



Co-encapsulação de oleoresinas de paprica e canela por coacervao complexa seguida de *spray-drying*

Palavras-chave: oleoresinas, coacervao complexa, liberao controlada.

Autoras:

Giovanna Alves Gasparotto (aluna) – Unicamp

Mariana Costa Ferraz (coorientadora) – Unicamp

Profa. Dra. Miriam Dupas Hubinger (orientadora) – Unicamp

1. Introduo

As oleoresinas possuem componentes com potencial biológico que são suscetíveis  degradao na presença de oxignio, luz, altas temperaturas, baixo pH e fluidos gastrointestinais, podendo reduzir sua bioatividade. Os compostos responsáveis por essa atividade podem ser protegidos contra os fatores de degradao através do processo de encapsulao, que criar uma barreira física entre os materiais de núcleo (composto ativo) e a parede da partícula (Bastos et al., 2020b).

A encapsulao por coacervao complexa  o principal método utilizado para óleos essenciais e oleoresinas (Gaonkar et al., 2014) e possui vantagens como a alta eficiência de encapsulao, baixa concentrao de materiais de parede e possibilidade de aplicao na liberao controlada, propriedade importante para garantir o transporte e absoro adequada dos compostos ativos presentes nas oleoresinas durante a digestibilidade e sua entrega no intestino, onde serão efetivamente absorvidos (Bastos et al., 2020b).

Os leos essenciais e oleoresinas possuem compostos bioativos com potenciais antioxidante, anti-helmíntico e antimicrobiano e seu consumo através de bebidas e alimentos  dificultado pela suscetibilidade ao processo de digestão, composto por uma combinao de processos físicos, químicos e enzimáticos que degradam o alimento em escala molecular e catalisam processos digestivos ao longo do trato gastrointestinal (Bastos et al., 2020b). Com o aumento do interesse em ingredientes saudáveis por parte

dos consumidores, torna-se necessária uma técnica que garanta o transporte das oleoresinas em alimentos até o intestino delgado, onde terá maior eficácia na absorção, através da proteção dos ingredientes e controle de sua liberação (Gaonkar et al., 2014).

O objetivo inicial deste projeto era otimizar o processo de co-encapsulação das oleoresinas de páprica e canela pela técnica de coacervação complexa seguida de secagem por *spray drying*. No entanto, devido à pandemia da Covid-19, não foi possível realizar os experimentos em laboratório, de acordo com as resoluções GR-24/2020, GR-34/2020, GR-60/2020, GR-65/2020, GR-72/2020, GR-004/2021 (que suspendeu as atividades após o retorno estabelecido pelas GR-087/2020 e GR-093/2020), GR-020/2021 (modificada pelas GR-024/2021, GR-025/2021 e GR-040/2021) e GR-049/2021 (alterada pela GR-054/2021). Dessa forma, dada a relevância do tópico, a revisão bibliográfica foi realizada sobre temas contidos no projeto inicial de forma a compreender o método de microencapsulação por coacervação complexa e a digestibilidade das microcápsulas em sua principal aplicação, a liberação controlada no trato gastrointestinal.

