

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: OS PRINCIPAIS CRITÉRIOS PARA SECAGEM E ENCAPSULAÇÃO DE MICROALGAS POR *SPRAY DRYER*

Camila Miranda Magalhães<sup>1</sup>; Ingrid Lessa Leal<sup>2</sup>; Bruna Aparecida Souza Machado<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bolsista; Iniciação científica – CNPq; Camila.miranda09@hotmail.com

<sup>2</sup>Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; ingrid.leal@fieb.org.br, brunam@fieb.org.br

### RESUMO

As microalgas possuem biomassa enriquecida por compostos bioativos, devido aos benefícios associados o processo de microencapsulação apresenta-se viável para ampliar a aplicabilidade em diversas áreas industriais. Todavia, essa técnica traz condições de processo que podem gerar prejuízos as partículas. Dessa forma, o objetivo do presente estudo é realizar uma revisão bibliográfica sobre os principais critérios de secagem e encapsulação da biomassa de microalgas por *Spray dryer*. A pesquisa foi realizada através da coleta de artigos em bases de dados. Os estudos apontam a potencialidade de encapsulação de biomassa oriunda de diferentes espécies, com variações de temperatura de secagem (superior a 110 e inferior a 220 °C) e da taxa de alimentação (maior que 1,40 mL.min<sup>-1</sup> e 600 mL.min<sup>-1</sup>), e a maltodextrina apareceu como o principal material encapsulante. A presente proposta possibilitou a identificação de parâmetros de processos considerados essenciais para a secagem e encapsulação de biomassa microalgal.

**PALAVRAS-CHAVE:** Encapsulação, *Spray dryer*, biomassa, microalgas.

### 1. INTRODUÇÃO

As microalgas são microrganismos unicelulares, procariontes ou eucariontes, os quais são capazes de realizar a fotossíntese oxigênica e são encontrados no meio marinho ou em água doce. Além disso sintetizam substâncias bioativas enriquecendo a sua biomassa, amplamente utilizada em cosméticos, combustíveis, fármacos e alimentos.<sup>1</sup>

O *Spray drying* é uma técnica que vem sendo utilizada para produzir micro e nanopartículas com compostos bioativos encapsulados.<sup>2</sup> Esse processo viabiliza o manuseio, o transporte, aplicação e a proteção de substâncias, contribuindo para estabilidade microbiológica, redução de custos de armazenamento e de transporte. Por outro lado, as partículas formadas podem não ser uniformes e alguns compostos sensíveis podem ser degradados durante o processo.<sup>3</sup> Sendo assim, o objetivo do presente resumo, foi realizar uma revisão bibliográfica sobre os principais critérios de secagem e encapsulação da biomassa de microalgas por *Spray dryer* para a obtenção de partículas com potencial biotecnológico.

### 2. METODOLOGIA

Este estudo constitui uma revisão bibliográfica a respeito dos critérios utilizados no processo de secagem e encapsulamento por *spray dryer* de microalgas. A coleta de dados foi realizada no período 20 a 26 de março de 2021, e utilizou-se para a pesquisa as bases de dados do Google Acadêmico, ScienceDirect e National Library of Medicine (PUBMED). Foram incluídos neste estudo apenas artigos originais que apresentassem descritores como: encapsulação, *spray dryer*, biomassa, microalgas e suas variantes em inglês; e estudos publicados entre os anos de 2015 e 2021. A pesquisa no PUBMED, Google Acadêmico e ScienceDirect resultou em 1, 28 e 68 artigos, respectivamente, dos quais foram selecionados um total de 10 artigos que estavam de acordo com a linha de encapsulamento de biomassa de microalgas por *spray dryer* para enfim, analisar os critérios utilizados.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA MICROALGAS

As microalgas são microrganismos fotossintéticos presentes nos ambientes aquáticos.<sup>1</sup> Com grande potencial biotecnológico, os compostos bioativos vêm sendo identificados e extraídos de diversas espécies de microalgas. A *Spirulina máxima* e a *Spirulina platensis platensis* são *Cyanophyceae* (algas verdes azuladas), com um conteúdo proteico de 55-70%, além disso são ricas em vitaminas, minerais, pigmentos e ácidos graxos, capazes de promover atividades antioxidantes, antitumorais e anti-inflamatórias.<sup>4,5</sup>

