

PROSPECÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA SOBRE MICROENCAPSULAÇÃO DE PROBIÓTICOS POR SPRAY DRYING

SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL PROSPECTION ON MICROENCAPSULATION OF PROBIOTICS BY SPRAY DRYING

Bárbara Verônica Cardoso de Souza¹; Pâmela Oliveira Rocha²; Carla Adriana Rodrigues Sousa Brito³; Luanne Morais Vieira Galvão⁴; Lívio César Cunha Nunes⁵

¹Departamento de Nutrição - Universidade Federal de Piauí – UFPI – Teresina/PI – Brasil
Campus Universitário Ministro Petrônio Portella
Bairro Ininga - CEP: 64049-550
Teresina/PI – Brasil

barbara.vscardoso@ufpi.edu.br

²Departamento de Nutrição - Universidade Federal de Piauí – UFPI – Teresina/PI – Brasil
oliveira.paam@hotmail.com

³Departamento de Microbiologia
Universidade Federal de Piauí – UFPI – Teresina/PI – Brasil
drina.bio@gmail.com

⁴Instituto Federal do Piauí
IFPI – Teresina/PI – Brasil
luanne.morais@gmail.com

⁵Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação
Universidade Federal de Piauí – UFPI – Teresina/PI – Brasil
Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Materiais-PPGCM
Universidade Federal de Piauí – UFPI – Teresina/PI – Brasil
liviocesar@hotmail.com

Resumo

O presente estudo objetivou-se realizar uma prospecção científica e tecnológica sobre a microencapsulação de probióticos por spray drying, por meio de uma busca nas bases de dados Web of Science, Science Direct, Pubmed e Scientific Electronic Library Online (Scielo) e um mapeamento tecnológico do banco de patentes do European Patent Office (EPO), World Intellectual Property Organization (WIPO), United States Patent and Trademark Office (USPTO) e do Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI). As palavras-chave utilizadas para a pesquisa foram: Microencapsulação, Microencapsulação de probióticos e Microencapsulação de probióticos por spray drying. A pesquisa mostrou que, ao fazer o rastreamento com as combinações dos termos Microencapsulação de probióticos por spray drying, verificou-se 355 artigos publicados e apenas 15 patentes depositadas, sendo estas na base da WIPO. Deste

modo, esses resultados representam uma perspectiva de futuros estudos e aplicações de probióticos microencapsulados por spray drying, tanto na indústria alimentícia, quanto na farmacêutica.

Palavras-chave: Microencapsulação; spray drying; probióticos.

Abstract

The present study aimed to carry out a scientific and technological prospection on the microencapsulation of probiotics by spray drying, through a search in the Web of Science, Science Direct, Pubmed and Scientific Electronic Library Online databases (Scielo) and a European Patent Office (EPO), World Intellectual Property Organization (WIPO), United States Patent and Trademark Office (USPTO) and the National Institute of Industrial Property of Brazil (INPI). The keywords used for the research were: Microencapsulation, Microencapsulation of probiotics and Microencapsulation of probiotics by spray drying. The research showed that in screening the combinations of the terms "Microencapsulation of probiotics by spray drying", there were 355 articles published and only 15 patents deposited, these being the basis of WIPO. Thus, these results represent a perspective of future studies and applications of microencapsulated probiotics by spray drying, both in the food industry and in the pharmaceutical industry.

Key-words: Microencapsulation; spray drying; probiotics.

1. Introdução

O interesse por produtos alimentícios saudáveis e saborosos tem crescido mundialmente, e para atender às exigências do consumidor, as indústrias tem investido em alimentos, do tipo funcionais, que promovem à saúde e bem-estar, como também exercem ações fisiológicas que reduzem o risco de desenvolvimentos de diversas doenças crônicas degenerativas como diabetes, doenças cardiovasculares e câncer. Dentre esses alimentos, destacam-se aqueles que contêm probióticos (THAMER; PENNA, 2006).