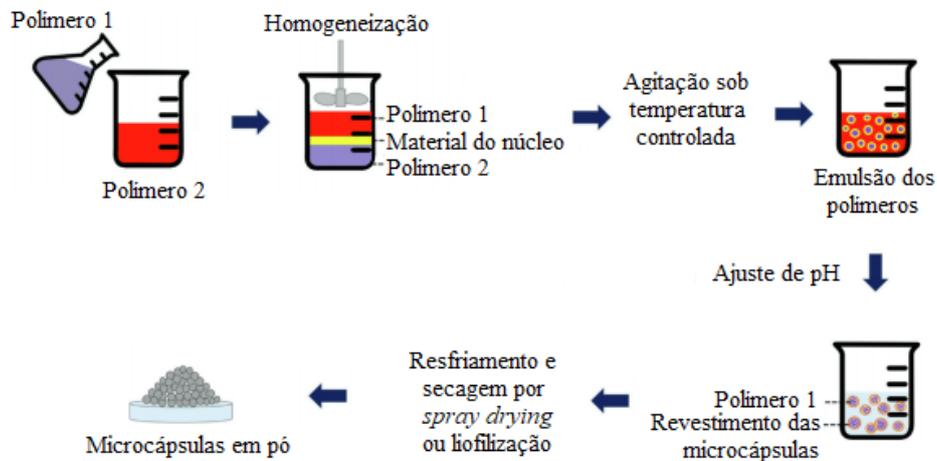
2. Revisão bibliográfica

2.1. Coacervação complexa

A encapsulação por coacervação complexa é realizada com dois hidrocoloides, que podem ser polissacarídeos ou proteínas, de cargas opostas, com a separação de fases a partir da solução inicial. Em seguida, ocorre deposição da fase do coacervado recém-formada no composto ativo suspenso ou emulsionado no meio de interação. O mecanismo de incorporação do ativo é a formação de emulsão óleo em água (O/A) seguida da precipitação de fase contínua em torno das gotas de fase descontínua e ocorre em três etapas: a formação de três fases imiscíveis durante o processo de homogeneização, precipitação do material da cápsula em torno do núcleo e solidificação do revestimento líquido, formando as microcápsulas (Barbosa-Cánovas et al., 2005).

A Figura 1 esquematiza o processo típico de coacervação complexa, onde, inicialmente, o material do núcleo é suspenso e as soluções dos polímeros são adicionadas. Em seguida, o pH é ajustado, o sistema é resfriado e devido à interação entre os polímeros de carga oposta há formação das microcápsulas. Frequentemente, é feita a secagem por *spray drying* ou liofilização, de modo a obter um material sólido e de maior estabilidade (Barbosa-Cánovas et al., 2005).

Figura 1. Esquemática do método de coacervação complexa (com base no diagrama de Kanha et al., 2021).



Hernández-Fernández et al. (2020) encapsularam oleoresina de baunilha pela técnica de coacervação complexa utilizando quitosana e goma-arábica como material envoltório, atingindo 70% de eficiência de encapsulação e 85% de eficiência de retenção, aumentando a estabilidade da oleoresinas no trato digestório. Também foram produzidas por Zuanon et al. (2012) cápsulas de oleoresinas de açafrão por coacervação complexa utilizando gelatina e goma-arábica. A eficiência de encapsulação variou entre 49% e 73%, aumentando com a concentração de material envoltório utilizada e com a proporção de núcleo para material envoltório. Também foi estudada a estabilidade das cápsulas produzidas com relação à luz, e a perda de 72% da curcumina inicialmente presente no sistema não encapsulado foi reduzida para 60% no sistema encapsulado. Dessa forma, a encapsulação foi eficiente no aumento da estabilidade das oleoresinas no sistema digestório.

2.2. Digestão e mecanismo de liberação controlada

A digestão ocorre ao longo do trato gastrointestinal, onde os hormônios gastrointestinais coordenam o processo digestivo, agindo como um mensageiro químico e as enzimas fazem a parte da digestão química, agindo como um catalisador para decompor os alimentos no intestino. Na boca, ocorre a digestão do amido com a amilase salivar, no estômago, tem-se principalmente a ação da pepsina, que digere proteínas e, no intestino delgado, onde ocorre a maior parte da digestão, agem as enzimas lipase e colipase, além de outras enzimas digestórias (Silverthorn, 2017). Para microcápsulas contendo princípios ativos, como é o caso das oleoresinas de páprica e canela, não é

interessante que sejam digeridas e tenham seu conteúdo liberado na boca (amido) ou no estômago (proteína). Por esse motivo, a coacervação complexa é uma alternativa viável para aplicação neste caso e liberação controlada no intestino.

Kanha et al. (2021) estudaram a cinética de liberação *in vitro* de microcápsulas de antocianinas produzidas por coacervação complexa utilizando gelatina e goma-acácia (proporção 1:1) e quitosana e carboximetilcelulose (proporção 5:1) como emulsificantes hidrofílicos. As cápsulas que continham gelatina foram digeridas pela enzima pepsina e a liberação controlada foi maior em cápsulas formadas por quitosana-carboximetilcelulose do que nas cápsulas formadas por gelatina e goma-acácia, formando um veículo efetivo para a liberação e estabilização das antocianinas.

