



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS  
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL (PET-FARMÁCIA)  
**CONSULTORIA ACADÊMICA – DISCIPLINA: TECNOLOGIA FARMACÊUTICA**  
**Bolsista: Luís Eduardo Oliveira da Silva – Graduando do 7º período**  
**Orientada por: Profa. Dra Silvana Teresa Lacerda Jales**

### **MICROENCAPSULAÇÃO DE PROBIÓTICOS**

Os probióticos são definidos como adjuntos dietéticos microbianos que afetam benéficamente a fisiologia do hospedeiro pela regulação da imunidade local e sistêmica e pela melhora do balanço nutricional e microbiano no trato intestinal. Um microrganismo é considerado probiótico se for habitante normal do trato gastrointestinal, sobreviver à passagem pelo estômago e manter a viabilidade e atividade no intestino (COOK et al., 2012).

A influência benéfica dos probióticos sobre a microbiota intestinal humana inclui fatores como efeitos antagônicos, competição e efeitos imunológicos, resultando em um aumento da resistência contra microrganismos patogênicos. Assim, a utilização de culturas bacterianas probióticas estimula a multiplicação de bactérias benéficas, em detrimento da proliferação de bactérias potencialmente prejudiciais, reforçando os mecanismos naturais de defesa do hospedeiro. Essas culturas estão localizadas em diferentes regiões do trato intestinal, presentes em grupos específicos de microrganismos, como bactérias lácticas e bífidas, que modulam a microbiota nesses espaços, principalmente devido aos seus produtos de metabolismo (COOK et al., 2012; FRITZEN-FREIRE et al., 2013).

Os principais probióticos são pertencentes aos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, que fazem parte da microbiota do intestino humano, pois exercem efeitos benéficos para a saúde humana e melhoram as propriedades da microbiota nativa. A implantação e sobrevivência desses

microrganismos quando administrados como probióticos dependerá grandemente do tipo de dieta consumida pelo hospedeiro, a qual pode promover sua proliferação. A predominância de bifidobactérias nas paredes do cólon proporciona competição por espaço e nutrientes às custas de gêneros menos desejáveis (CASTRO-CISLAGHI et al., 2012).

Diferentes técnicas para aumentar a resistência desses microorganismos contra condições adversas têm sido propostas, incluindo a seleção adequada em presença do ácido estomacal e de cepas resistentes à bile, uso de duas fases fermentativas, adaptação ao estresse, incorporação de micronutrientes, como peptídeos e aminoácidos, e a microencapsulação (BRINQUES; AYUB, 2011; CHAMPAGNE et al., 2011).

A microencapsulação pode ser definida como a tecnologia de recobrir partículas ou pequenas gotas de material líquido ou gasoso, formando cápsulas em miniatura, as quais podem liberar seu conteúdo em taxas controladas e/ou sob condições específicas. Os propósitos gerais da microencapsulação consistem na possibilidade de fazer um líquido comportar-se como sólido, separar materiais reativos, reduzir a toxicidade do material ativo, controlar a liberação do material, reduzir volatilidade de líquidos, mascarar gosto de componentes amargos e proteger contra a luz, água e calor. (MIRZAEI et al., 2012; FRITZEN-FREIRE et al., 2013).

As microcápsulas podem apresentar tamanho na faixa de frações de micron até vários milímetros, possuindo diferentes formas, dependendo dos materiais e métodos utilizados em sua preparação. O material externo é denominado agente encapsulante, enquanto o ingrediente interno é o material ativo. Entre os materiais que podem ser encapsulados, para aplicação na indústria alimentícia, incluem-se ácidos, bases, óleos, vitaminas, sais, gases, aminoácidos, *flavors*, corantes, enzimas e microorganismos (OROSCO et al., 2012).

O material microencapsulante geralmente é de natureza semipermeável, apresentando morfologia esférica, envolta por uma resistente membrana sólida ou sólida/líquida, com um diâmetro variando de poucos microns a 1mm (ANAL & SINGH, 2007). A técnica de encapsulação pode ter diversas aplicações na indústria de alimentos, podendo ser utilizada para estabilização de material encapsulado, controle de reações oxidativas, para a liberação controlada, para mascarar sabores, cores ou odores indesejáveis, prolongar a vida útil e proteger compostos de valor nutricional. Vários polímeros, como alginato, quitosana, carboximetilcelulose (CMC), carragena,

gelatina e pectina são aplicados, utilizando várias técnicas de microencapsulação (FÁVARO-TINDADE et al., 2008; LI et al., 2009; BUREY et al., 2009).

As microcápsulas podem ser projetadas para liberação gradual de ingredientes ativos, em que o material de revestimento da cápsula pode ser selecionado para liberar o material microencapsulado em áreas específicas do organismo. Um material de revestimento deve ser capaz de resistir a condições ácidas no estômago, permitindo que os ingredientes ativos possam atravessar o estômago de maneira intacta (CHAMPAGNE et al., 2011).

