

NANOENCAPSULAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS E ÓLEOS ESSENCIAIS POR ELECTROSPINNING

por Elessandra da Rosa Zavareze e Alvaro Renato Guerra Dias

A nanotecnologia é uma grande área da pesquisa a qual envolve o desenvolvimento de estruturas, dispositivos ou materiais que têm pelo menos uma dimensão de aproximadamente 1-100 nm de diâmetro.

Partículas nanométricas apresentam propriedades físicas e químicas significativamente diferentes das propriedades de materiais em macroescala constituídos pela mesma substância, devido principalmente à alta relação de superfície em relação ao volume total.

Apesar do interesse em torno da nanotecnologia e do alto investimento, a indústria de alimentos tem sido lenta para utilizar esses recursos. Isso não é inesperado, uma vez que o público tem preferência por produtos alimentícios denominados "naturais", que possuem menor quantidade de aditivos químicos e menos processados, com isso a implementação de tecnologias alimentares emergentes tem sido inibida, e a nanotecnologia não foi exceção.

Assim, a opinião pública sobre aplicações gerais da nanotecnologia varia de indiferente a ligeiramente positivo, sendo que alguns estudos sugerem que os consumidores continuam cautelosos sobre "nanoalimentos".

A concepção de "nanoalimentos" são nanocápsulas ou nanofibras que contenham modificadores de cor, odor, sabor, ou compostos, como vitaminas, aminoácidos, peptídeos bioativos, enzimas, óleos essenciais os quais continuariam inalterados no interior do alimento e após um período de tempo liberados mantendo sua ação ativa.

A literatura descreve uma série de benefícios promovidos pelo consumo de alimentos ricos em algumas substâncias que protegem nosso organismo que são os compostos bioativos, os quais não são considerados nutrientes. A diferença entre estes compostos e os nutrientes é que estes compostos não são essenciais para a saúde, mas apresentam vários benefícios quando consumidos, protegendo nossas células com ação antioxidante, anti-mutagênica e anticancerígena.

Nosso organismo não vive sem vitaminas e minerais que são nutrientes, mas vive sem licopeno, resveratrol, antocianinas, betacaroteno ou catequinas que são compostos bioativos. Estas substâncias são produzidas pelos vegetais como uma espécie de proteção própria.

Alguns exemplos de compostos bioativos são: polifenóis encontrados nas frutas vermelhas e roxas, no cacau, em alguns chás, em feijão preto, sorgo vermelho e soja preta; glicosinolatos presentes nos brócolis, couve de bruxelas e repolhos; e carotenóides presentes nos vegetais e frutas amarelas, folhas verdes escuras e tomates. No entanto, grande parte dos compostos bioativos são sensíveis à luz e ao calor e são facilmente degradados em condições inadequadas, sendo assim a encapsulação destes compostos contribui para aumentar a estabilidade durante o processamento dos alimentos.

Uma grande variedade de óleos essenciais com ação antioxidante, antifúngica, antibacteriana, inseticida ou antiviral também são instáveis a algumas condições ambientais, tornando promissor a encapsulação destes compostos.

O *electrospinning* é uma técnica a qual permite a produção de fibras ou cápsulas poliméricas com dimensões em escala nanométrica bem como o encapsulamento de compostos bioativos sensíveis a degradação térmica, luminosa ou por diferentes condições ambientais.

A encapsulação de compostos bioativos por essa técnica é bastante promissora para aplicações em alimentos, pois além de proteger o composto, é possível controlar a liberação dos compostos encapsulados, e o processo é realizado em temperatura ambiente ($23 \pm 2^\circ\text{C}$).

A técnica utiliza a aplicação de forças eletrostáticas na solução através da aplicação de alta voltagem, onde um eletrodo conectado a uma fonte de alta tensão positiva ou negativa é acoplado a ponta da agulha que passará a solução polimérica, desta forma essas cargas são induzidas no interior da solução.

Em um primeiro momento a solução é mantida sob a forma de uma gota na extremidade da agulha, devido a sua tensão superficial. Com o aumento gradativo da tensão elétrica ocorre a amplificação da gota, formando um cone. Quando as forças eletrostáticas superam a tensão superficial, um jato da ponta do cone é ejetado em direção a região de potencial mais baixo, sendo na maioria das vezes um coletor metálico aterrado. No momento em que o jato é transportado, ocorre a evaporação do solvente e assim o polímero solidifica-se, produzindo uma membrana composta de nanofibras ou nanocápsulas na forma de pó que são depositadas no coletor (Figuras 1 e 2).

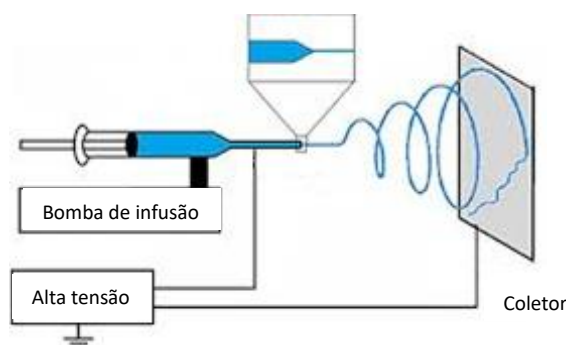


Figura 1. Esquema de uma estação de *electrospinning*.