A *Dunaliella salina* e a *Haematococcus pluvialis* tem diversas aplicações como corantes em alimentos, rações, cosméticos e produtos farmacêuticos, são *Chlorophyceae* (algas verdes) e destacam-se pela grande quantidade de β-caroteno e astaxantina, respectivamente.<sup>6,7</sup>

A *Chaetoceros calcitrans* é *Bacillariophyceae*, e grandiosamente utilizada na alimentação de larvas marinhas.<sup>8</sup> Enquanto a *Porphyridium cruentum* apresenta cerca de até 57% carboidratos, as *Porphyridiophyceae* (algas vermelhas) têm aplicações farmacêuticas e em biocombustíveis.<sup>9</sup>

Além disso, alguns outros gêneros de microalgas, como *Nannochloropsis*, *Tetraselmis*, *Scenedesmus* e *Isochrysis*, revelaram sua importância devido à produção de ácidos graxos de cadeia longa, isto é, ácido docosahexaenóico (DHA) e ácido eicosapentaenóico (EPA), representando também uma fonte de compostos antioxidantes.<sup>10,11,12,13</sup>

### CONDIÇÕES DO PROCESSO

Para as condições de secagem foram consideradas a temperatura de ar de entrada, de ar de saída e taxa de alimentação. É notório variações na temperatura na tentativa de encontrar a que apresente o menor teor de umidade sem alterar significativamente as propriedades do material e o encapsulamento. O mesmo é esperado para a taxa de alimentação.

Definir a temperatura a ser usada no processo exige uma série de testes, por isso observa-se as grandes variações para essa condição (Quadro 1) devido aos danos que pode causar a alguns ingredientes.<sup>14</sup> A temperatura de ar de entrada faz a secagem das gotículas dentro da câmara, isso é possível porque ela é maior do que a do ponto de ebulição do solvente. Esse procedimento reflete na viscosidade desse material e na interação dessas partículas com a parede da câmara e em uma má formação, enquanto a temperatura de saída micropartículas é sempre menor do que a de entrada e determina a umidade e o temperatura final do produto.<sup>15</sup>

O estudo com *Isochrysis galbana* e *Nannochloropsis* variou entre 150 a 200°C, entretanto a com *Tetraselmis chuii* foi de 110 a 150°C e a com *Porphyridium cruentum* abrangeu de 120 a 130°C (Quadro 1), de modo a concluir que cada temperatura a ser testada é definida a partir das características físico-químicas de cada microalga.<sup>9,12,13</sup>

Ainda os estudos apontaram que a taxa de alimentação, em torno de 6 mL.min<sup>-1</sup>, no qual, 1,40 mL.min<sup>-1</sup> representa o valor mínimo e 14 mL.min<sup>-1</sup> o valor máximo apresentado no Quadro 1.<sup>4,5</sup> De maneira que a alimentação excessiva pode ser traduzida em aumento da umidade e acúmulo de material ao redor da microcápsula, por outro viés, a baixa alimentação também gerar dano a estrutura devido à baixa umidade.<sup>10,13</sup>

Quadro 1. Microalgas e principais critérios para secagem e encapsulamento por *Spray dryer*

