejeitado por alguns consumidores.

Por se tratar de um produto perecível, uma das possibilidades para prolongar a vida útil é a utilização de revestimentos comestíveis. Esse método consiste na aplicação

de uma camada de material comestível sobre a superfície das frutas, podendo ser em adição, ou em substituição, à sua camada natural de cera.

De acordo com o empresário e ativista Paul Hawken (CATTON, 1994) a sustentabilidade é de extrema importância para garantirmos a conservação de recursos naturais do planeta para as futuras gerações. Com isso, a utilização de recursos naturais para produção desses filmes comestíveis, como as algas, atraiu a atenção de muitos por ser uma fonte renovável e sustentável de biomassa, além de ser um organismo prolífico no planeta (FU; WANG, 2011).

O alginato é uma substância muito utilizada na produção de filmes estruturados com características satisfatórias para formação de revestimentos em alimentos. Esse polissacarídeo natural é obtido tanto por ação de microrganismos como de algas da classe Phaeophyceae, também conhecidas como feofíceas ou algas marrons (AGULHON *et al.*, 2012). Dentre as espécies mais comuns estão *Laminaria hyperborea*, encontrada principalmente na região litorânea da Noruega, *Laminaria digitata*, avistada no Mar Cantábrico, *Laminaria japonica*, cultivada na Ásia, em países como Japão e China e, também, *Macrocystis pyrifera*, localizada em água do oceano Pacífico, entre outras espécies (ADAMIAK; SIONKOWSKA, 2023).

Dependendo da espécie, quando secas, o alginato pode representar de 20 a 30% da massa total dessas algas. Esse polissacarídeo é um copolímero linear, formado por blocos de moléculas tanto de ácidos α -L-gulurônicos, quanto por ácidos β -D-manurônicos com ligações 1-4 (BRASIL, 2013, p. 34). O teor de alginato nessas algas varia de espécie para espécie, podendo apresentar maior quantidade de bloco ou de outro, até mesmo uma mistura entre os dois.

A característica de formação destas películas ou géis, ocorre quando o alginato entra em contato com soluções que tenham a presença de cátions bivalentes como Ca^{2+} , porém não formam apenas géis, como também podem assumir estruturas de biofilmes, e em ambas as formas, este composto possui a capacidade de encapsular diversas substâncias. O motivo de este fenômeno ocorrer se deve aos blocos de ácidos gulurônicos presentes alternadamente, na cadeia estrutural do alginato. (PAULA *et al.*, 2009). Quando o alginato interage com íons Ca^{2+} forma uma estrutura conhecida como modelo “caixa de ovos”, onde pontes de cálcio são formados nas repetições de grupos gulurônicos em paralelo (SMITH; SENIOR, 2021).

A encapsulação de polpas de frutas em esferas de alginato surge como uma solução inovadora para preservar os compostos bioativos e o sabor do cambuci, além de prolongar sua vida útil e diversificar suas formas de aplicação na indústria alimentícia. O uso de alginato como agente encapsulante é um meio sustentável e amplamente estudado devido à sua biocompatibilidade, capacidade de formar géis estáveis e potencial para aplicação em diversas áreas, incluindo a indústria alimentícia e farmacêutica.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver esferas de alginato para recobrimento da polpa de cambuci e incorporar essas esferas em sorvete.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização físico-química

As avaliações físico-químicas foram feitas na polpa do cambuci processada em um liquidificador ARNO, modelo Vitamix NL-41, sem adição de líquidos resultando um

produto de consistência pastosa utilizando os métodos descritos por Zenebon, Pascuet e Tiglea (2005).

Determinação de acidez

Em uma balança analítica (Shimadzu, modelo AY220) mediu-se 3g do Cambuci, essa massa foi transferida para um Erlenmeyer de 125 mL com o auxílio de 50 mL de água, adicionou-se 4 gotas da solução fenolftaleína e titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/L. O processo foi realizado em triplicata.

Perda por dessecação (umidade)

Foram pesadas 10g da polpa de cambuci em uma cápsula de porcelana previamente tarada e em seguida foi aquecida em uma estufa (Limatec, modelo LT 501) a 105°C por 3 horas. Após o processo, a amostra foi resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e posteriormente pesada. O processo de aquecimento e resfriamento foi repetido até obter o peso constante.

Esferificação da polpa de cambuci

Os cambucis foram primeiramente lavados com água para eliminar as sujidades grosseiras e em seguida adicionados em um liquidificador para gerar uma consistência pastosa do fruto. Após o processo, a polpa foi filtrada utilizando uma peneira e o líquido resultante foi posto em descanso. Após o descanso, a solução filtrada foi enriquecida a 1%(p/p) com cloreto de cálcio.

Para o preparo da solução de alginato foi utilizada a proporção de 1:100 de água e alginato de sódio, a solubilização se deu com uso de um agitador magnético

com aquecimento por aproximadamente 20 minutos. Após a solubilização a solução foi posta em descanso por aproximadamente 15 minutos para o seu resfriamento.

Para o encapsulamento do suco na esfera de alginato utilizou-se de uma pipeta Pasteur de 3 mL para o gotejamento do suco à solução de alginato, sob agitação magnética constante. A cada gota em contato com a solução de alginato formou-se uma película de formato esférico e consistente, o suco foi encapsulado. Ao final do processo, as esferas de cambuci foram postas em banho aquoso para cessar a reação de formação da película.

Avaliação do produto

As esferas encapsuladoras do suco foram incorporadas à três sabores diferentes de sorvetes industrializados da marca Jundiá: baunilha, morango e chocolate. Esses sorvetes foram oferecidos à degustação de alunos do curso de química do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo – CAMPUS Suzano.