Os micro-organismos probióticos, quando empregados em alimentos com alegação de propriedade funcional, devem apresentar resistência às operações de processamento e viabilidade durante o período de armazenamento do produto (AKIN et al., 2007). Existem várias técnicas para aumentar a viabilidade desses micro-organismos em condições adversas, 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 (CHAMPAGNE et al., 2011).

Entre as diferentes técnicas usadas na microencapsulação de probióticos, cada uma delas fornecerá características diferentes às microcápsulas. A estabilidade e viabilidade bacteriana no produto depende da sobrevivência do probiótico aos processos de microencapsulação, do tipo e da concentração do material de revestimento, do tamanho das partículas, do número de células bacterianas iniciais e da cepa bacteriana (KAILASAPATHY, 2009).

A técnica de *spray drying* tem como característica a produção de grande quantidade de material, sendo uma alternativa economicamente viável. Os polímeros encapsulantes mais utilizados nessa técnica são a goma arábica e o amido, pelo fato que tendem a formar micropartículas esféricas durante o processo de secagem (DE VOS et al., 2010).

Diante do exposto, este artigo teve como objetivo realizar uma prospecção científica e tecnológica sobre a microencapsulação de probióticos por *spray drying*, por meio de uma busca nas bases de dados *Web of Science*, *Science Direct*, *Pubmed* e *Scientific Electronic Library Online* (Scielo) e um mapeamento tecnológico do banco de patentes do *European Patent Office* (EPO), *World Intellectual Property Organization* (WIPO), *United States Patent and Trademark Office* (USPTO) e do Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI).

2. Materiais e Métodos

A prospecção foi realizada com base em um levantamento de pedidos de patentes e de artigos científicos disponíveis nas bases de dados do *European Patent Office* (EPO - Espacenet), do *World Intellectual Property Organization* (WIPO), do *United States Patent and Trademark Office* (USPTO, Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI), *Web of Science*, *Science Direct*, *Pubmed* e *Scientific Electronic Library Online* (Scielo).

A busca pelos artigos e documentos de patentes foi feita com os seguintes descritores: microencapsulação, microencapsulação de probióticos e microencapsulação de probióticos por *spray drying*. Os termos em inglês foram utilizados para as bases internacionais, enquanto que os termos em português foram utilizados para a busca de documentos em bases nacional, sendo considerados válidos os documentos que apresentassem esses termos no título e/ou resumo. Foram analisados todos os pedidos de patente existentes até o presente momento e como método de exclusão foi desconsiderado os artigos e patentes repetidas.

Para interpretar as informações de interesse, cada documento foi analisado individualmente a partir da identificação do número de patentes encontradas em cada base e deles coletadas as informações relevantes que descrevem as invenções, sendo categorizado de acordo com o tipo de depositante, o país e o setor a que se aplica a invenção. Também verificou-se a evolução anual dos depósitos de patentes e das publicações científicas.

3. Resultados e Discussão

A microencapsulação de probióticos permite o armazenamento de bactérias viáveis à temperatura ambiente e pode permitir a incorporação de probióticos em uma ampla gama de produtos alimentícios sem conferir características sensoriais indesejáveis (YONEKURA et al., 2014).

Na Tabela 1, as publicações de artigos que envolvem o termo microencapsulação são bastante significativas, totalizando em 26213 artigos publicados, sendo que a maior parte está relacionada à microencapsulação de drogas farmacêuticas. No entanto, quando se refere à microencapsulação de probióticos e o tipo de microencapsulação, especificamente, *spray drying*, o resultado é menor em relação ao termo geral, sendo 724 e 355 respectivamente.

Tabela 1- Número de artigos publicados nas bases de dados *Web of Science*, *Science Direct*, *Pubmed* e *Scielo* de acordo com as palavras-chave microencapsulação, microencapsulação de probióticos e microencapsulação de probióticos por *spray drying*.

