



## X Congresso Brasileiro de Engenharia Química Iniciação Científica

*“Influência da pesquisa em Engenharia Química no desenvolvimento tecnológico e industrial brasileiro”*

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Universidade Severino Sombra  
Vassouras – RJ – Brasil

### **ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS PROTÉICAS DA *Spirulina sp.* SECA EM LEITO DE JORRO**

**DA SILVA<sup>\*1</sup>, T. S.; DA SILVA<sup>\*1</sup>, K. T.; DOS SANTOS<sup>\*1</sup>, D. D.;  
LARROSA<sup>2</sup>, A. P. Q.; PINTO<sup>3</sup>, L. A. A.**

<sup>1</sup> Alunas da EQA/FURG    <sup>2</sup> Doutoranda do PPG-ECA/FURG    <sup>3</sup> Professor da EQA/FURG  
Escola de Química e Alimentos - Universidade Federal do Rio Grande  
Rua Alfredo Huch, 475 – CEP 96.201-900 – Rio Grande, RS  
email: dqmpinto@furg.br

**RESUMO** - Este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes concentrações de sólidos (5 e 8%) de biomassa de *Spirulina sp.* e temperaturas do ar de secagem (80 e 100°C) nas propriedades funcionais e nutricionais das proteínas do produto desidratado. Foi utilizada a microalga *Spirulina sp.* Leb-18, cultivada em fotobiorreatores abertos em condições não controladas. Os experimentos foram conduzidos em um leito de jorro de geometria cônica, utilizando uma taxa de alimentação de  $0,4 \text{ kg}_{\text{pasta}} \cdot \text{kg}_{\text{inerte}}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , e partículas de polietileno como inertes. O produto final foi avaliado quanto à umidade, proteína, solubilidade protéica e digestibilidade *in vitro*. Os resultados mostraram que o teor de proteína da *Spirulina* seca em leito de jorro foi de  $59,2 \pm 0,2\%$ , a umidade ficou na faixa comercial (abaixo de 10%). A solubilidade protéica das amostras secas em leito de jorro em relação à biomassa *in natura* apresentou um aumento de 18 a 98%, enquanto que a digestibilidade *in vitro* aumentou de 25,7 a 47%. O experimento realizado a 100°C utilizando uma biomassa com 5% de sólidos apresentou melhores resultados.

**Palavras chave:** digestibilidade, microalga, solubilidade.

### **INTRODUÇÃO**

A pesquisa biotecnológica de microalgas vem crescendo ultimamente devido à identificação de diversas substâncias sintetizadas por estes organismos. Os cultivos de microalgas têm sido realizados visando à produção de biomassa, tanto para uso na elaboração de alimentos quanto para a obtenção de compostos naturais com alto valor no mercado mundial (Derner *et al.*, 2006). As cianobactérias são as microalgas mais

estudadas e cultivadas, com destaque às espécies do gênero *Spirulina* (Becker *et al.*, 2004).

A *Spirulina* é uma cianobactéria, chamada de *Arthrospira platensis* ou comumente chamada de alga azul-verde, filamentosa e espiralada (Desmorieux e Decaen, 2006). É uma microalga amplamente conhecida e utilizada mundialmente, que cresce rapidamente em meio alcalino, sendo uma boa fonte proteica de alta digestibilidade, contendo em torno de 50 a 70% de proteínas,

\*Bolsistas Permanência FURG.

fonte de compostos antioxidantes e de ácidos graxos essenciais como o  $\gamma$ -linolênico. (Vonshak, 1997; Ambrosi *et al.*, 2008).

A secagem é uma operação unitária que tem sido utilizada para obtenção de biomassa a fim de aumentar a vida útil, minimizando o crescimento microbiano, deteriorações por reações químicas, além da facilidade de transporte e estocagem pela redução de peso e volume (Oliveira *et al.*, 2010). Dentre as técnicas de secagem que têm sido utilizadas para obtenção de biomassa de *Spirulina* podem-se citar *spray drying*, *freeze-drying*, secagem solar, e secagem convectiva (Show *et al.*, 2013). Além disso, a secagem em leito de jorro é uma técnica de baixo custo de operação e manutenção em relação ao *spray drying*, e tem obtido resultados promissores na qualidade do produto final. Essa técnica possui diversas aplicações, tais como o recobrimento de partículas e a secagem de pastas e suspensões, porém a secagem de *Spirulina* em leito de jorro ainda é pouco explorada.

