



Desenvolvimento de microcápsula de Capsaicina para futura aplicação em alimentos

Development of Capsaicin microcapsule for future application in foods

Clara Cristina Ansolin¹, Alexandre Engel Visentin², Gabriela Cassim Rissi¹, Marianne Ayumi Shirai³, Ana Paula Romio⁴, Alessandra Machado-Lunkes³

RESUMO

A capsaicina é um fitoquímico derivado da pimenta (*Capsicum* spp.) que possui pungência causada pelos capsaicinóides. A capsaicina possui efeitos biológicos benéficos, entretanto a sua aplicação na indústria alimentícia é dificultada devido à sua forte pungência, perante isso, a microencapsulação torna-se uma alternativa para viabilizar sua utilização. A microencapsulação é uma técnica onde um agente encapsulante é utilizado para criar uma barreira física de proteção a componentes bioativos. Para compostos hidrofóbicos e suscetíveis a altas temperaturas como a capsaicina, o método de encapsulação por coacervação complexa apresenta-se como uma opção. A coacervação baseia-se na formação de um sistema composto pelo solvente, material de parede e material de recheio. O objetivo do trabalho foi investigar as condições mais adequadas para a encapsulação da capsaicina usando o método coacervação complexa, com vistas à aplicação das microcápsulas em matriz alimentícia. As microcápsulas produzidas apresentaram estrutura esférica bem definida, tamanho adequado para aplicação em matriz alimentícia e indicativos de que o composto de interesse foi encapsulado. Pode-se concluir que o método de coacervação complexa é adequado para realizar a microencapsulação da capsaicina, contudo, é necessário realizar mais testes de caracterização das micropartículas, eficiência de encapsulação para posterior aplicação em produtos de matriz alimentícia.

PALAVRAS-CHAVE: Capsaicina. Coacervação complexa. Microencapsulação.

ABSTRACT

Capsaicin is a phytochemical derived from pepper (*Capsicum* spp.) that has pungency caused by capsaicinoids. Capsaicin has beneficial biological effects, however its application in the food industry is difficult due to its strong pungency, therefore, microencapsulation becomes an alternative to enable its use. Microencapsulation is a technique where an encapsulating agent is used to create a physical barrier to protect bioactive components. For hydrophobic compounds susceptible to high temperatures such as capsaicin, the complex coacervation encapsulation method is an option. Coacervation is based on the formation of a system composed of the solvent, wall material and filling material. The objective of the work was to investigate the most appropriate conditions for the encapsulation of capsaicin using the complex coacervation method, with a view to applying the microcapsules in a food matrix. The microcapsules produced presented a well-defined spherical structure, suitable size for application in food matrix and indications that the compound of interest was encapsulated. It can be concluded that the complex coacervation method is suitable for carrying out the microencapsulation of capsaicin, however, it is necessary to carry out further tests to characterize the microparticles and encapsulation efficiency for subsequent application in food matrix products.

KEYWORDS: Capsaicin. Complex coacervation. Microencapsulation.

¹ Bolsista voluntariado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil. E-mail: claraansolin@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 2613460257302753, E-mail: gabrielacassimrissi@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 6309266067430826.

² Bolsista do CNPq. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil. E-mail: alexandrevisentin@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 7471224421657930.

³ Docente do Departamento Acadêmico de Engenharias. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil. E-mail: anaromio@utfpr.edu.br. ID Lattes: 8273593719551548.

⁴ Docentes do Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão-Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: amachado@utfpr.edu.br. ID Lattes: 9970617360931344. E-mail: marianneshirai@utfpr.edu.br. ID Lattes: 3467228443793248



INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os compostos bioativos derivados de fontes botânicas (fitoquímicos) têm atraído uma atenção crescente pela sua potencial aplicação como substâncias promotoras da saúde nas indústrias alimentar e farmacêutica. A capsaicina é um fitoquímico derivado da pimenta (*Capsicum* spp.) (YANG *et al.*, 2020).

