



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

# **Estudo da encapsulação da biomassa de *Spirulina platensis* pela técnica de *Electrospraying***

## **Study of the encapsulation of *Spirulina platensis* biomass by the *Electrospraying* technique**

Leandro Lima Aquino\*, Eliane Colla†,  
Maristela Raupp dos Santos‡, Paulo Bittencourt§

### **RESUMO**

A *Spirulina platensis* (SP) tem em sua composição altos níveis de proteína, despertando interesse da indústria alimentícia para desenvolver produtos com maior valor nutricional, entretanto, a microalga possui um odor e sabor característico de peixe e também confere cor esverdeada aos produtos a qual é adicionada. O objetivo deste trabalho foi determinar a composição centesimal da biomassa, além do estudo da técnica de *electrospraying* a fim de desenvolver microcápsulas para possível aplicação em alimentos. A composição da biomassa apresentou valores próximos aos descritos na literatura. Ensejando a elaboração das microcápsulas, a primeira etapa consistiu em formular duas suspensões de Concentrado Proteico de Soro de Leite (CPSL) e glicerol (GL) e posteriormente adicionando a está suspensão uma alíquota de outra suspensão contendo GL com a biomassa de SP, em uma delas foi adicionado ainda solução de NaCl (1%) e solução de etanol (10%); o segundo processo foi desenvolver a técnica de *electrospraying* das suspensões previamente preparadas. Como resultado as duas suspensões apresentaram produção de microcápsulas, a solução adicionada com NaCl e etanol originou cápsulas com formas irregulares e achatadas, diferente das produzidas a partir da suspensão sem adição de NaCl e etanol onde percebeu-se um formato mais regular e liso, com eventuais rugosidades.

**Palavras-chave:** Microencapsulamento; Conteúdo proteico; Concentrado proteico de soro de leite.

### **ABSTRACT**

*Spirulina platensis* has high levels of protein in its composition, arousing some interest in the food industry to develop products with greater nutritional value. Microalgae has a characteristic fishy odor and taste and also adds a greenish color to the products to which it is added. Now, the objective of this research was to determine the proximate composition of biomass, in addition to the study of the *electrospraying* technique to develop microcapsules for possible application in food. The biomass composition presented values close to those described in the literature, leading to prepare the microcapsules the first process consisted of making two suspensions of Whey Protein Concentrate (WPC) and glycerol (GL) and then adding to this suspension an aliquot of another suspension containing GL with the biomass of SP, in one of them NaCl solution (1%) and ethanol solution (10%) were added; the second process was to develop the technique of *electrospraying* previously prepared suspensions. As a result, the two suspensions produced microcapsules, the solution added with NaCl and ethanol resulted in capsules with irregular and flattened shapes, different from those produced from the suspension without the addition of NaCl and ethanol, where a more regular and smoother shape was noticed with occasional cracks.

**Keywords:** Microencapsulation; Protein content; Whey Protein Concentrate.

\* Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil; [leandroaquino@alunos.utfpr.edu.br](mailto:leandroaquino@alunos.utfpr.edu.br)

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira, Paraná, Brasil; [ecolla@utfpr.edu.br](mailto:ecolla@utfpr.edu.br)

‡ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil; [maristelasantos@alunos.utfpr.edu.br](mailto:maristelasantos@alunos.utfpr.edu.br)

§ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil; [paulob@utfpr.edu.br](mailto:paulob@utfpr.edu.br)



## 1 INTRODUÇÃO

A microalga *Spirulina* também conhecida como *Arthrospira* pertencente ao filo das Cianobactérias, filamentosas e de coloração verde azulada, forma tricomas cilíndricos com comprimentos de 0,5 mm e largura de 5 – 10  $\mu\text{m}$  (Hedenskog, 1970; Becker, 2007), tais características podem variar de acordo com sua espécie apresentando um maior destaque para a *Spirulina platensis* (SP). Essa microalga tem sido estudada devido a sua composição bioquímica apresentando níveis consideráveis de ácidos graxos, e seu alto conteúdo proteico podendo variar entre 40 – 70% da sua massa seca (Ambrosi et al., 2008), além disso este microrganismo não apresenta celulose em sua composição apresentando, portanto, alta digestibilidade e acesso aos compostos de interesse (Lupatini et al. 2017).

Devido ao alto teor proteico a aplicação dessa microalga em matrizes alimentares se torna interessante tendo em vista o aumento do conteúdo nutricional do alimento a qual está sendo adicionada. Dessa maneira estudos têm sido desenvolvidos com adição de SP em diferentes alimentos como em massa fresca sem glúten (Fradinho et al., 2020), em *snacks* (Lucas et al., 2018), e iogurtes (Da Silva et al., 2019).