A qualidade de um alimento é definida pela sua composição, suas propriedades nutricionais e suas propriedades funcionais. As propriedades funcionais são aquelas na qual qualquer propriedade de um componente de um alimento, excetuando-se as nutricionais, influencia a sua aceitação e utilização. A avaliação dessas propriedades, como a solubilidade protéica, possui grande importância na formulação de produtos alimentícios, de forma que ocorra uma interação da proteína com outros componentes, contribuindo na formação da textura nos alimentos (Sgarbieri, 1996; Krüger *et al.*, 2002).

Além do aspecto qualitativo da proteína, deve também ser considerado seu valor nutritivo, que depende da sua composição, digestibilidade, biodisponibilidade de aminoácidos essenciais e ausência de fatores antinutricionais e substâncias tóxicas (Sgarbieri, 1996).

Como na secagem em leito de jorro de pastas e suspensões, as condições operacionais influenciam nas características do produto final, este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes concentrações de sólidos de biomassa de *Spirulina sp.* e temperaturas do

ar, nas propriedades funcionais e nutricionais das proteínas do produto desidratado.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Matéria-prima

Foi utilizada *Spirulina sp.* LEB-18 (Morais e Costa, 2007) cedida pelo Laboratório de Engenharia Bioquímica da FURG/RS. A microalga foi cultivada em meio sintético Zarrouk (Zarrouk, 1966) em condições não controladas em fotobiorreatores, na cidade de Santa Vitória do Palmar (RS). A biomassa foi obtida por filtração direta e prensada, contendo 15% de sólidos.

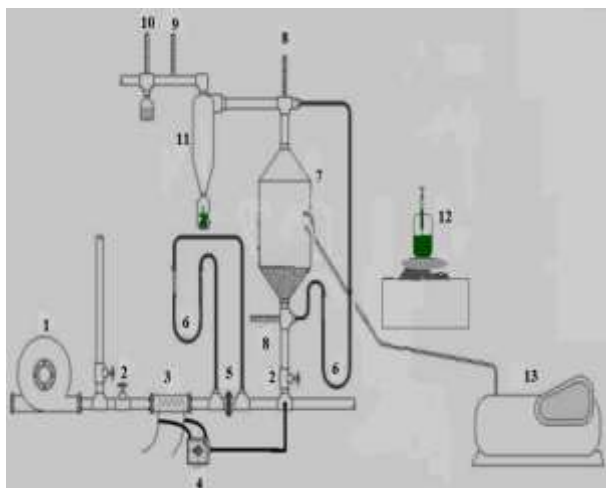
### Secagem em leito de jorro

A biomassa de *Spirulina sp.* foi seca em leito de jorro de geometria cônica com diâmetro de célula de 17,5 cm, base cônica (superior e inferior) com ângulo incluso de 60° e altura de 15 cm. Foi utilizado um suporte de inertes constituído por partículas de polietileno com uma carga de 0,5 kg, diâmetro médio de 3,2 mm, esfericidade de 0,7 e densidade de 0,96 g.cm<sup>-3</sup>.

As medidas de vazão de ar foram realizadas por meio de uma placa de orifício acoplada a um manômetro de tubo em “U” e, as temperaturas (entrada, saída) do ar foram medidas por termopares cobre-constantan.

A biomassa foi alimentada por meio de uma seringa plástica, sendo atomizada com ar comprimido à uma pressão de 200 kPa abs. A taxa de circulação de sólidos foi de 100% acima da velocidade de jorro mínimo. O produto desidratado era recolhido em um recipiente de vidro acoplado ao ciclone do tipo *Lapple*, para realização das análises.

O esquema do equipamento utilizado na secagem de *Spirulina sp.* está apresentado na Figura 1:



**Figura 1 - Esquema do equipamento experimental de secagem em leito de jorro.**

Legenda: (1) soprador radial, (2) válvulas, (3) sistema de aquecimento, (4) controlador de temperatura, (5) placa de orifício, (6) manômetro de tubo em “U”, (7) célula de secagem, (8) termopares de entrada e saída, (9) termopar de bulbo seco, (10) termopar de bulbo úmido, (11) ciclone tipo *Lapple*, (12) reservatório da pasta, (13) compressor de ar.