As nanofibras ou nanocápsulas podem ser produzidas a partir de diferentes polímeros naturais e/ou sintéticos. As pesquisas sobre encapsulação de compostos bioativos pela técnica de *electrospinning* que estão sendo realizadas no LabGrãos tem utilizado os polímeros naturais a base de grãos, tais como a zeína do milho, amidos de arroz e milho com diferentes teores de amilose, amido modificado, celulose extraída de casca de arroz, glúten de trigo e isolado proteico de soja como material encapsulante.

Os principais polímeros sintéticos utilizados são poli (ácido láctico), poli etilenoglicol e álcool polivinílico. Existem diversos parâmetros que devem ser controlados no processo de *electrospinning* e que influenciam na formação das nanofibras ou nanocápsulas, tais como a solução polimérica (viscosidade aparente, condutividade elétrica, tensão superficial), condições do processamento (voltagem aplicada, taxa de fluxo, distância do coletor) e condições ambientais (umidade relativa do ar, temperatura ambiente).

A estrutura porosa e a relação superfície-volume extremamente alta das nanofibras podem facilitar o encapsulamento de uma variedade de materiais além dos compostos bioativos, como drogas, enzimas, alimentos, agroquímicos.

O mecanismo de liberação dos compostos encapsulados pode ser por difusão através dos poros da nanofibra ou nanocápsula, pela degradação da matriz polimérica ou uma combinação de difusão e degradação de polímero. Quanto maior a hidrofobicidade dos polímeros mais lenta é a taxa de liberação dos compostos em meio aquoso e polímeros mais hidrofílicos apresentam uma taxa de liberação mais rápida.

Além da encapsulação de compostos bioativos, as nanofibras produzidas por *electrospinning* também são aplicadas em diferentes campos potenciais, tais como filtração, curativos, entrega de drogas, etc.

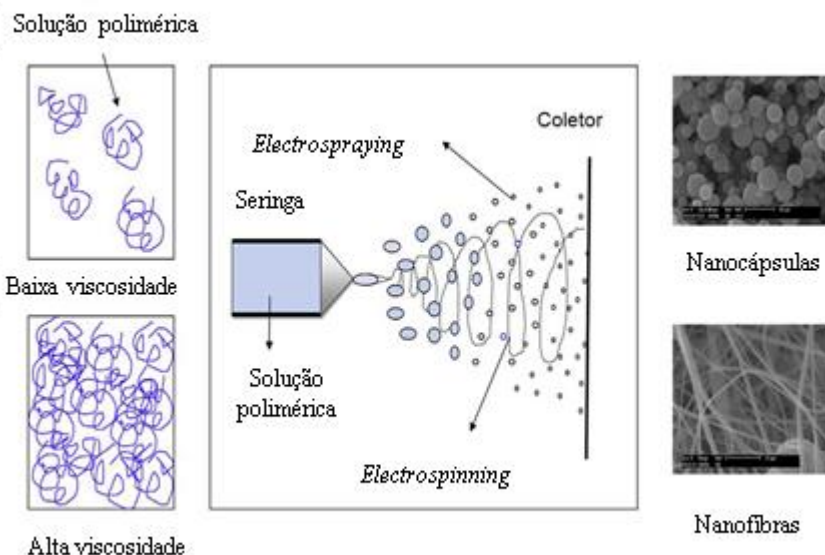


Figura 2. Esquema de um processo básico de *electrospinning* (formação de jato) e *electrospaying* (atomização de gotas líquidas) com formação de nanocápsulas e nanofibras.

O uso de nanofibras produzidas por *electrospinning* na agricultura é comparativamente novo, mas já estão sendo estudadas na proteção de plantas usando nanofibras carregadas com feromônio, proteção de plantas usando encapsulamento de agentes de controle biológico, preparação de roupas protetoras para trabalhadores agrícolas, encapsulamento de materiais agroquímicos, extração de ácido desoxirribonucleico em estudos de pesquisa agrícola, pré-concentração e medição de pesticidas em culturas e amostras ambientais, preparação de nanobiossensores para detecção de pesticidas, embalagens para alimentos, imobilização de enzimas e filtração de bebidas.

As nanofibras produzidas por *electrospinning* também apresentam potencial aplicação na dessalinização de águas salgadas para irrigar culturas ou refinar águas contaminadas por pesticidas e fertilizantes. Uma vez que uma grande quantidade de água no mundo é consumida na agricultura e devido à escassez de água potável, a gestão do consumo de água na agricultura é de grande importância.

Em 2014, o Labgrãos aprovou um projeto financiado pela CAPES em parceria com a *University of Guelph*, do Canadá, sobre nanoencapsulação de compostos bioativos pela técnica de *electrospinning* para aplicação em alimentos e embalagens de alimentos. Desde então, iniciou-se trabalhos de pesquisas com Dissertações de Mestrado e Teses de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFPel sobre o assunto que engloba a encapsulação de compostos bioativos, tais como óleos essenciais, antocianinas e carotenoides pela técnica de *electrospinning*.

Também está em andamento um projeto com a Embrapa Trigo sobre o nanoencapsulamento do ácido fólico (vitamina B9) e avaliação da sua estabilidade térmica e luminosa e posterior aplicação em farinha de trigo e avaliação da sua estabilidade em pães.



Profa. Dra. Elessandra da Rosa Zavareze
elessandrad@yahoo.com.br



Prof. Dr. Alvaro Renato Guerra Dias
alvaro.guerradias@gmail.com