

ESTUDO DA SECAGEM DE *SPIRULINA PLATENSIS* EM SECADOR CONVECTIVO COM CONDICIONAMENTO DO AR: AVALIAÇÃO DO TEOR DE FICOCIANINA E DIFERENÇA DE COR

RODRIGUES, Marla Cristina Kappaun¹; DA ROCHA, Silvia Faria¹; COSTA, Bruna Roos²; PINTO, Luiz Antonio de Almeida³.

¹Universidade Federal do Rio Grande, alunas de Engenharia de Alimentos; Universidade Federal do Rio Grande, aluna de doutorado do Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos; ³Universidade Federal do Rio Grande, professor da Escola de Química e Alimentos e do Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos.
marla.kappaun@furg.br

1 INTRODUÇÃO

A microalga *Spirulina Platensis*, é uma cianobactéria de coloração verde azulada, microscópica, fotossintética, unicelular e filamentosa (Shimamatsu, 2004). Essa microalga se destaca das demais devido sua composição variada de biomoléculas, alto teor proteico (60-70%) e excelente fonte de ficocianina, sendo a fração proteica composta por até 20% deste componente (Vonshak, 1997).

A secagem é uma operação unitária amplamente utilizada para a preservação de microalgas. No entanto, essa operação causa preocupações com os impactos causados sobre as características químicas, físicas e funcionais do produto (Roy et. al., 2007). Uma alternativa para reduzir os prejuízos causados pela secagem é a utilização de condições controladas do ar, pois essas viabilizam a operação com temperaturas inferiores a 50°C, utilizando um sistema de refrigeração acoplado ao secador que é responsável pela manutenção da baixa pressão parcial de vapor do ar no interior do equipamento, fazendo com que o tempo de operação seja diminuído.

O objetivo deste trabalho foi estudar a secagem convectiva com condicionamento do ar da *Spirulina platensis* e definir a melhor temperatura de secagem avaliando o teor de ficocianina e diferença de cor da amostra seca e *in natura*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A microalga utilizada na secagem foi a *Spirulina platensis* LEB-18 (Morais & Costa, 2007), a qual foi cedida pelo Laboratório de Engenharia Bioquímica da FURG e produzida na unidade piloto de Santa Vitória do Palmar – RS.

Os experimentos foram realizados em secador de bandeja com escoamento paralelo do ar em relação ao leito de sólidos. O secador funciona em circuito fechado e utiliza um sistema indireto de refrigeração para remover o vapor d'água do ar. A umidade absoluta foi constante em $0,0015 \pm 0,0002 \text{ kg kg}_{\text{ar seco}}^{-1}$. Foi utilizada uma bandeja de aço carbono zincado (14,5 cm de comprimento, 14,5 cm de largura e 3,0 mm de espessura) de tela expandida (*mesh* 10). As temperaturas do ar

foram 40, 50 e 60 °C e a velocidade do ar foi de 2 m s⁻¹. Todos os experimentos foram realizados em triplicata.

A ficocianina foi extraída utilizando água como solvente na proporção de 0,16 g de biomassa pó para 1,0 mL de água (Moraes et al., 2010). O conteúdo de ficocianina foi calculado segundo Bennett e Bogorad (1973).

A cor foi avaliada utilizando um sistema Minolta (CR-300, Minolta Corporation, Ramsey, USA), através da medida do diagrama tridimensional de cores (L*-a*-b*) em que L* indica luminosidade, a* indica cromaticidade que varia do verde (-) até vermelho (+) e b* indica a cromaticidade variando do azul (-) até amarelo (+). A diferença total de cor (ΔE) das amostras secas em relação a *in natura* foi determinada utilizando a Equação 1.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2} \quad (1)$$

As análises estatísticas foram realizadas pelo teste de Tukey, a um nível de significância de 95%, utilizando o programa *Statistica 7.0* (StatSoft Inc., USA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta as curvas da taxa de secagem em função da umidade da *Spirulina* para as três temperaturas de secagem estudadas.