A sensação pungente advinda de pimentas é um efeito sensorial produzido por moléculas naturais identificadas como capsaicinóides (CASTILLO *et al.*, 2007). A capsaicina exibe vários efeitos biológicos potencialmente benéficos, incluindo atividades antioxidantes, anticancerígenas, anti-inflamatórias e de regulação metabólica (AKYUZ *et al.*, 2018) (LU *et al.*, 2020).

A aplicação da capsaicina como nutracêutico na indústria alimentícia é dificultada devido à sua pungência intensa que pode causar sensação de ardor na boca e no estômago quando ingerido diretamente, irritando as mucosas desses órgãos (LUO *et al.*, 2020).

A microencapsulação se torna uma alternativa que viabiliza a aplicação da capsaicina na indústria alimentícia. A microencapsulação é uma técnica onde um agente encapsulante é utilizado para criar uma barreira física de proteção a componentes bioativos instáveis, incorporar novas propriedades funcionais em produtos alimentícios, fornecer efetivamente o material ativo no local alvo proporcionando liberação controlada, aumentar o prazo de validade de alimentos e/ou mascarar o sabor indesejável (TIMILSENA *et al.*, 2020).

A escolha do procedimento adequado de encapsulação varia de acordo com o tamanho desejado da microcápsula e da aplicação que será dada a ela, do mecanismo de liberação e das propriedades físico-químicas, tanto do material ativo, quanto do agente encapsulante (TIMILSENA *et al.*, 2020). Para compostos hidrofóbicos e suscetíveis a altas temperaturas, como no caso da capsaicina o método de encapsulação por coacervação complexa se apresenta como uma alternativa (ALEXANDRE *et al.*, 2019).

A coacervação complexa baseia-se na formação de um sistema imiscível de três fases, composto pelo solvente, material de parede e material de recheio. O material de parede é constituído de polímeros com cargas opostas que interagem, sendo geralmente empregado uma proteína (gelatina) e um carboidrato (goma), pois produzem complexos mais estáveis (JYOTHI *et al.*, 2010). A proteína é o polímero carregado positivamente e o polissacarídeo negativamente. O material de parede deve apresentar características como não reatividade com o recheio e capacidade de prender e selar o ativo dentro de sua estrutura (CASTRO-ROSAS *et al.*, 2017).

Com vistas à aplicação das microcápsulas em matriz alimentícia o objetivo do trabalho foi investigar as condições mais adequadas para a encapsulação da capsaicina usando o método coacervação complexa.

MATERIAIS E MÉTODOS

PRODUÇÃO DAS MICROCÁPSULAS POR COACERVAÇÃO COMPLEXA

Preparou-se 100 mL de gelatina tipo A (GELITA, Brasil) e 100 mL de goma arábica (Dinâmica, Brasil), ambas a 2,5% em relação a massa de H₂O, deixou-se sob agitação magnética com termostato acoplado por vinte e quatro horas. Na sequência a gelatina e a goma foram aquecidas até 50 °C e submetidas a banho maria de 50 °C por vinte minutos. Em seguida, adicionou-se à gelatina, a solução mãe que é composta por 2,5g de Miglyol®



812 (Sasol, Alemanha), 0,01 g de capsaicina e 0,13 g de lecitina refinada (Alfa Aesar, Estados Unidos) e realizou-se a emulsificação com o auxílio do ULTRA-TURRAX (DragonLab, China) à 10.000 rpm por quatro minutos. Após esse processo, adicionou-se na emulsificação a goma e 500 mL de água de forma lenta e deixou-se a solução sob agitação branda. Reduziu-se o pH até 4 com ácido clorídrico 0,5 M, a diminuição foi monitorada com um pHmetro MYLABOR (modelo PA210). Após a redução do pH fez-se a diminuição da temperatura até 10 °C com banho de gelo para solidificação das microcápsulas. Em seguida, elevou-se a temperatura para 25 °C, adicionou-se o agente reticulante Transglutaminase (ACTIVA GS, AJINOMOTO), deixando sob agitação por vinte e quatro horas. Depois das vinte e quatro horas, as microcápsulas foram filtradas e armazenadas para posteriormente serem analisadas.