Espécie da microalga	Condições de processo	Encapsulante	Referência
<i>Spirulina maxima</i>	TAE: 220 °C; TA: 6 mL.min <sup>-1</sup>	Amido de anidrido octenil succínico (OSA) como material de parede na proporção de 1: 1 (p / p)	4
<i>Spirulina platensis</i>	TAE: 170 °C; TAS: 95 °C; TA: 6 mL.min <sup>-1</sup>	Maltodextrina; Maltodextrina reticulada com ácido cítrico.	5
<i>Dunaliella salina</i>	TAE: 120 - 140 °C; TA: 400 e 600 mL.min <sup>-1</sup>	Maltodextrina (MD); Goma arábica (GA)	6
<i>Haematococcus pluvialis</i>	TAE: 150 - 200 °C; TA: 2,5 mL.min <sup>-1</sup>	Capsul®	7
<i>Chaetoceros calcitrans</i>	TAE 100 °C; TAS: 70 °C; TA: 3 mL.min <sup>-1</sup>	Maltodextrina: goma arábica (1:1)	8
<i>Porphyridium cruentum</i>	TAE: 120 - 130 °C, TAS: 41 - 44 °C;	Maltodextrina	9
<i>Nannochloropsis oculata</i>	TAE: 180 °C; TAS: 95 °C; TA: 1,40 mL.min <sup>-1</sup>	Maltodextrina (algas: maltodextrina, 1: 1)	10
<i>Nannochloropsis oculata</i> , <i>Diacronema vlkianum</i> e <i>Porphyridium cruentum</i>	TAE: 170 °C; TAS: 95 °C; TA: 7 - 9 mL.min <sup>-1</sup>	NA	11
<i>Tetraselmis chuii</i>	TAE: 110, 130 e 150°C; TAS: 50,55 e 60 ± 5 °C; TA: 2,5 mL.min <sup>-1</sup>	Maltodextrina combinada com goma arábica (60:40 ); Quitosona (3%) e Gelatina (2%)	12
<i>Isochrysis galbana</i> e <i>Nannochloropsis</i>	TAE: 150, 160, 170, 180, 190 e 200 °C; TAS: 95 °C; TA: 12 - 14 mL.min <sup>-1</sup>	NA	13

TAE = Temperatura de ar de entrada; TAS = Temperatura de ar de saída; TA = Taxa de alimentação e NA = Não apresentado.

### REVESTIMENTO

O material de revestimento é um componente que garante a formação de uma película protegendo o material volátil.<sup>16</sup> De acordo com o quadro 1, o material predominante foi a maltodextrina, tem o efeito antioxidante e mostra retenção de voláteis na faixa de 65 a 80%.<sup>17</sup> Outros materiais também foram abordados, como o amido, Capsul®, gomas e gelatina. O estudo de Bonilla Ahumada et. al (2018) no encapsulamento de *Tetraselmis chuii* comparou diferentes revestimentos, relatou que a maltodextrina contribuiu para um rendimento mais baixo devido à alta capacidade de absorção de umidade desse carboidrato. Por sua vez, a gelatina se mostrou menos higroscópica que o açúcar.<sup>12</sup>

### EFICIÊNCIA DO SPRAY DRYER

A vazão massiva da alimentação é avaliada a partir da cronometragem do tempo de passagem de 1 litro (volume) de material através do atomizador, enquanto o teor de umidade pode ser medido através do

método gravimétrico de acordo com a Association of Official Analytical Chemistry – AOAC (2000), dado pela diferença de peso após secagem. Ainda, a eficiência térmica ( $N_{\text{geral}}$ ) é definida pela relação que considera a temperatura de entrada e de saída. Considerado pertinente, as proteínas podem ser determinadas pelo método *Micro-Kjeldahl* aplicando o fator de conversão para proteína igual a 6,25, conforme a AOAC. Uma vez formadas as micropartículas elas podem passar pelo exame com o Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), com o intuito de identificar a microestrutura e análises de superfície (fratura, discordâncias, enrugamento da área superficial e colapso estrutural).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos observados indicam que o revestimento e as variáveis do processo (temperatura de ar de entrada, temperatura de ar de saída e taxa de alimentação) podem ser ajustadas para obtenção de microcápsulas de biomassa por *Spray Dryer* para várias espécies de microalgas. A revisão elaborada servirá de aporte de conhecimento científico para desenvolvimento do projeto de microencapsulação de microalga (*Spirulina spp*) em laboratório.