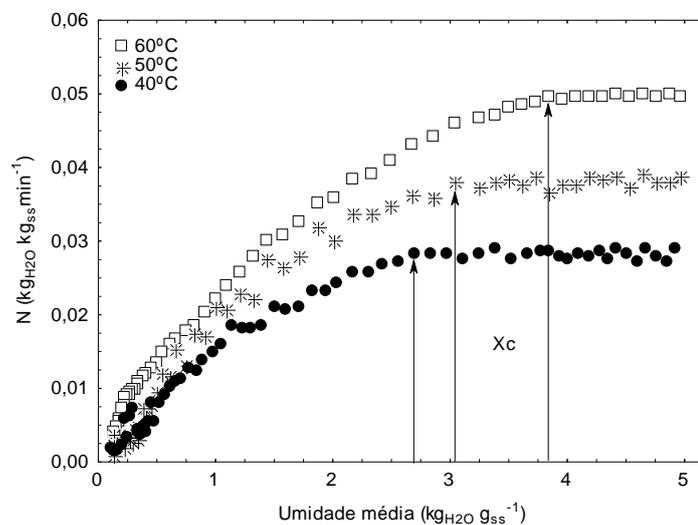


Figura 1 Curvas da taxa de secagem em função da umidade das amostras de *Spirulina*.

Na Figura 1 pode-se observar que os experimentos, nas três temperaturas, apresentaram período de taxa constante e período de taxa decrescente bem definidos. Sendo que o período de taxa decrescente inicia logo após a umidade crítica (X_c). A utilização de maiores temperaturas do ar resultou em maiores valores de taxa de secagem e, conseqüentemente, o tempo de secagem diminuiu (Tabela 1).

Na Tabela 1 estão apresentados os parâmetros de caracterização da secagem de *Spirulina*.

Tabela 1 Valores de tempo total de secagem (t_{total}), umidade crítica da *Spirulina* (X_c), e tempo do período de taxa constante ($t_{taxa\ constante}$).

Experimentos (°C)	t_{total} (min)	X_c (kg _{H₂O} /kg _{b.s.})	$t_{taxa\ constante}$ (min)
40	290±5 ^a	2,75±0,04 ^a	80±5 ^a
50	255±5 ^b	3,15±0,03 ^b	50±5 ^b
60	205±5 ^c	3,82±0,07 ^c	30±3 ^c

*Valor médio ± erro padrão (em triplicata). Letras iguais em mesma coluna ($p>0,05$). Letras diferentes em mesma coluna ($p\leq 0,05$).

Pode-se observar na Tabela 1 que todos os parâmetros que caracterizam a secagem foram diferentes significativamente ($p\leq 0,05$). Os valores de umidade crítica (X_c) aumentaram com o acréscimo da temperatura do ar, e o período de taxa constante representou 25,6, 19,6 e 14,6% do tempo total de operação para as temperaturas de 40, 50 e 60°C, respectivamente. Isto mostra que a secagem ocorreu principalmente no período de taxa decrescente, logo, a difusão é o mecanismo físico dominante durante a desidratação de *Spirulina platensis*.

A Tabela 2 apresenta os valores de cromaticidade, diferença de cor e teor de ficocianina que caracterizam o produto final e a *Spirulina in natura*.

Tabela 2 Valores de cromaticidade (a^* e b^*), diferença de cor (ΔE) e teor de ficocianina.

Experimentos (°C)	(a^*) [*]	(b^*) [*]	ΔE^*	Ficocianina* (mg/g)
40	-1,04±0,08 ^a	5,68±0,14 ^a	7,99±0,24 ^a	18,63±0,12 ^a
50	-2,42±0,05 ^b	7,29±0,09 ^b	3,22±0,14 ^b	15,52±0,14 ^b
60	-2,48±0,11 ^b	6,81±0,04 ^c	4,00±0,28 ^b	13,95±0,09 ^c
<i>In natura</i>	-1,48±0,10 ^c	4,59±0,17 ^d	-	28,23±0,15 ^d

*Valor médio ± erro padrão (em triplicata). Letras iguais em mesma coluna ($p>0,05$). Letras diferentes em mesma coluna ($p\leq 0,05$).