Em experimento realizado por Bastos et al. (2020a) com o uso de β -lactoglobulina e alginato de sódio (proporção 17:1) na coacervação complexa de óleo essencial de Pimenta-do-reino (*Piper nigrum L.*), houve pequena liberação do óleo em condições orais da digestão *in vitro*, em função da fragilidade das microcápsulas causada por uma interação eletrostática repulsiva entre os biopolímeros carregados negativamente. Na simulação gástrica, com pH 3, a interação eletrostática entre a β -lactoglobulina e o alginato de sódio é favorável porque possuem cargas opostas. Na etapa de simulação intestinal, houve rompimento da microcápsula devido ao pH neutro do intestino, que faz com que os envoltórios sejam destruídos e a cápsula seja degradada.

2.3. Aplicação em alimentos

Os coacervados complexos podem ser aplicados diretamente em alimentos e garantir a absorção de bioativos de compostos alimentícios. Silva et al. (2021) estudaram a microencapsulação de probióticos por coacervação complexa em sucos de fruta, com gelatina e goma arábica como materiais de parede. As microcápsulas preveniram a inativação dos probióticos no suco de maçã por 63 dias e permitiram que sobrevivessem por tempo similar no suco de banana, mostrando-se vantajosa.

As microcápsulas também podem ser aplicadas na produção de filmes comestíveis como alternativas a embalagens plásticas. Por serem biodegradáveis, renováveis e atóxicos, há grande vantagem em utilizá-las, como foi realizado por Tavares et al. (2021). As microcápsulas foram produzidas pelo método de coacervação complexa, resultando em filmes de natureza hidrofóbica e, portanto, com baixa solubilidade em água. Além disso, o filme apresentou resistência à tração e baixa permeabilidade a vapor d'água.

3. Conclusão

Os estudos analisados mostraram alta eficiência da microencapsulação por coacervação complexa na liberação controlada de ingredientes ativos provenientes de oleoresinas e óleos essenciais. O método possibilita o transporte adequado desses ingredientes pelo trato gastrointestinal até o intestino, onde há melhor absorção dos compostos ativos e melhor aproveitamento de suas propriedades, além de outras aplicações em alimentos como na produção de filmes comestíveis.

4. Referências bibliográficas

BARBOSA-CÁNOVAS, G. *et al.* **Food Powders: Physical Properties, Processing and Functionality**. New York: Kluwer Academic, p. 210- 212, 2005.

BASTOS, L. P. H. *et al.* Complex coacervates of β -lactoglobulin/sodium alginate for the microencapsulation of black pepper (*Piper nigrum L.*) essential oil: Simulated gastrointestinal conditions and modelling release kinetics. **International Journal of Biological Macromolecules**, p. 861-870. 2020a.

BASTOS, L. P. H. *et al.* Encapsulation of the black pepper (*Piper nigrum L.*) essential oil by lactoferrin-sodium alginate complex coacervates: Structural characterization and simulated gastrointestinal conditions. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 316. 2020b.

GAONKAR, A. G. *et al.* **Microencapsulation in the Food Industry**. [S. l.: s. n.], Academic Press, 2014.

HERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, M.Á. *et al.* Microencapsulation of Vanilla Oleoresin (*V. planifolia* Andrews) by Complex Coacervation and Spray Drying: Physicochemical and Microstructural Characterization. **Foods**, v. 9, p. 1375. 2020.

KANHA, N. *et al.* Properties and kinetics of the in vitro release of anthocyanin-rich microcapsules produced through spray and freeze-drying complex coacervated double emulsions. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 340. 2021.

ZUANON, L. A. *et al.* Production of turmeric oleoresin microcapsules by complex coacervation with gelatin–gum Arabic. **Journal of Food Processing Engineering**, v. 36, p. 364-373, 2012.