

PROSPECÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA SOBRE MICROENCAPSULAÇÃO E NANOENCAPSULAÇÃO NA ÁREA DE ALIMENTOS

Adrielle Oliveira da Cruz¹; Thâmilla Thalline Batista de Oliveira²; Tatiana Barreto Rocha Nery³
Graduanda em Engenharia Química; Iniciação Científica - Laboratório de Alimentos e Bebidas;
adrielle.cruz@aln.senaicimatec.edu.br¹
Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador/BA;thamilla.oliveira@fiieb.org.br²
Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador/BA; tatianabr@fiieb.org.br³

RESUMO

A microencapsulação e nanoencapsulação são tecnologias que permitem a proteção do sabor, cor e liberação controlada de compostos bioativos. O mapeamento dos depósitos de patentes foi realizado com objetivo de avaliar o panorama tecnológico mundial dos métodos de encapsulação com foco na área de alimentos. A pesquisa foi realizada em 126 documentos de patentes da coleção Worldwide do Espacenet® a partir da combinação de palavras-chave com os códigos internacionais de patentes. Foram utilizados 3073 artigos científicos indexados no Scopus com os descritores *microencap** or *nanoencap** encontrado nos títulos, resumos ou palavras-chave dos documentos. O estudo revelou que as tecnologias de encapsulamento estão em crescente expansão conforme demonstram o aumento do número de depósitos, a utilização por indústrias de setores diversos, desenvolvimento de novos equipamentos relacionados à tecnologia e novas aplicabilidades dos métodos.

PALAVRAS-CHAVE: prospecção tecnológica; alimentos; bioativo.

1. INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos tem utilizado a microencapsulação para contornar problemas de formulação que podem surgir da instabilidade química ou física dos ingredientes ativos ou devido à incompatibilidade entre o ingrediente ativo e uma matriz. Por meio do processo de microencapsulação é possível melhorar o desempenho dos pigmentos naturais quanto a luz, oxigênio e calor quando usados em produtos alimentícios adequados^{1e9}. Ao proteger o composto bioativo de fatores como: luz, umidade, oxigênio e interação com outros compostos, pelo uso de materiais encapsulantes específicos, este método estabiliza o produto, aumentando a vida útil e promovendo a liberação controlada do encapsulado em condições pré-estabelecidas². O processo de nanoencapsulação oferece vantagens semelhantes ao de microencapsulação, mas com qualidades aprimoradas, visto que com o aumento da área superficial do composto, características como sua solubilidade e biodisponibilidade são promovidas.

As maiores áreas da indústria de alimentos beneficiadas com a nanotecnologia são desenvolvimento de novos materiais funcionais, processamento em micro e nanoescala, desenvolvimento de novos produtos e nanosensores para a segurança alimentar³. Várias aplicações da nanoencapsulação tornaram-se aparentes, incluindo o uso de nanopartículas lipídicas sólidas, nanoemulsões, nanocápsulas e o uso de nanocompósitos para a embalagem dos alimentos.

Diante do exposto, o presente trabalho tem objetivo de abordar os aspectos relacionados a microencapsulação e nanoencapsulação por meio de uma prospecção tecnológica, através da análise de patentes depositadas em escritórios nacionais e internacionais e de artigos científicos.

2. METODOLOGIA

O levantamento de informações relacionadas à tecnologia de microencapsulação e nanoencapsulação foi realizada entre os meses de agosto e dezembro de 2022, em documentos de patentes da coleção Worldwide do Espacenet® disponibilizada pelo European Patent Office (EPO) dedicada à pesquisa e análise de patentes. O escritório europeu foi escolhido por reunir os documentos publicados em mais de 100 países. Para a pesquisa descritiva foram utilizadas associações entre o campo de Classificação Internacional de Patentes (CIP) e um grupo de palavras-chave (Tabela 1), inseridas no campo em *title* or *abstract*.

Os artigos científicos incluídos no trabalho foram importados da base de dados no Scopus, utilizando os descritores *microencap** or *nanoencap** encontrados nos títulos, resumos ou palavras-chave dos documentos. A busca da prospecção científica incluiu artigos publicados de 1970 a 2022. Foram utilizados na discussão do trabalho, apenas artigos científicos publicados nos últimos 10 anos, tendo como foco principal os trabalhos que descreveram as aplicações de nano e microencapsulação em produtos alimentícios.