ANÁLISES MORFOLÓGICA DAS MICROPARTÍCULAS

Realizou-se com auxílio da microscopia óptica (MO) a análise morfológica das micropartículas. Para a apreciação por microscopia óptica, as partículas úmidas foram depositadas em lâminas e analisadas usando microscópio (LEICA – DM500).

LIOFILIZAÇÃO DAS AMOSTRAS

Após a produção das micropartículas e análise morfológica, as mesmas foram submetidas ao processo de liofilização com o liofilizador de bancada (LIOBRAS- L101), com a finalidade de seca-las para posterior armazenamento.

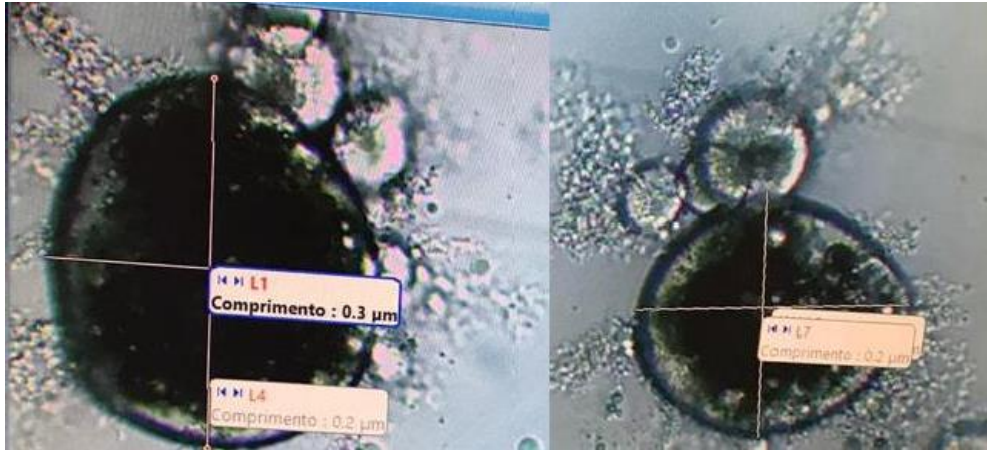
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em trabalho anterior do grupo de pesquisa, aplicou-se o método de gelificação iônica para encapsular a capsaicina, entretanto, as partículas obtidas eram visualmente grandes (ANDRADE; MACHADO-LUNKES; ROMIO, 2020) fator que inviabiliza a aplicação das cápsulas em alimentos.

Posterior a isso, realizou-se ensaios preliminares para encapsular N-benziloctanamida, um análogo não pungente da capsaicina (WANG, *et al.*, 2009) a partir do método de coacervação complexa, utilizando goma e gelatina como material de parede. As micropartículas obtidas neste ensaio podem ser visualizadas na Figura 1 que apresenta a avaliação morfológica e o tamanho das partículas, que variaram entre 0,2 e 0,3 µm e apresentaram formato esférico bem definido. A partir da imagem obtida da MO percebe-se também que há material no interior da cápsula, ou seja, ocorreu a encapsulação do análogo.

O uso da técnica de coacervação complexa foi escolhida pois apresenta vantagens para encapsular agentes que possuem suscetibilidade a temperaturas elevadas, que é o caso da capsaicina (BARROS *et al.*, 2018). Adicionalmente, a coacervação complexa produz partículas com tamanhos menores que variam de 0,1 a 100 µm (TIMILSENA *et al.*, 2020), fator esse, que foi comprovado durante o teste preliminar. Esses tamanhos de partículas podem ser ideais para aplicações em alimentos sem causar grandes alterações sensoriais perceptíveis ao consumidor.