Apesar da adição de SP apresentar benefícios em relação ao valor nutricional dos alimentos, existem alguns desafios que precisam ser superados, principalmente na qualidade sensorial. A adição da biomassa apresenta, no produto final, um odor característico “a peixe”; além da alteração da cor geralmente para verde-escura (Becker, 2007). Chacon-Lee & González-Mariño (2010), afirmam que são muitos os desafios para engenheiros de alimentos ao utilizar as microalgas em alimentos, como desenvolver produtos com propriedades sensoriais aceitáveis, camuflando o odor e cor característicos, além do desenvolvimento de novas tecnologias para aumentar a estabilidade dos compostos bioativos.

A microencapsulação nesse sentido é uma opção para a adição das microalgas em alimentos, visto que é um processo em que as substâncias ativas são recobertas por um material de parede formando capsulas pequenas, as quais protegem os compostos de interesse. A microencapsulação como descrita por Jyothi et al. (2010), é uma das técnicas de preservação da qualidade de substâncias sensíveis para produzir materiais com propriedades de interesse, podendo ser aplicado em alimentos.

Frente o exposto, o presente trabalho tem por objetivo apresentar a composição centesimal da biomassa de SP, e estudar condições para a microencapsulação da biomassa através do método de *Electrospraying* (ES), empregando como material de parede Concentrado Proteico de Soro de Leite (CPSL) e glicerol (GL).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Materiais

A biomassa de SP foi obtida de uma amostra comercial (Ningxia Union-Sure, China) desidratada e pulverizada da microalga, adquirida em uma loja de produtos naturais localizada na cidade de Foz do Iguaçu (PR), armazenada sob refrigeração e protegida da luz. O CPSL foi cedido pela empresa Sooro Renner Nutrição S.A., e o glicerol da empresa ALPHATEC. Todos os reagentes empregados nas análises foram de procedência analítica.

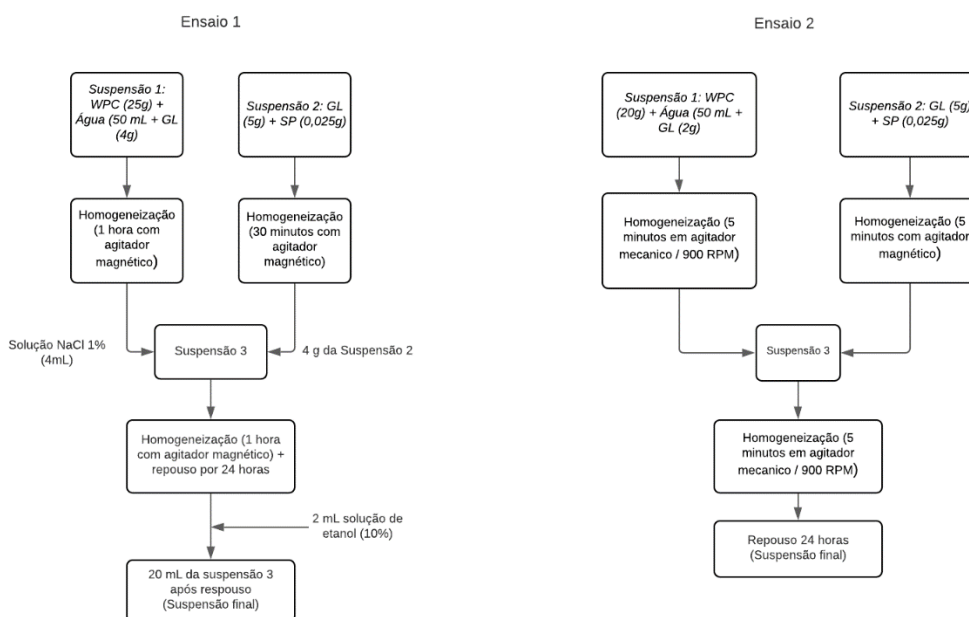
## 2.2 Procedimentos experimentais

A determinação da composição centesimal da biomassa de SP foi realizada seguindo os métodos da AOAC (1998). O teor de proteína bruta foi determinado pelo teor de nitrogênio total através do método de Micro-Kjeldahl, com fator de correção de 6,25 para converter o teor de nitrogênio em proteínas totais. Para umidade, Método 925.45b, para cinzas Método 923.03, para lipídios Método 920.39 e carboidratos obtidos por diferença segundo a Eq. (1).

$$\% \text{carboidratos} = 100 - (\% \text{umidade} + \% \text{proteína} + \% \text{cinzas} + \% \text{lipídeos}) \quad (1)$$