Os experimentos em leito de jorro foram realizados em duas temperatura do ar de entrada (80 e 100°C) e de duas concentração de sólidos na pasta de biomassa (5 a 8%). A vazão de alimentação foi fixada a 200 mL.h<sup>-1</sup>, definida por testes preliminares. Foi realizado um tratamento de dados, estudando os efeitos da temperatura do ar de entrada e da concentração de sólidos da biomassa nas propriedades funcionais e nutricionais da *Spirulina sp.* (LEB-18), como a solubilidade protéica e digestibilidade protéica *in vitro*.

### Metodologia Analítica

A umidade das amostras seca e *in natura* da biomassa foi analisada pela metodologia nº 926.10 da A.O.A.C. (1995). A proteína foi determinada pelo método de Kjeldhal nº 960.20 da A.O.A.C. (1995).

A solubilidade protéica em meio aquoso foi avaliada segundo o método de Morr *et al.* (1985). A digestibilidade proteica *in vitro*, foi analisada segundo método de Sgarbieri (1996).

### Metodologia estatística

As respostas avaliadas como umidade, proteína, solubilidade protéica e digestibilidade protéica, foram analisadas estatisticamente através do Teste de Tukey ao nível de 95% de confiança (p<0,05).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras de *Spirulina sp.* secas em leito de jorro e a *in natura* foram comparadas estatisticamente na Tabela 1 pelas respostas umidade e teor de proteína.

**Tabela 1 - Umidade e teor de proteína das amostras *in natura* e seca em leito de jorro.**

Amostra	Umidade (%b.u.)*	Proteína (%b.u.)*
80°C e 5% sólidos	9,8±0,2 <sup>a</sup>	58,9±2,1 <sup>a</sup>
100°C e 5% sólidos	9,1±0,5 <sup>a,b</sup>	59,2±0,7 <sup>a</sup>
80°C e 8% sólidos	9,3±0,8 <sup>a,b</sup>	60,1±1,0 <sup>a</sup>
100°C e 8% sólidos	8,8±0,2 <sup>b</sup>	58,6±1,6 <sup>a</sup>
<i>In natura</i>	92,0±0,5 <sup>c</sup>	5,3±0,1 <sup>b</sup>

\*Valor médio±erro médio. Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa (p<0,05); b.u.: base úmida.

Analisando os resultados obtidos na Tabela 1, observa-se que as umidades das amostras secas ficaram abaixo de 10% (na faixa comercial). Em relação ao teor de proteína, observa-se que ficou próximo de 60%, de acordo com a literatura que indica uma faixa de 50 a 70% (Vonshak, 1997; Ambrosi *et al.*, 2008).

Em relação à biomassa *in natura*, observa-se que o teor de proteína ficou abaixo do esperado, devido à diluição realizada para secar em leito de jorro, visto que a concentração de sólidos influencia o comportamento do leito. A biomassa prensada apresentou em torno de 12,4±0,4% de proteína com umidade de 75% (b.u.).

A Tabela 2 mostra os resultados da solubilidade protéica e digestibilidade protéica da biomassa *in natura* e seca em leito de jorro.

**Tabela 2 - Resultados de solubilidade protéica em meio aquoso e digestibilidade protéica *in vitro* das amostras de *Spirulina in natura* e seca em leito de jorro.**

Amostra	Solubilidade (%) <sup>*</sup>	Digestibilidade (%) <sup>*</sup>
80°C e 5% sólidos	45,5±1,9 <sup>a</sup>	31,8±0,5 <sup>a</sup>
100°C 5% sólidos	56,2±1,6 <sup>b</sup>	28,4±1,0 <sup>b</sup>
80°C e 8% sólidos	33,4±2,4 <sup>c</sup>	33,3±0,7 <sup>c</sup>
100°C e 8% sólidos	49,9±0,6 <sup>d</sup>	32,5±1,6 <sup>a,c</sup>
<i>In natura</i>	28,3±3,8 <sup>c</sup>	22,6±2,5 <sup>d</sup>

<sup>\*</sup>Valor médio±erro médio. Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa (p<0,05).

Observa-se na Tabela 2, que a solubilidade protéica em meio aquoso apresentou diferença significativa ao nível de 5% (p<0,05), onde nota-se que em relação à amostra *in natura* obteve um aumento da solubilidade de 18 a 98%. Além disso, a solubilidade foi maior na temperatura mais elevada, sendo que na condição de 100°C com concentração de sólidos de 5% apresentou maior solubilidade. Apesar da temperatura de saída ter sido mais elevada (82°C), é importante ressaltar que o produto sai do secador a uma temperatura um pouco acima de bulbo úmido. Segundo Sgarbieri (1996), a solubilidade das proteínas aumentam em temperaturas entre 40 a 50°C, e como a temperatura do bulbo úmido na condição em que obteve a maior solubilidade estava a 37±1°C, justifica o aumento dessa propriedade em relação à biomassa *in natura*.

