

# AVALIAÇÃO DA COR DA CIANOBACTÉRIA *APHANOTHECE MICROSCOPICA NÄGELI* EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE SECAGEM

MARIA ISABEL QUEIROZ<sup>\*</sup>  
EDUARDO JACOB LOPES<sup>\*</sup>  
LEILA QUEIROZ ZEPKA<sup>\*</sup>  
MARINA LEITE MITTERER<sup>\*</sup>  
ROSANA GOLDBECK<sup>\*</sup>  
LUIZ ANTÔNIO DE ALMEIDA PINTO<sup>\*</sup>  
ROSA DE OLIVEIRA TREPTOW<sup>\*</sup>

## RESUMO

O processamento térmico é considerado um dos mais importantes métodos de preservação de alimentos. A secagem pode ser descrita como um método de preservação em que a umidade e a atividade de água são reduzidas, minimizando a deterioração bioquímica e microbiológica. No entanto, durante o processamento o material pode ser exposto a temperaturas que causam efeitos adversos na qualidade, principalmente no que se refere a alterações na cor. É reportado que muitas reações podem afetar a cor durante o processamento térmico de materiais biológicos. A degradação de pigmentos como carotenóides e clorofilas é considerado o principal mecanismo de degradação da cor de tais produtos. Nesse sentido, o trabalho teve por objetivos avaliar a influência da operação de secagem na cor e no conteúdo de clorofila *a* da biomassa da cianobactéria *Aphanothece microscopica Nägeli* cultivada no efluente da parboilização do arroz. A biomassa foi produzida em reator cilíndrico descontinuo, nas condições de ausência de luminosidade, 100 mgL<sup>-1</sup> de inóculo, 30°C, pH 8,0, razão C/N 50 e tempo de detenção hidráulica de 72 h. A biomassa foi separada do efluente por centrifugação e seca nas temperaturas de 40, 50 e 60°C e espessuras de 3, 5 e 7 mm, em um secador descontinuo de bandejas. As determinações de cor foram feitas em colorímetro Minolta série CR 300 e a clorofila *a* determinada espectrofotometricamente. Os resultados demonstram a influência da operação de secagem na cor e no conteúdo de clorofila *a* da biomassa.

**PALAVRAS-CHAVE:** cianobactéria, secagem, clorofila *a*, cor.

---

<sup>\*</sup> Fundação Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, rua Eng. Alfredo Huck, 475, CEP 96201-900, Rio Grande, RS, Brasil.

## ABSTRACT

### Evaluation of Cyanobacteria *Aphanothece microscopica Nægeli* Color in Different Drying Conditions

Thermal processing is one of the most important methods of food preservation primarily intended to inactivate enzymes, deteriorative microorganisms and reduce water activity by dehydration. However, during processing, the material may be exposed to temperatures that have an adverse effect on quality and making these products susceptible to colour deterioration. It has been reported that many reactions can affect colour during thermal processing of biological materials. Among them, the most common are pigment degradation, especially carotenoids and chlorophyll. The aim of this paper was to verify the drying influence in the colour and chlorophyll a content of cyanobacteria *Aphanothece microscopica Nægeli* cultivated in rice parboiling effluent. The biomass production were accomplished in a batch cylindrical reactor. It was operated at 30 °C, absence of lightness, C/N ratio 50, pH adjusted to 8,0, constant aeration, concentrations of inoculum of 100 mg. L<sup>-1</sup> and hydraulic detention time of 72h. The biomass was separated from the effluent by the centrifugation and thin layer drying in conditions of 40, 50 and 60 °C with 3, 5 and 7 mm of thickness. The colors parameters were measured by Minolta colorimeter (CR 300) and chlorophyll a content was determined spectrophotometrically. The result ads demonstrate the effect of drying conditions in colour parameters chlorophyll a content.

**KEY WORDS:** cyanobacteria, drying, chlorophyll a, colour.

## 1 – INTRODUÇÃO

O processamento térmico é considerado um dos mais importantes métodos de preservação de alimentos. A secagem pode ser descrita como um método de preservação em que o conteúdo e a atividade de água são reduzidos através do ar aquecido minimizando a deterioração bioquímica, química e microbiológica (DOYMAZ & PAUA, 2003).

A secagem é considerada um tradicional método de preservação de produtos alimentícios, sendo também um dos mais complexos, devido às alterações causadas nas características físico-químicas, funcionais e sensoriais do produto seco (CHEN, PIRINI & OZILGEN, 2001; JAOUHARI et al., 2004).

