

## APLICAÇÃO DA NANOTECNOLOGIA EM DIVERSOS CAMPOS DA CIÊNCIA

### **Andrielly França da Silva**

Graduanda em Engenharia Química;  
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

### **Jéssica Sampaio Ramos**

Graduanda em Engenharia Química;  
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

### **Letícia Fernandes Gonçalves**

Graduanda em Engenharia Química;  
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

### **Marcio Tulio Matheus Santos**

Químico – UMG; Mestre em Pesquisa e Desenvolvimento em Biotecnologia médica – UNESP;  
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

### **Murilo Teodoro Martinez**

Mestre em Química Analítica – USP;  
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

### **Uilian Gabaldi Yonezawa**

Químico – FEF; Mestre e Doutor em Ciência dos Materiais – UNESP;  
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

### **RESUMO**

A Nanotecnologia é uma técnica inovadora e tem como finalidade melhorar as propriedades de um determinado material, possibilitando sua aplicação em diversas áreas. O objetivo deste presente artigo de revisão é demonstrar os benefícios da nanotecnologia aplicada nas áreas farmacêuticas, cosméticas e alimentícias. Através de relatos, é notório que o uso da nanotecnologia prolonga os efeitos de fármacos no organismo, possibilitando uma dosagem menor. Assim como promove o desenvolvimento de partículas nanométricas aplicadas em produtos cosméticos, potencializando a função do mesmo em diversos tratamentos. O uso de nanoemulsão e nanoestruturas vêm ganhando destaque na área alimentícia por apresentar melhores desempenhos e promover sabor, textura e consistência. Por isso torna-se evidente que a nanotecnologia é uma ciência que promove resultados satisfatórios tendendo a ser uma tecnologia promissora.

**PALAVRAS-CHAVE:** nanotecnologia; farmacêutico; cosmético e alimentício.

## **1 INTRODUÇÃO**

De acordo com a literatura, o uso da nanotecnologia para o desenvolvimento de novos materiais está em constante crescimento nos últimos anos. Ela é classificada por diversos autores como a base para a próxima revolução industrial, pois é um ramo favorável em crescente desenvolvimento mundial, onde há a criação de novos materiais com o uso da tecnologia moderna em manipular átomos e

moléculas (RESCH et al., 2015). Diversos estudos têm demonstrado que o seu uso melhora o desempenho de diversos compostos, devido a formação de ligações mais estáveis, e fazendo com que esses compostos formados se comportem de uma forma mais eficiente em relação ao seu estado original.

Esse prefixo “nano” equivale a  $10^{-9}$  metros, e determina propriedades como cor, condutividade, reatividade, ponto de fusão, entre outras; dando assim novas aplicações para os materiais. Sendo também uma tecnologia multidisciplinar com aplicações em diversas áreas da ciência como engenharia dos materiais e da computação, engenharia química, medicina, química, biologia e física (RESCH et al., 2015).

Considerada uma técnica inovadora e revolucionária em diversos campos a nanotecnologia tem como finalidade a melhoria da propriedade de um determinado material. Fahning et al. (2011) pesquisaram o uso da nanotecnologia na indústria farmacêutica, em que foi desenvolvida a liberação controlados de fármacos, regularmente descritos como “Drug Delivery Systems” que é uma técnica para facilitar a entrada e potencializar a absorção de ativos no corpo, diminuindo não só o tempo necessário para que o resultado apareça como o número de sessões do tratamento em questão. Oferecendo assim, inúmeras vantagens quando se é comparado a outros de formas convencionais.

Segundo Baril et al. (2012), a aplicação da nanobiotecnologia na produção de cosméticos e formulações dermatológicas tem como finalidade o prolongamento do tempo de residência dos ativos cosméticos, proteção à degradação química ou enzimática dos reagentes que compõem o produto e controle de sua liberação, principalmente no caso de irritantes em altas doses. Além disso, os autores descrevem que empresas têm investido em cremes facial a partir de nanocapsulas de vitamina E, para o combate do envelhecimento natural da pele.

De acordo com Assis et al. (2012), a aplicação da nanotecnologia no meio alimentício é recente, com relação à área biomédica e tecnológica, nas quais a nanotecnologia já é utilizada na fabricação de materiais. Porém, o seu uso encontra-se presente tanto na elaboração de produtos com características funcionais e nutracêuticas, como no desenvolvimento de processos de embalagens inteligentes, acarretando resultados promissores na elaboração de tais produtos segundo os autores.