O procedimento para realização da microencapsulação foi adaptado da metodologia proposta por López-Rubio & Lagaron (2012), utilizando um equipamento de eletroencapsulação de fabricação própria. As etapas para obtenção das suspensões são apresentadas no fluxograma da Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma de elaboração das suspensões de SP



Fonte: Autoria própria (2021)

O equipamento de ES foi utilizado com os seguintes parâmetros: vazão de 0,3 mL/h, distância entre o capilar e o coletor de 8 cm, tensão entre 25 – 28 kV, temperatura ambiente e umidade relativa do ar a 40%. As suspensões do ensaio 1 e 2 foram colocadas em seringas de 5 mL, acopladas a uma agulha de metal com 0,7 mm de diâmetro. As microcápsulas obtidas no processo foram coletadas em papel alumínio envolvido a uma placa metálica. Ao final do processo (20 horas no equipamento) o pó formado foi coletado e submetido a observação por microscópio óptico e por microscopia eletrônica de varredura (MEV) para verificar a formação das microcápsulas.

### 3 RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os valores da composição centesimal obtidos para a biomassa de SP. Pode-se observar que o teor de proteína bruta é o principal constituinte da biomassa, assim como os valores encontrados por Lupatini Menegotto et al. (2019) (59,5% na biomassa desengordurada), bem como os valores de carboidratos (26,44%). O teor de lipídios (4,08%) e umidade (2,93%) foi inferior aos apresentados por Batista de Oliveira et al. (2021) em *Spirulina* sp. LEB-18 sendo 8,27% e 9,5% respectivamente. E os valores de carboidratos (26,58%) se aproximam ao exposto por Lupatini Menegotto et al. (2019) (26,44%).

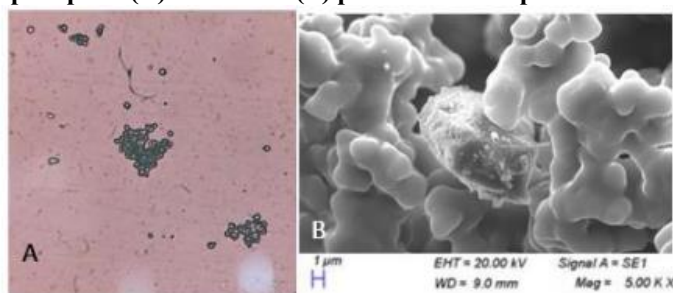
Na Figura 2 pode-se observar a formação das microcápsulas a partir da suspensão do Ensaio 1, que durante o processo de ES apresentou gotejamento em uma voltagem de 25Kv. A imagem apresentada em (A) refere-se as microcápsulas vistas em microscópio óptico, algumas agrupadas e outras isoladas, a imagem (B) permite visualizar as microcápsulas com forma irregular e achatada; Yinbin et al. (2018) afirmam que a concentração polimérica baixa acaba por formar estruturas achatadas como a suspensão do Ensaio 1 dessa pesquisa.

**Tabela 1 – Composição centesimal da biomassa de *Spirulina platensis***  
Biomassa de *Spirulina platensis*

Umidade (%)	2,93 ± 0,07
Cinzas (%)	7,43 ± 0,03
Lipídios (%)	4,08 ± 0,39
Proteína Bruta (%)	58,97 ± 4,86
Carboidratos (%)	26,58 ± 4,69

Fonte: A autoria própria (2021).

**Figura 2 – Vista do microscópio óptico (A) e do MEV (B) para as microcápsulas formadas a partir do Ensaio 1**



Fonte: A autoria própria (2021)

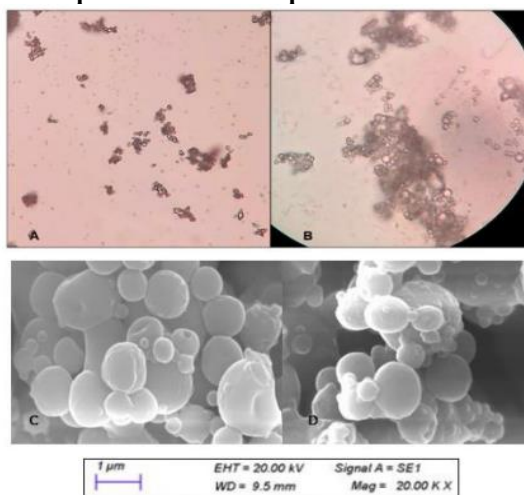
Na Figura 3 pode-se perceber que também houve a formação das microcápsulas a partir da suspensão do Ensaio 2, nesse ensaio também ocorreu o gotejamento, porém em menor quantidade quando comparado ao Ensaio 1. As imagens obtidas por microscopia óptica e de varredura eletrônica demonstraram a formação de microcápsulas esféricas com estrutura lisa, e algumas eventuais deformações, resultado esperado assim como no trabalho desenvolvido por López-Rubio & Lagaron (2012), que desenvolveram microcápsulas pela técnica de ES, tendo como núcleo  $\beta$ -caroteno utilizando como material de parede CPSL e GL.