Palavras-chave	<i>Web of Science</i>	<i>Science Direct</i>	<i>Pubmed</i>	<i>Scielo</i>
Microencapsulação	2148	7903	16131	31
Microencapsulação de probióticos	27	562	130	05
Microencapsulação de probióticos por <i>spray drying</i>	61	280	13	01

Fonte: Autoria própria (2016)

Ao se pesquisar o termo “microencapsulação de probióticos por *spray drying*”, na base de dados *Web of Science*, obteve-se uma maior prevalência de estudos que investigaram a viabilidade de probióticos após a microencapsulação por *spray drying*. Tanto na *Science Direct*, quanto na *Scielo*, a maioria dos artigos referiu-se à aplicação desses probióticos microencapsulados na área de alimentos. Ao se pesquisar no *Pubmed*, constatou-se que o foco das pesquisas foi avaliar a sobrevivência de probióticos microencapsulados em condições gastrointestinais simuladas, cujos resultados mostraram microcápsulas esféricas e sem fissuras, com aumento da proteção desses microrganismos nestas condições.

Borza et al. 2010, avaliou que os microrganismos encapsulados com maltodextrina quando submetidos a fatores moduladores apresentam maior sobrevivência em comparação com os microrganismos livres.

Shokri et al. (2015) estudaram as condições de secagem por *spray drying* para encapsular *Bifidobacterium bifidum* e conseguiram obter um pó viável, estável e rentável por meio da utilização dessa tecnologia. Ranadheera et al. (2015) reconstituíram em leite de cabra (20% p/v), um pó seco por pulverização que continha *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium animalis* e *Propionibacterium jensenii* e verificaram a viabilidade desses probióticos. Houve uma redução significativa na viabilidade dos três micro-organismos, entretanto, os níveis satisfatórios de viabilidade foram mantidos após secagem por pulverização, satisfazendo recomendações quanto ao nível de células em alimentos probióticos.

A viabilidade após a digestão simulada de *Lactobacillus acidophilus* encapsulados por três fibras dietéticas solúveis (alginato de sódio, quitosana e hidroxipropilmetilcelulose) foi avaliada por 35 dias, a 25°C, bem como as propriedades físico-químicas do pó obtido por *spray drying*. Este estudo mostrou que embora a quitosana cause grandes perdas de viabilidade durante a secagem por pulverização, essas perdas são neutralizadas pela excelente estabilidade e que esta melhorou também as taxas de sobrevivência em condições gastrointestinais simuladas (YONEKURA et al., 2014).

Em um recente estudo com *Saccharomyces boulardii*, *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium bifidum* microencapsulados pelas técnicas de *spray drying* e *spray-chilling* usando como material de parede, goma arábica e β -ciclodextrina, mostrou que as microcápsulas secas por *spray drying* apresentaram maior capacidade de sobrevivência em condições gastrointestinais simuladas. Além disso, microrganismos probióticos microencapsulados poderiam sobreviver mesmo a 80°C, enquanto micro-organismos probióticos não encapsulados eram detectados apenas a 50°C (ARSLAN-TONTUL; ERBAS, 2017).

A secagem por *spray drying* mostrou-se mais estável também neste estudo realizado por MOUMITA et al. (2018), no qual verificou que a viabilidade de bactérias probióticas reduziu 4 unidades log na formulação liofilizada, quando comparada a seca por pulverização que reduziu 3 unidades log, após 15 semanas de armazenamento.

Com relação às patentes, todas as palavras chaves utilizadas, a WIPO obteve maiores resultados seguida da USPTO, EPO e INPI. Entretanto, quando se inseriram as palavras microencapsulação de probióticos por *spray drying* obteve-se dados apenas na base de patentes mundial, WIPO, totalizando 72 resultados, sendo que destes apenas 15 documentos foram analisadas, pois 25 patentes não correspondiam à área de interesse e 32 eram repetidas (Tabela 2).