Em relação à digestibilidade, as amostras apresentaram diferença significativa ao nível de 5% (p<0,05) em relação à amostra *in natura*, onde a propriedade nutricional aumentou com a secagem de 25,7 a 47%. Isso pode ser explicado devido às proteínas terem sofrido alguma mudança na sua conformação com o tratamento térmico, aumentando a susceptibilidade à proteólise

## CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que o teor de proteína da *Spirulina* seca em leito de jorro foi em torno de 60% e a umidade ficou na faixa comercial (abaixo de 10%).

A solubilidade protéica das amostras secas em leito de jorro em relação à biomassa *in natura* apresentou um aumento de 18 a 98%, enquanto que a digestibilidade *in vitro* aumentou de 25,7 a 47%.

Diante dos resultados, pôde-se definir que a condição experimental utilizando temperatura do ar de entrada de 100°C e concentração de 5% de sólidos da biomassa, proporcionou melhores resultados nas propriedades funcionais e nutricionais das proteínas da *Spirulina*.

## REFERÊNCIAS

- AMBROSI, M. A., REINEHR, C. O., BERTOLIN, T. E., COSTA, J. A. V., COLLA, L. M. (2008), Propriedades de saúde de *Spirulina spp.* Revista de Ciências Farmacêuticas Básica Aplicada, 29 (2), 109-117.
- AOAC. (1995) ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, Official Methods of Analysis. 14<sup>a</sup> ed., v. 1.
- BECKER, E. W. (2004), Microalgae in human and animal nutrition. In: RICHMOND, A. (Ed). Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied phycology. London: Blackwell Science, p.312-351.
- DERNER, R. B., OHSE, S., VILLELA, M., CARVALHO, S. M., FETT, R. (2006), Microalgae, products and applications. Ciência Rural, 36 (6), 1959-1967.
- DESMORIEUX, H., DECAEN, N. (2006), Convective drying of *Spirulina* in thin layer. Journal Food Engineering, 77, 64-70.
- KRÜGER, C., CENI, G., SGARBIERI, V., CÂNDIDO, L. (2002), Propriedade hidrofílica de concentrados proteicos de leite bovino. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 36 (2), 122-127.

- MORAIS, M. G., COSTA, J. A. V. (2007), Carbon dioxide biofixation with *Chlorella kessleri*, *C. vulgaris*, *Scenedesmus obliquus* and *Spirulina sp.* cultivated in flasks and vertical tubular photobioreactors. *Biotechnology Letters*, Rio Grande, 29 (9), 1349–1352.
- MORR, C. V., GERMAN, B., KINSELA, J. E., REGENSTEIN, J. M., VAN-BUREN, J. P., KILARA, A., LEWIS, B. A., MAGNINO, M. E. (1985), Collaborative study to develop a standardized food protein solubility procedure. *Journal of Food Science*, 50, 1715-1718.
- OLIVEIRA, E. G., DUARTE, J. H., MORAES, K., CREXI, V. T., PINTO, L. A. A. (2010), Optimisation of *Spirulina platensis* convective drying: evaluation of phycocyanin loss and lipid oxidation. *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 1572–1578.
- SGARBIERI, V. C. (1996), *Proteínas em alimentos proteicos: propriedades, degradações, modificações*. Editora e Livraria Varela, São Paulo, SP.
- SHOW, K. Y., LEE, D. J., CHANG, J. S. (2013), Algal biomass dehydration. *Bioresource Technology*, 135, 720-729.
- VONSHAK, A. (1997), *Spirulina Platensis (Arthrospira) Physiology, Cell- Biology and Biotechnology*. London: Taylor & Francis.
- ZARROUK, C. (1966), Contribution A ` L'e'tude D'une Cyanophyce'e. Influence De Divers Facteurs Physiques Et Chimiques Sur La Croissance Et La Photosynthe'se De *Spirulina Maxima*. Ph.D. Thesis. Paris, France: University of Paris.

## AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem à CAPES e a FURG pelo apoio financeiro, e ao Laboratório de Engenharia Bioquímica (LEB) da FURG/RS.