Diante da abrangência do número de patentes encontradas, foi selecionada para a análise das informações as combinações das palavras-chave: *microencap** or *nanoencap**. Essas foram associadas com os códigos A23 (alimentos ou produtos alimentícios; seu beneficiamento, não abrangido por outras ISSN 0805-2010 – Anuário de resumos expandidos apresentados no VIII SAPCT - SENAI CIMATEC, 2023

classes) and B01 (aparelhos físicos ou químicos em geral) por representar a forma que melhor descreve o escopo deste trabalho (Tabela 1).

Tabela 1. Busca de patentes por palavra-chave, agrupamento das palavras-chave e códigos de classificação internacional de patentes na base de dados europeia (Espacenet®).

Palavras-chave e/ou códigos	Espacenet
Microencap*	5107
Nanoencap*	135
Microencapsulation	1611
Nanoencapsulation	83
A23	>10000
B01	>10000
(microencap* or nanoencap* and (A23 and B01))	180

Fonte: Autoria própria (2023).

Foi recuperado um conjunto de 180 documentos disponíveis. Através do editor CSVed.exe foi possível exportar e extrair os dados para uma planilha do Microsoft Excel e analisá-los conforme o cenário tecnológico do tema proposto neste trabalho, por informações referentes aos anos de depósitos, códigos de classificação, origem da tecnologia, empresas depositantes, área de aplicação e métodos de nano e microencapsulação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Evolução anual das patentes

Através da análise dos documentos de patentes, foi detectado o primeiro registro de proteção da tecnologia relacionada a métodos de microencapsulamento no ano de 1970, tendo como país de origem os Estados Unidos (Figura 1) e depositada pela Merck & Company. O documento intitulado “*Edible cereal preparation comprising nutritionally available iron in microencapsulated form*” (US19700072836), utilizou o método de coacervação complexa, empregando a goma-arábica como material de parede e o fumarato ferroso como núcleo. As microcápsulas foram utilizadas para aumentar a quantidade de ferro disponível em alimentos processados à base de cereais, visto que o ferro é uma substância de aporte nutricional essencial⁴ em alguns alimentos.



Figura 1. Evolução anual de depósitos de patentes relacionadas a métodos de microencapsulação e nanoencapsulação entre 1970 e 2022. Fonte: Autoria própria (2023).

As aplicações da microencapsulação e nanoencapsulação vem sendo crescentemente utilizadas, prova disso é o número de artigos científicos publicados, assim como patentes já depositadas na área, o que indica que as tecnologias estão disponíveis ou apresentam amplo potencial no setor produtivo⁵ realizaram a microencapsulação do sacarato de hidróxido férrico com revestimento de alginato de sódio por meio da coacervação complexa, para fortificação de produtos alimentares hidratados e desidratados. Os resultados mostraram que as microcápsulas se mantiveram estáveis por um longo período de tempo na matriz alimentícia e foram capazes de liberar o composto no trato gastrointestinal⁶ nanoencapsularam o óleo essencial de jasmim, utilizando a gelatina e goma arábica como material de parede pelo mesmo método, e os resultados sugeriram que as nanocápsulas podem ter potencial de aplicação como veículo de entrega de aromas, fragrâncias ou ingredientes funcionais na indústria alimentícia, têxtil e farmacêutica. Verifica-se que alguns trabalhos científicos aplicaram a técnica de coacervação complexa e obtiveram resultados positivos, quando observado a eficiência do processo e da proteção do núcleo envolto.

A Figura 1 apresenta a evolução da tecnologia de microencapsulação nas patentes depositadas, expondo o potencial de inovação na área. Além da área alimentícia, as microcápsulas podem ainda ser utilizadas em diversas áreas, como farmacêutica, cosmética e agroquímica. O cenário dos últimos vinte e dois anos apresentou potencial para o desenvolvimento de novos produtos e/ou processos na área da encapsulação visando à indústria de alimentos, além da expansão da utilização de nano e microencapsulação em áreas diversas.