É notório que ao se reduzir a escala da matéria não somente se modifica seu tamanho propriamente dito, como também se podem modificar as propriedades de um determinado material e proporcionar resultados positivos para determinadas aplicações.

## 2 OBJETIVOS

O objetivo desse artigo é mostrar o crescente avanço da aplicação da nanotecnologia em diferentes áreas, mais especificamente, nas áreas farmacêuticas, cosméticas e alimentícias.

## 3 MATERIAL E MÉTODO

Trata-se de um levantamento bibliográfico realizado em artigos científicos nacionais e internacionais, indexada nas bases de dados SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), livros, teses e manuais relacionados ao assunto.

## 4 NANOTECNOLOGIA NA ÁREA FARMACÊUTICA

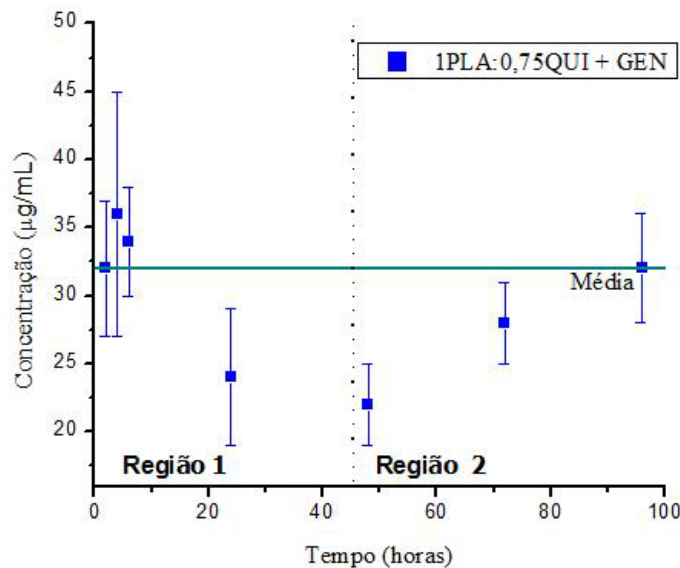
A nanotecnologia farmacêutica vem buscando modificações benéficas em desenvolver novos materiais que apresentam propriedades físico-químicas distintas permitindo assim, inúmeras possibilidades de aplicações (CAIXETA et al., 2012). O desenvolvimento e aperfeiçoamento de sistemas carreadores de fármacos empregando partículas biodegradáveis, mais especificamente polissacarídeos tem se destacado nos últimos anos.

Existem inovações tecnológicas empregando a nanotecnologia e os nanomateriais para a evolução de fármacos inclusos a um sistema denominado liberação controlada (AZEVEDO, 2002). A liberação controlada tem como finalidade proporcionar dose terapêutica de uma droga para um local do corpo, e conservar a concentração pretendida, de modo equilibrado em velocidade e tempo adequado, procurando também manter excelentes os níveis sanguíneos terapêuticos (FAHNING et al., 2011).

Nesse sentido, Castro (2017), estudou a obtenção de diferentes formulações de nanopartículas de quitosana e ácido polilático (PLA) para liberação controlada de

antibiótico. Nas análises de liberação observou que 90% do antibiótico foi liberada no período de 96 horas e nos últimos dias a matriz começou a liberar o antibiótico novamente, comprovando a incorporação do princípio ativo com o dispositivo de liberação controlada (Figura 1).

**Figura 1. Liberação das nanopartículas de ácido polilático, quitosana e antibiótico.**



Fonte: Extraído de Castro, 2017.

A autora destaca que mesmo não conseguindo uma liberação prolongada como a ideal, uma liberação mais lenta que supera as aplicações do tratamento convencional (normalmente de 8 em 8 horas) já são interessantes.

Fahning et al. (2011) descrevem que nanopartículas empregadas em sistemas de liberação de fármacos controlados permite que o mesmo sejam entregues em locais apropriados, tem suas concentrações mantidas em níveis terapêuticos por um longo período de tempo, além de prevenir sua degradação. O autor relata também que as nanopartículas permitem maior eficiência de encapsulamento e liberação controlada quando comparadas com os sistemas de encapsulação convencionais.