Para o ensaio 1 foi adicionado soluções de NaCl com o intuito de melhorar a condutividade elétrica, dessa maneira evitar o gotejamento da suspensão e conseqüentemente aumentar o rendimento, e para auxiliar na evaporação do solvente e obter um pó seco foi adicionado uma solução de etanol, porém essas medidas não



foram eficientes se comparados aos resultados do teste do ensaio 2, que obteve menos gotejamento sem a adição das soluções.

**Figura 3 – Vista do microscópio óptico com aumento de 40x(A) e 100x (B) e do MEV (C, D) para as microcápsulas formadas a partir do Ensaio 2**



Fonte: Autoria própria (2021)

#### 4 CONCLUSÃO

A partir das análises realizadas, pode-se concluir que os resultados obtidos na caracterização centesimal da SP estão de acordo com a literatura apresentando elevado teor de proteína em sua composição. Através dos estudos da técnica de ES foi possível formar microcápsulas de SP, sendo que o Ensaio 2 gerou melhores resultados quando comparado ao Ensaio 1, tendo em vista o baixo rendimento devido ao gotejamento gerado e a morfologia das microcápsulas entre os dois ensaios.

#### AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq - Brasil e com o apoio da Universidade Tecnológica Federal do Paraná/Brasil.

#### REFERÊNCIAS

- AMBROSI, M. & Reinehr, Christian & Bertolin, Telma & Costa, Jorge Alberto & Colla, Luciane. (2009). **Propriedades de saúde de Spirulina spp.** Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada, Pág 29.
- BATISTA DE OLIVEIRA, T. T. et al. **Microencapsulation of Spirulina sp. LEB-18 and its incorporation in chocolate milk: Properties and functional potential.** Lwt, v. 148, n. March, p. 111674, 2021.



- BECKER E.W., **Micro-algae as a source of protein**, *Biotechnology Advances*, Volume 25, Issue 2, 2007, Pages 207-210.
- CHACÓN-LEE, T. and GONZÁLEZ-MARIÑO, G. (2010), **Microalgae for “Healthy” Foods— Possibilities and Challenges**. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9: 655-675. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00132.x>
- DA SILVA, S. C. et al. **Spray-dried Spirulina platensis as an effective ingredient to improve yogurt formulations: Testing different encapsulating solutions**. *Journal of Functional Foods*, v. 60, n. June, 2019.
- FRADINHO, P.; Alberto Niccolai; Rita Soares; Liliana Rodolfi; Natascia Biondi; Mario R. Tredici; Isabel Sousa; Anabela Raymundo. **Effect of Arthrospira platensis (spirulina) incorporation on the rheological and bioactive properties of gluten-free fresh pasta**. *Algal Research*, Volume 45, 2020, 101743.
- HEDENSKOG G., HOFSTEN A. **The Ultrastructure of Spirulina platensis - A New Source of Microbial Protein**. *Physiology Plantarum*, 23 (1970), pág. 209.
- JYOTHI N. V. N., P.; PRASANNA, M.; SAKARKAR, S. N.; PRABHA, K. S., RAMAIAH, P. S.; SRAWAN, G. Y; (2010) **Técnicas de microencapsulação, fatores que influenciam a eficiência de encapsulamento**, *Journal of Microencapsulation*, 27: 3, 187- 197.
- LÓPEZ-RUBIO, A.; LAGARON, J. M. **Whey protein capsules obtained through electrospraying for the encapsulation of bioactives**. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v. 13, n. JANUARY, p. 200–206, 2012.
- LUCAS, B. F.; MORAIS, M. G.; SANTOS, T. D.; COSTA, J. A. V. **Spirulina for snack enrichment: Nutritional, physical and sensory evaluations**, Volume 90, 2018, Pages 270-276, ISSN 0023-6438, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.032>
- LUPATINI AL, COLLA LM, CANAN C, COLLA E. **Potential application of microalga Spirulina platensis as a protein source**. *J Sci Food Agric*. 2017 Feb.
- LUPATINI MENEGOTTO, A. L. et al. **Investigation of techno-functional and physicochemical properties of Spirulina platensis protein concentrate for food enrichment**. *Lwt*, v. 114, n. June, p. 108267, 2019.
- YINBIN, L. et al. **Effect of different encapsulating agent combinations on physicochemical properties and stability of microcapsules loaded with phenolics of plum (Prunus salicina lindl.)**. *Powder Technology*, v. 340, p. 459–464, 2018.