Em relação à indústria de alimentos, o emprego da microencapsulação tem sido intensificado devido às novas necessidades demonstradas nas formulações dos produtos, muitas vezes, de extrema complexidade. Uma dessas necessidades está no estudo de liberação controlada. Desse modo, a microencapsulação deixa de ser somente um método de agregação de substâncias a uma formulação alimentícia, para tornar-se uma fonte de ingredientes totalmente novos e com propriedades únicas (ANEKELLA; ORSAT, 2013).

Métodos utilizados para a microencapsulação de probióticos

Existem diversas técnicas que podem ser utilizadas para a encapsulação de probióticos, sendo que a seleção do método é dependente da aplicação que será dada à microcápsula, do tamanho desejado das partículas, do mecanismo de liberação e propriedades biológicas e físico-químicas, tanto da cultura quanto do agente encapsulante. Diversas técnicas podem ser utilizadas para a encapsulação de probióticos, como ilustrado na tabela 1 (FRITZEN-FREIRE et al., 2013).

Tabela 1 - Principais técnicas utilizadas para microencapsular culturas probióticas.

Técnica de microencapsulação	Tipos de material encapsulante	Características principais do processo
<i>Spray-drying</i>	Polímeros solúveis em água	Viabilidade de preparação de soluções com micro-organismos; atomização da solução que é nebulizada com a produção de uma massa de gotículas; secagem do material nebulizado por evaporação; fácil separação do produto seco formado.
Spray-congealing	Ácidos graxos, ceras polímeros solúveis e insolúveis em água, monômeros	Preparação de soluções de revestimento com a solidificação do revestimento da cápsula por congelamento, promovendo melhor agregação do material encapsulante e possibilidade de melhor remoção de solventes adjuntos.
Leito fluidizado	Polímeros solúveis e insolúveis em água, lipídeos, ceras	Preparação de soluções de revestimento com a fluidização de partículas nucleadas;
Extrusão	Polímeros solúveis e insolúveis em água	Preparação de materiais de revestimento; dispersão de materiais e fácil agregação com o composto encapsulado; dispensa tratamento térmico, o que facilita a viabilidade de materiais termolábeis.
Técnica de separação de fases/ Coacervação	Polímeros solúveis em água	Processo que envolve a associação reversível de dois polímeros; possibilidade de se trabalhar com biopolímeros com ausência de solvente orgânico e condições brandas de temperatura no processamento.
Método eletrostático	Compostos ou polímeros com cargas opostas	Possibilita melhor interação dos materiais de revestimento com os materiais a serem encapsulados através da interação de cargas opostas.

Componentes protetores podem ser incorporados na microcápsula, aumentando assim a sobrevivência das células durante o processamento e armazenamento. Quando as microcápsulas se tornam secas, uma nova superfície de revestimento pode ser aplicada a elas. Essa camada exterior pode ter a finalidade de melhorar a estética e as propriedades sensoriais do produto, como também conferir funcionalidade, fornecendo assim uma proteção extra para as células. Além disso, a camada de revestimento pode ter propriedades de dissolução controlada, que permitam o controle da liberação dos micro-organismos, como, por exemplo, a liberação das culturas pela mudança de pH (ANEKELLA; ORSAT, 2013; MENEZES et al., 2013).

Uma grande diversidade de polímeros tem sido utilizada para encapsular microrganismos probióticos, conferindo proteção frente a baixos valores de pH, altas concentrações de sais biliares, além de serem empregados para aumentar a estabilidade física do micro-organismo durante o processamento. As microcápsulas que utilizam polímeros como material de revestimento são de fácil confecção, sendo que esses polímeros podem ser isolados de várias fontes. No entanto, a maioria das microcápsulas produzidas convencionalmente, como as cápsulas de alginato, tendem a ter muita porosidade, o que permite fácil e rápida difusão de água e outros fluidos dentro e fora da cápsula, necessitando, assim, de técnicas mais apuradas (COOK et al., 2012; COMAN et al., 2012).

### **Encapsulação de probióticos em alginato**

Alginatos são polímeros lineares de alta massa molar com seções rígidas e regiões flexíveis, formados por monômeros de ácido  $\beta$ -D-Maurônico (M) e ácido  $\alpha$ -L-Gulurônico (G), ligados de forma linear por ligações glicosídicas  $\alpha(1,4)$ , contendo três tipos de estruturas de blocos: blocos de ácido  $\beta$ -D-Manurônico (M), blocos de ácido  $\alpha$ -L-Gulurônico (G) e uma mistura desses blocos (MG) (MENEZES et al., 2013).