Certamente, as indústrias têm aplicado investimentos em pesquisas e desenvolvimento de modernos medicamentos nanotecnológicos, que possuem sistemas nanoestruturados de liberação de fármacos. Como consequência dessas novas possibilidades de liberação dos fármacos, tem como vantagens a limitação dos efeitos adversos e da toxicidade do fármaco, possibilitando maior conforto ao

paciente e como resultado, maior adesão ao tratamento (Batista, et al. 2014).

## **5 NANOTECNOLOGIA: INVESTIMENTO, CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO NA ÁREA COSMÉTICA**

A nanotecnologia é uma das áreas mais inovadoras e atualmente vem ganhando destaque em formulações cosméticas, como por exemplo, a nanoredução das partículas em maquiagens. O que proporcionou alteração dos componentes físicos da cor, por variações na difração, difusão ou interferência, permitindo a criação de maquiagens com aspectos completamente distintos e surpreendentes (PEDRO, 2013).

DAUDT et al. (2013) relatam que diferentes tipos de nanoestruturas são utilizados para estabilização de substâncias com atividade cosmética. Com isso, observa-se uma tendência crescente no uso de ativos nanoencapsulados para incorporação em cosméticos. É importante destacar que de acordo com um levantamento feito na base de dados Web of Science, aumentou 12 vezes da década de 1990 para a década de 2000, sendo que só no ano de 2012, mais de mil artigos foram publicados envolvendo o tema, aliado com o investimento de algumas empresas nessas tecnologias, o surgimento de indústrias brasileiras que nanoencapsulam ativos para fornecimento ao mercado cosmético possibilitou um maior acesso à nanotecnologia até mesmo por indústrias cosméticas de menor porte. Esse crescimento impulsiona o mercado e faz com que cresçam também os investimentos em testes de segurança e eficácia dos produtos, fortalecendo o mercado de nanocosméticos, no Brasil e no mundo.

Relatos na literatura mostram que no período entre 1994 e 2005, a L'Oreal, uma empresa francesa, foi classificada como a quinta empresa no mundo com base no número de patentes relacionadas à nanotecnologia estudadas (MIHRANYAN et al., 2012). A sua primeira aplicação com nanotecnologia foram as nanocapsulas de vitamina E pura, em um creme para combater envelhecimento (NEVES, 2008). Outras grandes empresas já utilizam a técnica de nanoencapsulamento em seus produtos, como, por exemplo, Lancôme e Givenchy. E no Brasil, a empresa O Boticário apresenta uma linha de tratamento antienvelhecimento composta por diferentes produtos utilizando a nanotecnologia (DAUDT et al., 2013).

A primeira pesquisa brasileira foi realizada por uma empresa, que investiu

R\$ 14 milhões em estudos de nanocosméticos, desenvolvendo o seu primeiro produto em 2005, para a área da testa, olhos e contorno dos lábios, para combater os sinais de envelhecimento. O nanocomposto foi desenvolvido em parceria com o laboratório francês, que tem os principais componentes das vitaminas A, C e K, além de um produto para clareamento. Já em 2007, houve outra empresa que lançou um produto para hidratação corporal, com nanopartículas de aproximadamente 150 nanômetros (NEVES, 2008).

Segundo Ereno (2008), a nanotecnologia quando associada a cosméticos, proporciona resultados satisfatórios contra o antienvelhecimento e foto proteção. E de acordo com Papakostas et al. (2011), o uso de nanopartículas como princípios ativos de produtos de beleza, aumentam significativamente a profundidade de penetração dos mesmos. Neste campo, uma universidade brasileira associada a uma empresa do setor, desenvolveu um protetor solar de elevado fator de proteção solar (FPS). Neste produto, a forma nanoencapsulada permitiu obter uma melhor absorção e fixação do protetor na superfície da pele, um aumento amplo no espectro de proteção, melhorando a estabilidade dos filtros (PEDRO, 2013).