Ao observar os valores de cromaticidade (a^* e b^*) da *Spirulina* desidratada e *in natura* expostos na Tabela 2, pode-se perceber que a microalga apresentou uma coloração entre o verde e amarelo, pois os valores de a^* e b^* são negativos e positivos, respectivamente, o que indica que estes se encontram no segundo quadrante do diagrama tridimensional de cores. Em relação à diferença de cor entre a *Spirulina* seca e a *in natura*, pode-se observar que não houve diferença significativa, a um nível de 95% de significância, entre os experimentos que utilizaram 50 e 60°C de temperatura, sendo que estes foram os que apresentaram menor diferença de cor, ou seja, melhor preservação da cor natural da microalga. Isto ocorreu devido ao maior tempo de exposição da microalga durante a operação a 40°C (Tabela 1).

No entanto, pode-se observar que o teor de ficocianina (Tabela 2) não foi influenciado pelo maior tempo de operação e sim pelo maior potencial térmico, pois os valores de ficocianina diminuíram a medida que a temperatura do ar de secagem aumentou. Dessa forma, o experimento que apresentou o melhor resultado em relação ao teor de ficocianina na *Spirulina* foi o de 40°C que resultou em uma perda de 34% de ficocianina, enquanto que as temperaturas 50 e 60°C proporcionaram perdas de 45 e 51%, respectivamente.

4 CONCLUSÃO

A secagem de *Spirulina platensis* apresentou período bem definidos de taxa constante e taxa decrescente.

As temperaturas do ar que apresentaram um produto desidratado com menor perda de cor durante a operação foram as de 50 e 60°C, porém os teores de ficocianina foram, respectivamente, 16,7 e 27,1% inferiores ao valor encontrado para a temperatura de 40°C. Assim, a escolha da melhor condição para a secagem de *Spirulina platensis* irá depender da finalidade do produto.

5 REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis**, 14th ed, v. 1, 1995.
- BENNETT, Allen, BOGORAD, Lawrence. Complimentary chromatic adaptation in a filamentous blue-green alga. **Journal of Cell Biology**, v. 58, p. 419-435, 1973.
- MORAES, Caroline Costa. BURKERT, Janaína Fernandes de Medeiros. KALIL, Suzana Juliano. C-phycoocyanin extraction process for large-scale use. **Journal of Food Biochemistry**, v. 34, n. 1, p. 133–148, 2010.
- MORAIS, Michele Greque. COSTA, Jorge Alberto Vieira. Carbon dioxide biofixation with *Chlorella kessleri*, *C. vulgaris*, *Scenedesmus obliquus* and *Spirulina sp.* cultivated in flasks and vertical tubular photobioreactors. **Biotechnology Letters**, Rio Grande, v. 29, n. 9, p. 1349–1352, 2007.
- ROY, Molay Kumar. TAKENAKA, Makiko. ISOBE, Seiichiro. TSUSHIDA, Tojiro. Antioxidant potential, anti-proliferative activities, and phenolic content in water-soluble fractions of some commonly consumed vegetables: Effects of thermal treatment. **Food Chemistry**, Japan, v. 103, n. 1, p. 106–114, 2007.
- SHIMAMATSU, Hidenori. Mass production *Spirulina*, an edible microalga. **Hydrobiologia**, Japan, v. 512, n. 1, p. 39-44, 2004.
- VONSHAK, Avigad. ***Spirulina platensis (Arthrospira) Physiology, Cell Biology and Biotechnology***. London, Taylor & Francis, 1997.