#### 5. REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup>SINGH, S.; KATE, B.N.; BANEJCJEE, U.C. Bioactive compounds from cyanobacteria and microalgae: An overview. **Crit. Rev. Biotechnol.** 2005.
- <sup>2</sup>SOSNIK, A.; SEREMETA, K. P. Advantages and challenges of the spray-drying technology for the production of pure drug particles and drug-loaded polymeric carriers. **Advances in Colloid and Interface Science**, 2015.
- <sup>3</sup>SINGH, S.; DIXIT, D. **A review on spray drying emerging technology in food industry**. International Journal of Applied Engineering and Technology, 2014.
- <sup>4</sup>SILVA, Suellen Paula da; VALLE, Anita Ferreira do; PERRONE, Daniel. **Microencapsulated Spirulina maxima biomass as an ingredient for the production of nutritionally enriched and sensorially well-accepted vegan biscuits**. LWT, 2020.
- <sup>5</sup>SILVA, Samara C. da et al. **Spray-dried Spirulina platensis as an effective ingredient to improve yogurt formulations: Testing different encapsulating solutions**. Journal of Functional Foods, v. 60, 103427, set. 2019.
- <sup>6</sup>MOROWVAT, Mohammad Hossein; GHASEMI, Younes. **Spray-Drying Microencapsulation of  $\beta$ -Carotene Contents in Powdered Dunaliella salina Biomass**. International Journal of Pharmaceutical and Clinical Research, v. 8, p. 1533-1536, 2016.
- <sup>7</sup>BUSTAMANTE, Andrés et al. Microencapsulation of H. pluvialis oleoresins with different fatty acid composition: Kinetic stability of astaxanthin and alpha-tocopherol. **Food Chemistry**, v. 190, p. 1013-1021, 2016.
- <sup>8</sup>FOO, Su Chern Foo; KHON, Nicholas M. H. Khon; YUSOFF, Fatimah Md. Physicochemical, microstructure and antioxidant properties of microalgae-derived fucoxanthin rich microcapsules. **Algal Research**, v. 51, p. 102061, 2020.
- <sup>9</sup>AGUSTINA, S et al. Antioxidant activity of Porphyridium cruentum water extracts for cosmetic cream. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 980, p. 012042, 2020.
- <sup>10</sup>POLAT, Derya Genc et al. Using encapsulated Nannochloropsis oculata in white chocolate as coloring agent. **Journal of Applied Phycology**, v. 30, p. 3077–3088, 2020.
- <sup>11</sup>DURMAZ, Yaşar et al. Using spray-dried microalgae in ice cream formulation as a natural colorant: Effect on physicochemical and functional properties. **Algal Research**, v. 47, p. 101811, 2020.
- <sup>12</sup>BONILLA-AHUMADA, Felipe de Jesús et al. Microencapsulation of algal biomass (Tetraselmis chuii) by spray-drying using different encapsulation materials for better preservation of beta-carotene and antioxidant compounds. **Algal Research**, v. 36, p. 229-238, 2018.
- <sup>13</sup>PALABIYIK, Ibrahim et al. Using spray-dried microalgae as a natural coloring agent in chewing gum: effects on color, sensory, and textural properties. **Journal of Applied Phycology**, 30, p. 1031–1039, 2017.
- <sup>14</sup>TOLVE, R.; Galgano et al. Encapsulation of health-promoting ingredients: Applications in foodstuffs. **Int. J. Food Sci. Nutr.** 67, 888–918, 2016.
- <sup>15</sup>OLIVEIRA, O. W., & Petrovick, P. R. Secagem por aspersão (spray drying) de extratos vegetais: bases e aplicações. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 20(4), 641–650, 2010.
- <sup>16</sup>M. Goula, K.G. Adamopoulos. Effect of maltodextrin addition during spray drying of tomato pulp in dehumidified air: II. Powder properties **Dry. Technol.** p. 726-737, 2008.
- <sup>17</sup>ASCHERI, D. P. R.; MARQUEZ, M. O. M.; MARCUCCI, E. T. Microencapsulação de Óleo Essencial de Laranja: Seleção de Material de Parede. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** 2003.