A tecnologia de encapsulação oferece muitos benefícios e, por isto, as micro/nanocápsulas têm sido empregadas em várias áreas. A Figura 2 retrata as principais aplicações industriais e tecnológicas. Do

volume total de documentos de patentes depositados relacionados a métodos de micro e nanoencapsulação, nota-se que 53% estão associados a alimentos, 29% à área farmacêutica, 9% na medicina veterinária e alimentação animal, 5% agricultura, e 5% em outras áreas de aplicação.



Figura 8. Distribuição de patentes depositadas relacionadas a métodos de encapsulamento por área de aplicação. Fonte: Autoria própria (2023).

Os documentos de patentes encontrados relacionados à área de alimentos se concentram em proteger materiais ativos, sabor, aroma, pigmentos e vitaminas. A aplicação dessas patentes tem tido um grande destaque pela evolução dos métodos utilizados e capacidade de inovação, gerando desafios e demonstrando que tais tecnologias ingressam em escalas cada vez menores nas estruturas naturais, visando extrair maiores benefícios dos produtos desenvolvidos. A micro e nanoencapsulação são tecnologias que podem ser utilizadas para aumentar a eficácia de muitos compostos na indústria e, outras técnicas, como a liberação controlada, além de permitirem a reformulação de muitos produtos, melhorando e conferindo-lhes propriedades inovadoras^{7 e 8}.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os métodos de microencapsulação e nanoencapsulação tem se mostrado promissores, uma vez que se observa um aumento crescente nos documentos de patentes depositadas (a nível mundial), assim como de artigos científicos na área, podendo a tecnologia de micro e nanoencapsulação ser interpretada como uma estratégia das indústrias tanto para resolver problemas (minimizar alterações e perdas) quanto inovar, abastecendo um mercado competitivo com produto de apelo mais atrativo e diferenciado.

5. REFERÊNCIAS

- ¹CONSTANT, L. B. P., MELO, T. S., PIMENTEL, A. A., ARAUJO, R. R. S., FANCHIOTTI, F. E., SILVA, A. G., e SANTOS, J. A. B. **Microencapsulação de pigmento natural de urucum e avaliação de sua estabilidade.** Research, Society and Development, Sergipe, v.10, n.9, p. 2, 2021.
- ²CASTRO, H. F.; MENDES, A. A.; SANTOS, J. C. **Azeite de dendê microencapsulado: uma alternativa para fortificação de iogurtes.** Química Nova, v.27, n.1, p.146-156, jun./jul. 2004.
- ³MORARU, C.; PANCHAPAKESAN, C.; HUANG, Q.; TAKHISTOV, P.; LIU, S.; KOKINI, J. **Características de nanopartículas e potenciais aplicações em alimentos.** Campinas, v.15, n.2, p.99-109, abr./jun. 2012.
- ⁴BRITO DE SOUZA, V., THOMAZINI, M., CHAVES, I. E., FERRO-FURTADO, R., e FAVARO-TRINDADE, C. S. (2020). **Microencapsulation by complex coacervation as a tool to protect bioactive compounds and to reduce astringency and strong flavor of vegetable extracts.** Food Hydrocolloids, v.98, n.105244. 2020.
- ⁵KHOSROYAR, S., & ARASTEHNODES, A. **Investigation of physical conditions in the formation of micro and Nano iron/alginate capsules in the coacervation technique.** Journal of Nanoanalysis, v.5(1), p.58-65. mar/2018.
- ⁶LV, Y., YANG, F., LI, X., ZHANG, X., e ABBAS, S. **Formation of heat-resistant nanocapsules of jasmine essential oil via gelatin/gum arabic based complex coacervation.** Food Hydrocolloids, v.35, p.305-314, mar/2014.
- ⁷RIBEIRO, B., e SHAPIRA, P. **Private and public values of innovation: A patent analysis of synthetic biology.** Research Policy. v.49(1), n.103875, fev/2020.
- ⁸TOMMASI, A. C., NETO, A. G. V., CARDOSO, B. T., e NETO, P. **Prospecção tecnológica sobre a utilização de óleo de coco para produção de biodiesel.** Cadernos de Prospecção, v.7, n.1, p.107-117. 2014.
- ⁹JANSEN-ALVES, C. et al. **Microencapsulation of Propolis in protein matrix using spray drying for application in food systems.** Food and Bioprocess Technology, v. 11, n. 7, p. 1422–1436, 2018.