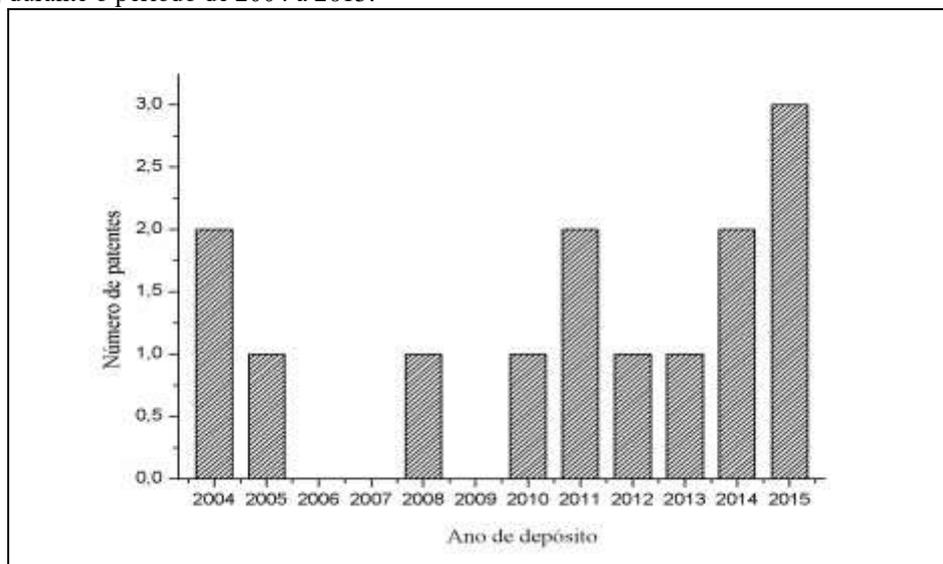
Tabela 2. Número de patentes depositadas nas bases WIPO, USPTO, EPO e INPI de acordo com as palavras-chave microencapsulação, microencapsulação de probióticos e microencapsulação de probióticos por *spray drying*.

Palavras-chave	EPO	WIPO	USPTO	INPI
Microencapsulação	728	33114	11802	297
Microencapsulação de probióticos	02	450	94	0
Microencapsulação de probióticos por <i>spray drying</i>	0	15	0	0

Fonte: Autoria própria (2016)

Analisando-se os 15 depósitos de pedidos de patentes disponíveis na WIPO, durante o intervalo de tempo preconizado pela presente prospecção, o ano de 2015 obteve três patentes depositadas, superando os anos anteriores (Figura 1).

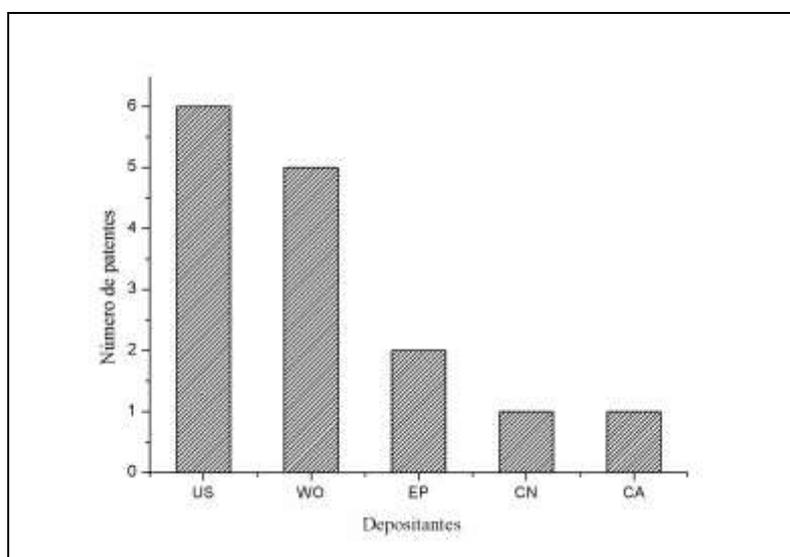
Figura 1. Número de depósitos de patentes na WIPO sobre “*Microencapsulation of probiotics by spray drying*”, durante o período de 2004 a 2015.