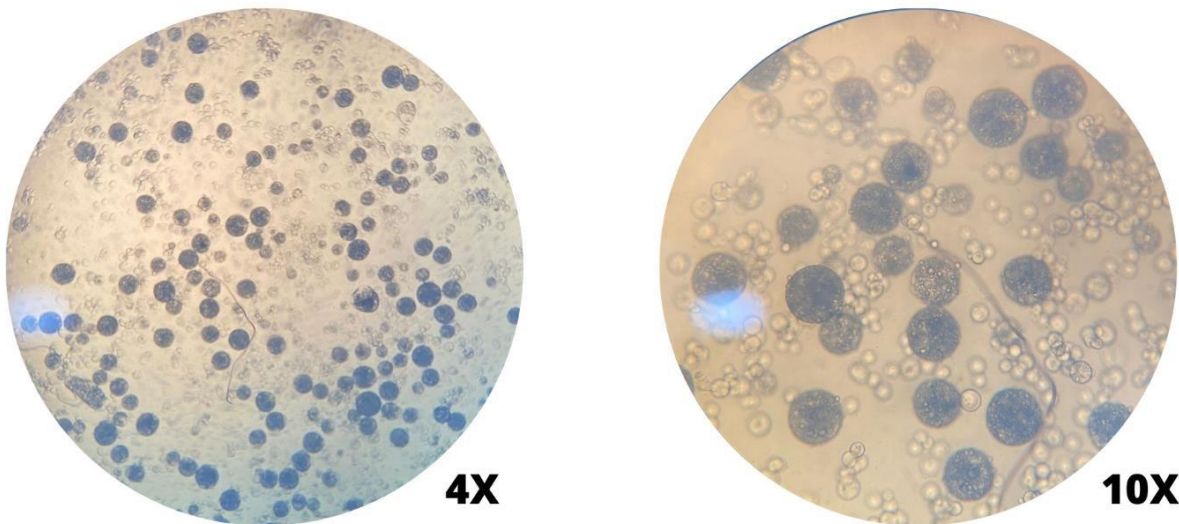
Figura 1 – Imagem das microcápsulas de N-benziloctanamida obtidas por microscopia óptica acoplado a uma câmera digital usando lente objetiva de 10x.



Fonte: Os autores (2023)

Na Figura 2 são apresentadas as imagens obtidas através de microscopia óptica das microcápsulas de capsaicina ainda úmidas que foram produzidas. Percebe-se a formação predominante de estruturas esféricas, sendo que o material de parede se apresenta transparente, permitindo visualizar o recheio (capsaicina) em seu interior distribuído de forma mononucleada em sua maioria, com uma coloração mais escura.

Figura 2 – Imagem das microcápsulas de capsaicina obtidas por MO



Fonte: Os autores (2023)

As partículas produzidas por coacervação complexa apresentam fragilidade térmica e mecânica (ALEXANDRE *et al.*, 2019). Para contornar esses obstáculos, há a possibilidade de fortalecer as paredes das cápsulas e melhorar as suas propriedades reológicas através da reticulação enzimática (ANVARI; CHUNG, 2016), por esse motivo, no presente estudo, foi utilizado a enzima transglutaminase com o intuito de enrijecer a parede polimérica e fornecer maior resistência a cápsula.



Os resultados obtidos da produção das microcápsulas pelo método de coacervação complexa com recheio de capsaicina foram satisfatórios, tendo em vista que as cápsulas produzidas apresentaram formato esférico e o composto de interesse foi encapsulado. Contudo, ainda é necessário realizar mais testes de caracterização das micropartículas quanto ao seu tamanho, morfologia, estabilidade, eficiência de encapsulação entre outros aspectos pertinentes para a caracterização físico-química.

Ainda faz-se necessário a realização de testes e análises para avaliar a eficiência desse método na encapsulação dos análogos que mantêm as propriedades antifúngicas e antioxidantes: N-(4-hidroxi-3-metoxibenzil)butanamida e N-(4-hidroxi-3-metoxibenzil)hexanamida (ZANOTO, 2016).

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o método de coacervação complexa é um método adequado para realizar a microencapsulação da capsaicina, tendo em vista o tamanho da partícula produzida, entretanto ainda é preciso avaliar e caracterizar a microcápsula referente a sua eficiência de encapsulação para aplicação em produtos de matriz alimentícia.