## **6 NANOTECNOLOGIA NA ÁREA ALIMENTÍCIA**

Nota-se que a fabricação de alimentos pode se beneficiar da nanotecnologia através do desenvolvimento de novos materiais funcionais, processamento microescala e nanoescala, e por meio de métodos para melhoria da segurança alimentar e de biossegurança. A influência das propriedades do material em nanoescala, valor nutricional, biodisponibilidade, assim como a relação entre a morfologia e as propriedades físico-químicas dos materiais tem sido amplamente estudada (PEREZ et al., 2012).

Weiss et al. (2006) estudaram os ingredientes funcionais dos alimentos, tais como as vitaminas, os agentes antimicrobianos, antioxidantes, aromatizantes e conservantes. Em sua pesquisa, constatou que esses ingredientes se encontram em várias formas físicas e moleculares e, por raramente serem desfrutados da sua forma mais pura, participam de um sistema de entrega. Os mecanismos essenciais para a entrega destes ingredientes funcionais são as nanodispersões e nanocápsulas, incluindo nessas nanoestruturas: associações coloidais, nanoemulsões e nanopartículas de biopolímeros. O que segundo o autor pode

proteger contra degradação química e biológica durante o processamento, armazenamento e utilização, mantendo os ingredientes no seu estado ativo.

Tarver (2006) e Park (1999) focaram seus estudos nos nanolaminados para revestimentos comestíveis e filmes. Descrevendo que o mesmo foi caracterizado por duas ou mais camadas de materiais com dimensões nanométricas, um nanolaminado é um filme de classe alimentícia extremamente fina (1-100 nm/camada) e com suas dimensões ligadas fisicamente ou quimicamente. Os principais compostos usados para a formação desses revestimentos comestíveis e filmes são polissacarídeos, proteínas e lipídios. Geralmente, os filmes constituídos de lipídios bloqueiam a umidade, mas oferecem pouca resistência à transferência de gases e mecânica. Em contraste, os filmes baseados em biopolímeros oferecem uma favorável oxigenação e barreira ao dióxido de carbono, porém com pouca proteção a migração da umidade. Em que segundo o autor tais resultados obtidos é devido a presença dos nanolaminados.

Weiss et al. (2006) ao pesquisarem sobre as nanofibras de polímero, observou que são capazes de variar em tamanho de 1-10 nm de diâmetro e podem apresentar funcionalidades incomuns no que diz respeito às suas propriedades mecânicas, elétricas e térmicas. Apesar do número de aplicações dessas nanofibras estarem aumentando a uma taxa exponencial, sua aplicação na área de alimentos é relativamente baixa, pelo fato do uso de polímeros sintéticos. No entanto, os autores relatam que o progresso na produção de nanofibras de biopolímeros alimentícios, certamente irá aumentar o uso do mesmo na indústria de alimentos. O que certamente acarretara resultados positivos.

Ruoff et al. (1995) juntamente com Sozer et al. (2009) buscaram basear suas pesquisas nos nanotubos, estruturas nanométrica em tubos que é, frequentemente, composta de carbonos. Esses nanotubos de carbono podem ser incorporados em polímeros estruturais para aumentar as suas propriedades mecânicas, em termos de resistência à tração e elasticidade. Sua aplicação no setor alimentício se encontra na possibilidade de obtenção de nanotubos de proteínas do leite por lactoalbumina por hidrólise parcial.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Observa-se que a nanotecnologia é uma ciência que está em crescente

desenvolvimento, em razão de sua base ser a manipulação da matéria em uma escala molecular e atômica.

Com destaque no setor farmacêutico com característica de sistema de carreadores de fármaco para liberação controlada, prolonga os efeitos de medicamentos no organismo, o que permite uma melhor eficiência. Por outro lado, nos setores cosméticos e alimentícios a nanotecnologia potencializou a criação de novos produtos, promovendo assim, o interesse das empresas a nível nacional e internacional em investir nas pesquisas dessa tecnologia tão inovadora.

Logo, conclui-se que a nanotecnologia otimiza o desenvolvimento de novos produtos, assim como possibilita o melhoramento das propriedades de um determinado material, demonstrando ser uma tecnologia promissora para diversas aplicações.

## REFERÊNCIAS

ARMÁRIO, S. “Nanobiotecnologia”. Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Lisboa, outubro. 2011.

ASSIS, M. L. et al. “Revisão: Características de nanopartículas e potenciais aplicações em alimentos”. Brazilian Journal of Food Technology, Campinas, vol. 15, n. 2, abr. 2012.