Fonte: Autoria própria (2016)

A Figura 2 refere-se aos principais responsáveis pelos depósitos das patentes sobre microencapsulação de probióticos por *spray drying*, sendo que os Estados Unidos foi o que o maior depositante com seis patentes no total. Pacífico et al. (2018), em seu estudo de prospecção científica e tecnológica da planta *Matricaria recutita* conhecida popularmente como camomila, constataram que os Estados Unidos ocupam lugar de destaque na proteção de pesquisa, com 39 pedidos de depósito sobre essa espécie vegetal.

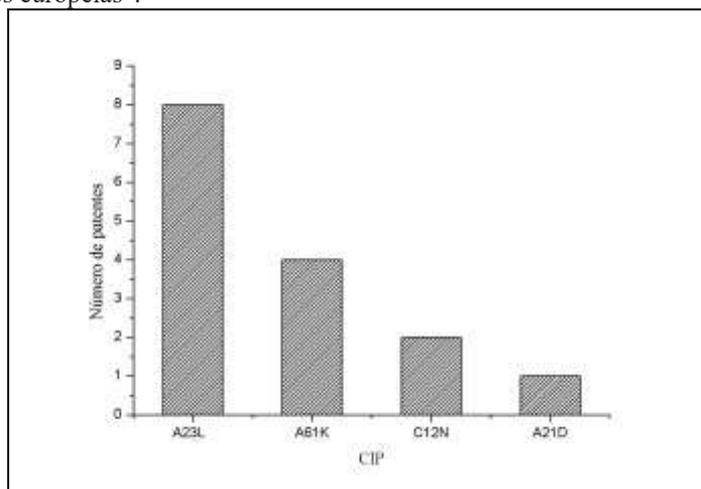
Figura 2. Principais depositantes de patentes na WIPO sobre microencapsulação de probióticos por *spray drying*.



Fonte: Autoria própria (2016)

De acordo com a classificação internacional (CIP), observou-se que a seção mais citada foi a “A” (necessidades humanas), sendo que entre as subclasses as que mais se destacaram foram as A23L (alimentos ou produtos alimentícios; seu preparo ou tratamento, conservação dos mesmos em geral) e A61K (preparações medicinais caracterizadas por formas físicas especiais) (Figura 03). Cardoso et al., (2015), ao realizarem uma prospecção tecnológica e científica sobre alimentos probióticos funcionais na forma de barra de cereais, verificaram, também, que a maioria das patentes depositadas estavam classificadas na seção A, especificamente A23, representando a área de alimentos.

Figura 03. “Distribuição por CIP dos depósitos de pedidos de patentes encontrados nas bases europeias”.



Fonte: Autoria própria (2016)

Em uma prospecção realizada por Santos et al (2014), verificou-se uma evolução da produção científica e tecnológica sobre probióticos, destacando-se a indústria de alimentos com maior quantidade de depósito de patentes, seguida do setor farmacêutico.

4. Conclusão

Os resultados apresentados nessa prospecção mostram que, no decorrer dos anos, os estudos na área da microencapsulação vêm crescendo consideravelmente, sendo que no que diz respeito ao número de patentes de microencapsulação de probióticos por *spray drying*, esse número ainda é reduzido. Porém, nota-se uma maior prevalência de patentes com relação às necessidades humanas, nas quais incluem a alimentação e seus benefícios, assim existe a perspectiva de futuros estudos com a aplicação nessa área.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal do Piauí pelo apoio e incentivo à pesquisa.

Referências

AKIN, M. B.; AKIN, M. S.; KIRMACI, Z. Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. **Food Chemistry**, v. 104, n. 1, p. 93-99, 2007.