Agradecimentos

Agradecemos ao técnico de laboratório Everton Pizato da UTFPR-PB pela colaboração no processo de liofilização. Ao LabMulti da UTFPR-LD pela disponibilização do espaço físico e equipamentos.

Conflito de interesse

Os autores declaram que não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

AKYUZ, Lalehan *et al.* Supplementing capsaicin with chitosan-based films enhanced the anti-quorum sensing, antimicrobial, antioxidant, transparency, elasticity and hydrophobicity. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S.L.], v. 115, p. 438-446, ago. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.04.040>.

ALEXANDRE, Joana de Barros *et al.* Cross-linked coacervates of cashew gum and gelatin in the encapsulation of pequi oil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 49, n. 12, p. 1-12, 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20190079>.

ANDRADE, Bianca Piva; MACHADO-LUNKES, Alessandra; ROMIO, Ana Paula. Desenvolvimento de microcápsulas para futura aplicação tecnológica de análogo da Capsaicina. In: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 2020, Toledo. **Anais**. Toledo: UTFPR, 2020. p. 1-6.

ANVARI, Mohammad; CHUNG, Donghwa. Dynamic rheological and structural characterization of fish gelatin – Gum arabic coacervate gels cross-linked by tannic acid. **Food Hydrocolloids**, [S.L.], v. 60, p. 516-524, out. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.04.028>.



BARROS, Dayane de Melo *et al.* POTENTIAL APPLICATION OF MICROENCAPSULATION IN THE FOOD INDUSTRY. **International Journal of Advanced Research**, [S.L.], v. 6, n. 12, p. 956-976, 30 nov. 2018. International Journal Of Advanced Research. <http://dx.doi.org/10.21474/ijar01/8222>.

CASTILLO, Edmundo *et al.* Lipase-catalyzed synthesis of pungent capsaicin analogues. **Food Chemistry**, [S.L.], v. 100, n. 3, p. 1202-1208, jan. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.11.026>.

CASTRO-ROSAS, Javier *et al.* Recent advances in microencapsulation of natural sources of antimicrobial compounds used in food - A review. **Food Research International**, [S.L.], v. 102, p. 575-587, dez. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.054>.

JYOTHI, N. Venkata Naga *et al.* Microencapsulation techniques, factors influencing encapsulation efficiency. **Journal Of Microencapsulation**, [S.L.], v. 27, n. 3, p. 187-197, maio 2010. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.3109/02652040903131301>.

LU, Muwen *et al.* Capsaicin—the major bioactive ingredient of chili peppers: bio-efficacy and delivery systems. **Food & Function**, [S.L.], v. 11, n. 4, p. 2848-2860, 2020. Royal Society of Chemistry (RSC). <http://dx.doi.org/10.1039/d0fo00351d>.

LUO, Nan *et al.* In-mouth breakdown behaviour and sensory perception of emulsion gels containing active or inactive filler particles loaded with capsaicinoids. **Food Hydrocolloids**, [S.L.], v. 108, p. 106076, nov. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106076>.

TIMILSENA, Yakindra Prasad *et al.* Encapsulation in the Food Industry: a brief historical overview to recent developments. **Food And Nutrition Sciences**, [S.L.], v. 11, n. 06, p. 481-508, 2020. Scientific Research Publishing, Inc. <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2020.116035>.

WANG, Bo *et al.* Highly efficient synthesis of capsaicin analogues by condensation of vanillylamine and acyl chlorides in a biphasic H₂O/CHCl₃ system. **Tetrahedron**, [S.L.], v. 65, n. 27, p. 5409-5412, jul. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tet.2009.04.046>.

YANG, Ni *et al.* Impact of capsaicin on aroma release: in vitro and in vivo analysis. **Food Research International**, [S.L.], v. 133, p. 109197, jul. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109197>.

ZANOTTO, Aline Wasem. **EMPREGO DE COMPOSTOS AMÍDICOS PARA O CONTROLE DE PENICILLIUM EXPANSUM EM MAÇÃ**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2016.