Para o registro do *feedback*, elaborou-se um formulário no *Google* Formulários, onde os degustadores escreveram suas críticas e avaliaram o produto. Dentre os principais pontos a serem criticados pelos participantes, realizou-se questionamentos sobre a intensidade do sabor cítrico da fruta e sobre a consistência das esferas, além da possibilidade de os avaliadores escreverem suas opiniões e sugestões de melhorias. Ademais, avaliou-se também o potencial comercial das esferas como um complemento flavorizante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização físico-química

Dentre as análises físicas e químicas realizadas, a análise experimental do teor de substâncias voláteis no fruto de cambuci revelou uma média percentual de 88,56% ($\pm 0,10\%$). A acidez média, obtida pelo método titulométrico, foi de 26,32%. Este valor é corroborado quando comparado com valores descritos em outras literaturas.

Degustação

Levando em consideração a pesquisa realizada, focada principalmente nos aspectos como intensidade do sabor cítrico, consistência, intenção de compra, e satisfação geral, a maioria dos participantes (80%) considerou que o sabor cítrico do cambuci estava intenso e bem presente nas esferas, indicando que o produto conseguiu capturar a essência da fruta. Apenas uma pequena fração mencionou que o sabor estava "mais ou menos" presente, sugerindo uma possível variabilidade na percepção individual.

Todos os participantes descreveram a consistência das esferas como gelatinosa. Esse *feedback* homogêneo sugere que a textura do produto foi consistentemente reproduzida durante os testes, o que é um ponto positivo na uniformidade da produção.

A intenção de compra foi alta, com 75% dos participantes afirmando que comprariam as esferas como complemento para o sorvete. Esse resultado é indicativo de que o produto obtido tem potencial comercial.

A nota média dada pelos participantes foi de 4,4 em uma escala de 1 a 5. As notas se concentraram entre 4 e 5, refletindo uma boa aceitação do produto. Embora

a maioria tenha atribuído uma nota alta, a presença de notas 4 sugere que há espaço para pequenas melhorias.

Os comentários foram majoritariamente positivos como: "... o sabor azedo do cambuci harmonizou com o doce do sorvete, criando uma experiência gustativa agradável." Houve também menções à presença do caráter adstringente da fruta, o que pode ser um ponto de atenção para ajustes futuros.

Alguns participantes sugeriram que a redução no tamanho das esferas poderia melhorar a experiência de consumo, tornando a textura e o sabor menos intensos em algumas mordidas. Esse *feedback* aponta para a importância de encontrar um equilíbrio na intensidade do sabor e na textura para agradar um público mais amplo.

CONCLUSÃO

As esferas de alginato/cambuci tiveram grande aceitação, revelando um potencial significativo para se consolidarem como um produto inovador. A combinação do alginato, um ingrediente de versatilidade reconhecida, com o cambuci, uma fruta nativa e pouco explorada, despertou o interesse de consumidores em busca de novas experiências sensoriais. As sugestões fornecidas pelos participantes durante a avaliação do produto fornecem informações valiosas, oferecendo caminhos para aprimoramentos e ajustes necessários. Entre as recomendações destacam-se alterações no tamanho das esferas, que podem atender melhor a diferentes preferências de consumo, e na intensidade do sabor do cambuci, o que pode proporcionar uma experiência ainda mais marcante e balanceada. Adicionalmente, as modificações sugeridas podem aumentar ainda mais a percepção de qualidade e autenticidade do produto, aumentando o sucesso no mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TOKAIRIN, Tatiane de Oliveira. Caracterização e conservação pós-colheita de cambuci, fruto nativo da Mata Atlântica. 2017. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

Catton, W. R. . [Review of The Ecology of Commerce: A Declaration of Sustainability, by P. Hawken]. Human Ecology Review, 1(2), 351–353, 1994. Disponível em:

<<http://www.jstor.org/stable/24706846>>.

FU, F.; WANG, Q. Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review. Journal of Environmental Management, v. 92, n. 3, p. 407–418, mar. 2011.

AGULHON, P, ROBITZER, M., DAVID, L., QUIGNARD, F. Structural Regime

Identification in Iontropic Alginate Gels: Influence of the Cation Nature and Alginate Structure. (2012) Biomacromolecules, Editora ACS Publications, p. 215-220. VALLILO, Maria Isabel; GARBELOTTI, Maria Lima; OLIVEIRA, Elisabeth de; LAMARDO, Leda Conceição Antonia. Características físicas e químicas dos frutos do cambucizeiro (*Campomanesia phaea*). Revista Brasileira de Fruticultura, [S.L.], v. 27, n. 2, p. 241-244, ago. 2005.

PAULA, Haroldo C. B. de et al. Esferas (beads) de alginato como agente encapsulante de óleo de croton zehntneri Pax et Hoffm. Polímeros, v. 20, n. 2, p.112-120, jun. 2010

ADAMIAK, Katarzyna; SIONKOWSKA, Alina. State of Innovation in Alginate-Based Materials. Marine Drugs, [S.L.], v. 21, n. 6, p. 353, 8 jun. 2023.

BRASIL, Food Ingredientes (Ed.). OS ALGINATOS E SUAS MÚLTIPLAS

APLICAÇÕES: Alginatos. Food Ingredientes Brasil, São Paulo, n. 26, p.34-38, 2013. SMITH, Alan M.; SENIOR, Jessica J.. Alginate Hydrogels with Tuneable Properties. *Advances In Biochemical Engineering/Biotechnology*, [S.L.], p. 37-61, 2021.

ZENEBON, Odair; PASCUET, Neus S.; TIGLEA, Paulo. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).