AZEVEDO, M. M. M. “Nanoesferas e a liberação controlada de fármacos”. In. Workshop Tópicos Especiais em Química Inorgânica IV - Introdução à Nanotecnologia: Um Enfoque Químico, São Paulo, 2002. [Acesso em 20/05/2018]. Disponível em <[http://lqes.iqm.unicamp.br/images/vivencia\\_lqes\\_monografias\\_marcelo\\_nanoesferas.pdf](http://lqes.iqm.unicamp.br/images/vivencia_lqes_monografias_marcelo_nanoesferas.pdf)>.

BARIL, M. B. et al. “Nanotecnologia aplicada aos cosméticos”. Repositório Digital Institucional UFPR, Curitiba, v. 13, n. 1, mar. 2012.

BATISTA, S. J. A. et al. “Os desafios da nanotecnologia para a vigilância sanitária de medicamentos”. Ciência e saúde coletiva, Rio de Janeiro, v. 19, n. 7, jul. 2014.

CAIXETA, V. A. et al. “Nanomedicamentos e Nanocarreadores de drogas para o uso terapêutico de Câncer”. 8ª Mostra de Produção Científica da Lato Sensu da PUC, Goiás, 2013. [Acessado em 20/05/2018]. Disponível em <<http://www.cpgls.pucgoias.edu.br/8mostra/Artigos/SAUDE%20E%20BIOLOGICAS/Nanomedicamentos%20e%20Nanocarreadores%20de%20drogas%20para%20o%20uso%20terap%20autico%20de%20C%20A%20ncer.pdf>>

CASTRO, C. K. “Síntese de nanopartículas de quitosana/pla para liberação controlada de antibiótico no tratamento de mastite”. Biblioteca Digital de teses e dissertações UNIFAL, Minas gerais, 2017.

DAUDT, M. R. et al. “A nanotecnologia como estratégia para o desenvolvimento de cosméticos”. Ciência e cultura, São Paulo. v. 65, n. 3, jun. 2013.

ERENO, D. “Beleza fundamentada”. Rev. Pesquisa Fapesp, v. 146, p. 85, abr. 2008.  
FAHNING, M. B. et al. “Nanotecnologia aplicada a fármacos”. Vitoria: UCV. 2011.  
Disponível em <http://www.ucv.edu.br/fotos/files/06.pdf>. Acessado em 30/04/2018.

GARCIA, M. F. “Nanomedicina e terapia de doenças pulmonares”. Einstein. São Paulo, v.12, n.4, dezembro, 2014.

MIHRANYAN, A. et al. "Current status and future prospects of nanotechnology in cosmetics". Progress in Materials Science, vol. 57, n. 875, jun. 2012.

NEVES, K. “Nanotecnologia em cosméticos”. Cosmetics & Toiletries, v. 20, p. 22, jan-fev. 2008.

PAPAKOSTA, D. et al. “Nanoparticles in dermatology”. Dermatological Research, v. 303, p. 533-550, ago. 2011.

PARK, H. J. “Development of advanced edible coatings for fruits”. Trends in Food Science and Technology, Oxford. v. 10, n. 8, p. 254-260, ago. 1999.

PEREZ, S. F. et al. “Nanotecnologia: aplicações na área de alimentos”. Disciplinarum Scientia, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 1-14, jul, 2012.

RESCH. S. et al. “Mapa do conhecimento em nanotecnologia no setor agroalimentar”. Revista de administração Mackenzie, São Paulo, v. 16, n. 3, jun. 2015.

RUOFF, R. S. et al. “Mechanical and thermal properties of carbon nanotubes”. Carbon, Estados Unidos. v. 33, p. 925-930, n. 7, jan, 1995.

SOZER, N, et al. “Nanotechnology and its applications in the food sector”. Trends in Biotechnology, v. 27, n. 2, p. 82-89, jan, 2009.

TARVER, T. “Scientific Status Summary Synopsis”. Food Nanotechnology, v. 60, n. 11, p. 22-26, 2006.

WEISS, J. et al. “Functional materials in food nanotechnology”. Journal of Food Science, Estados Unidos, v. 71, n. 9, p. 107-116, nov. 2006.