ARSLAN-TONTUL, S.; ERBAS, M. Single and double layered microencapsulation of probiotics by spray drying and spray chilling. **LWT-Food Science and Technology**, v. 81, p. 160-169, 2017.

BORZA, A. D.; ANNAN, N. T.; MOREAU, D. L.; ALLAN-WOJTAS, P. M.; GHANEM, A.; ROUSSEAU, D.; HANSEN, L. T. Microencapsulation in genipin cross-linked gelatine-maltodextrin improves survival of *Bifidobacterium adolescentis* during exposure to in vitro gastrointestinal conditions. **Journal of microencapsulation**, v. 27, n. 5, p. 387-399, 2010.

CARDOSO, B. V. S., FREIRE, J. A. P., OLIVEIRA, G. A. L., SOUSA, I. G. M., FREITAS, R. M., NUNES, L. C. C. Prospecção tecnológica e científica de alimentos probióticos funcionais na forma de barra de cereais. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 5, n. 3, p. 2273-2283, 2015. D.O.I.: 10.7198/geintec.v8i2.773

CHAMPAGNE, C. P.; ROSSB, R. P.; SAARELAC, M.; HANSEND, K. F.; CHARALAMPOPOULOSE, D. Recommendations for the viability assessment of probiotics as concentrated cultures and in food matrices. **International Journal of Food Microbiology**, v. 149, n. 3, p. 185-193, 2011.

KAILASAPATHY, K. Encapsulation technologies for functional foods and nutraceutical product development. **Journal CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v. 4, n. 33 p. 1-19, 2009.

MOUMITA, S., DAS, B., HASAN, U., JAYABALAN, R. EFFECT OF LONG-TERM STORAGE ON VIABILITY AND ACCEPTABILITY OF LYOPHILIZED AND SPRAY-DRIED SYMBIOTIC microcapsules in dry functional food formulations. **LWT-Food Science and Technology**, v. 96, p. 127-132, 2018.

PACÍFICO, D. M., ARAÚJO, T. S. L., SOUSA, N. A., COSTA, D. S., SOUZA, L. K. M., JÚNIOR, J. L. P., MEDEIROS, J. R. Scientific and technological forecasting of *Matricaria recutita* L.(*chamomile*). **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 8, n. 2, p. 4339-4356, 2018. D.O.I.: 10.7198/geintec.v8i2.773

RANADHEERA, C. S., EVANS, C. A., ADAMS, M. C., BAINES, S. K. Microencapsulation of *Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Bifidobacterium animalis* subsp. lactis BB-12 and *Propionibacterium jensenii* 702 by spray drying in goat's milk. **Small Ruminant Research**, v. 123, n. 1, p. 155-159, 2015.

SANTOS, F. L.; FERREIRA, M. A.; PIRES, E. A. OLIVEIRA, F. S.; SILVA, C. F. G.; VIEIRA, R. B. Análises das patentes de tecnologias relacionadas aos probióticos, prebióticos e simbióticos no Brasil. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 7, n. 3, p. 252-258, 2014.

SHOKRI, Z., FAZELI, M. R., ARDJMAND, M., MOUSAVI, S. M., GILANI, K. Factors affecting viability of *Bifidobacterium bifidum* during spray drying. **DARU Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 23, n. 1, p. 7, 2015.

VOS, P.; FAAS, M. M.; SPASOJEVIC, M.; SIKKEMA, J. Encapsulation for preservation of functionality and targeted delivery of bioactive food components. **International Dairy Journal**, v. 20, n. 4, p. 292-302, 2010.

THAMER, K. G.; PENNA, A. L. B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, pp. 589, 2006.

YONEKURA, L., SUN, H., SOUKOULIS, C., & FISK, I. Microencapsulation of *Lactobacillus acidophilus* NCIMB 701748 in matrices containing soluble fibre by spray drying: Technological characterization, storage stability and survival after in vitro digestion. **Journal of functional foods**, v. 6, p. 205-214, 2014.

Recebido: 30/09/2016

Aprovado: 24/03/2019