O processo de polimerização interfacial é instantâneo, quando ocorre a adição de uma solução de alginato de sódio numa solução contendo cálcio, promovendo a precipitação de alginato de cálcio, seguido de uma geleificação mais gradual, conforme demonstrado na figura 1. O tamanho das partículas geralmente é dependente da viscosidade da solução do polímero, do diâmetro do orifício que injeta o alginato de sódio no sistema e da distância entre a saída da solução de alginato de sódio e a solução geleificante (ANAL; STEVENS, 2005; SOHAIL et al., 2011).

## FIGURA

O método convencional de encapsulação com o alginato de sódio em cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) tem sido utilizado para encapsular *L. acidophilus* para proteger esse microrganismo das condições ácidas do fluido gástrico. Estudos têm demonstrado que o sistema cálcio-alginato encapsulando culturas celulares protege de maneira mais efetiva, demonstrado pelo aumento da sobrevivência de bactérias em diferentes condições, do que as culturas não encapsuladas. Os resultados desses estudos demonstram que a viabilidade das culturas microencapsuladas em fluido gástrico simulado aumenta com o tamanho da cápsula. No entanto, estudos mostraram que cápsulas de alginato de cálcio com tamanho superior a 1 milímetro podem causar alteração na textura nos alimentos em que foram aplicados e que pequenas cápsulas, de tamanho inferior a 100 micrômetros, não protegem significativamente as culturas em fluido gástrico, em comparação com as células livres.

Nessa perspectiva, pode-se concluir que a utilização dos processos de microencapsulação de probióticos é uma alternativa promissora para solucionar os problemas que esses microrganismos encontram no processamento de alimentos. Porém, existem diversos desafios para selecionar o processo de microencapsulação e os materiais encapsulantes mais adequados. A manutenção da viabilidade das células probióticas em condições de baixo pH e elevadas concentrações de sais biliares é um dos pontos primordiais para o sucesso da encapsulação desses microrganismos.

## REFERÊNCIAS

- ANAL, A. K.; SINGH, H. Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery. **Trends Food Science and Technology**, v. 18, n. 5, p. 240–251, 2007.
- ANEKELLA, K.; ORSAT, V. Optimization of microencapsulation of probiotics in raspberry juice by spray drying. **LWT - Food Science and Technology**, v.50, p.17-24, 2013.
- BRINQUES. G.B.; AYUB, M.A.Z. Effect of microencapsulation on survival of *Lactobacillus plantarum* in simulated gastrointestinal conditions, refrigeration and yogurt. **Journal of Food Engineering**, v.103, p.123-128, 2011.
- BURAY, P. et al. Gel particles from spray-dried disordered polysaccharides. **Carbohydrate Polymers**, v.76, p.206-213, 2009.
- CASTRO-CISLAGHI, F. P. et al. Bifidobacterium Bb-12 microencapsulated by spray drying with whey: Survival under simulated gastrointestinal conditions, tolerance to NaCl, and viability during storage. **Journal of Food Engineering**, v. 113, p. 186-193, 2012.
- CHAMPAGNE, C. P. et al. Recommendations for the viability assessment of probiotics as concentrated cultures and in food matrices. **International Journal of Food microbiology**, v. 149, p. 185-193, 2011.
- COMAN, M. M. et al. Functional foods as carriers for SYN BIO®, a probiotic bacteria combination. **International Journal of Food Microbiology**, v. 157, p. 346–352, 2012.
- COOK, M. T. et al. Microencapsulation of probiotics for gastrointestinal delivery. **Journal of Controlled Release**, v. 162, n. 56–67, 2012.
- FAVARO- TRINDADE, C. S. Revisão: Microencapsulação de ingredientes alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 11, n. 2, p. 103-112, 2008.
- FRITZEN-FREIRE, C.B. et al. Effect of microencapsulation on survival of Bifidobacterium BB-12 exposed to simulated gastrointestinal conditions and heat treatments. **LWT- Food Science and Technology**, v.50, p.39-44, 2013.
- LI, B. et al. Fabrication of starch-based microparticles by an emulsification-crosslinking method. **Journal of Food Engineering**, v.92, p.250-254, 2009.
- MIRZAEI, H. et al. Effect of calcium alginate and resistant starch microencapsulation on the survival rate of *Lactobacillus acidophilus* La5 and sensory properties in Iranian white brined cheese. **Food Chemistry**, v.132, p.1966-1970, 2012.
- OROSCO, I. M.; KUNIGK, C. J. Influência do preparo do inóculo na sobrevivência de bactérias probióticas encapsuladas liofilizadas. Instituto Mauá de Tecnologia, 2012.
- SOHAIL, A. et al. Survivability of probiotics encapsulated in alginate gel microbeads using a novel impinging aerosols method. **International Journal of Food Microbiology**, v.145, p.162-168, 2011.