Segundo PRACHAYAWARAKORN et al. (2004), a cor é um dos mais importantes atributos sensoriais de qualidade na aceitação de produtos. O desenvolvimento de alterações na cor durante o processamento térmico de alimentos é resultado principalmente de reações não enzimáticas e destruição dos pigmentos presentes. É reportado que muitas reações podem afetar a cor durante o processamento térmico, no entanto a mais comum é a deterioração dos pigmentos, especialmente carotenóides e clorofilas (MASKAN, 2002).

Pigmentos como a clorofila a,  $\beta$ -caroteno e a ficocianina associados à presença de proteínas, lipídeos, carboidratos e vitaminas tornam as cianobactérias microorganismos de interesse industrial, seja para o uso na alimentação ou para a extração de um determinado componente celular (ANUPAMA & RAVINDRA, 2000).

A clorofila a é um pigmento fotossintético presente em todas as espécies de algas eucarióticas e organismos procarióticos como as cianobactérias (GREGOR & MARSÁLEK, 2004). Esse pigmento é considerado um importante corante natural para a utilização em alimentos, sendo usado ainda na produção de cosméticos e produtos farmacêuticos. A clorofila a produzida comercialmente é em grande parte obtida através de fontes vegetais. Entretanto existe um crescente interesse na produção biotecnológica de fontes de corantes não vegetais. Nesse sentido, o uso de processos biotecnológicos empregando cianobactérias para a produção de corantes possui diversas vantagens se comparado às fontes vegetais, incluindo a possibilidade de cultivo contínuo, a rápida multiplicação dos microorganismos, além do alto conteúdo de pigmentos presentes na biomassa (RANGEL-YAGUI et al., 2004).

O estudo da composição pigmentar de cianobactérias vem se revelando de grande importância, na extração dos pigmentos da biomassa, já que tais componentes são rapidamente degradados na presença de oxigênio atmosférico, intensidade luminosa e principalmente exposição ao calor decorrente das operações de secagem (SARADA et al., 1999).

A *Aphanothece microscopica Nægeli* é uma cianobactéria que vem sendo aplicada ao tratamento do efluente do processo de parboilização do arroz associado à produção de componentes bioquímicos como proteínas, ácidos graxos, carboidratos e pigmentos. Esse microrganismo vem demonstrando altas taxas de crescimento a partir da utilização desta fonte barata de energia e nutrientes, solucionando, assim, problemas de ordem ambiental, paralelamente à produção de insumos (QUEIROZ et al., 2004). Logo, a secagem torna-se uma operação relevante na conservação da biomassa gerada a partir destes resíduos, por atribuir estabilidade físico-química e microbiológica ao produto. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência da operação de secagem no conteúdo de clorofila a e cor da biomassa da cianobactéria *Aphanothece microscopica Nægeli*.

## **2 – MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 – Manutenção e propagação do inóculo**

As culturas de *Aphanothece microscopica Nægeli* foram propagadas e mantidas em meio padrão BGN (RIPKA et al.,1979), em câmara de cultivo a 2 Klux de luminosidade, temperatura de 30 °C e fotoperíodo de 12h.

### **2.2 – Caracterização do efluente**

O efluente utilizado foi caracterizado quanto a N-NTK, DQO, pH e razão C/N (APHA, 1998). A razão C/N foi calculada a partir da razão entre DQO e N-NTK nas condições experimentais, sendo ajustada quando necessário com sacarose e sulfato de amônio.

### **2.3 – Produção da biomassa**

Os experimentos foram realizados a partir da água de maceração gerada por uma indústria de parboilização do arroz. Em um reator cilíndrico descontínuo foi inoculado 100 mgL<sup>-1</sup> de *Aphanothece microscopica Nægeli* na fase exponencial de crescimento, nas condições de ausência de luminosidade, temperatura de 30°C, razão C/N 50, pH 8,0, aeração constante e tempo de detenção hidráulica de 72 h.

### **2.4 – Secagem da biomassa**

A biomassa foi separada do efluente por centrifugação e seca em camada delgada nas condições de 40, 50 e 60°C e espessura das bandejas de 3, 5 e 7 mm, com velocidade do ar de 1,5 m/s, secagem por um lado e escoamento paralelo.

### **2.5 – Determinação de cor e clorofila a**

A cor da biomassa foi avaliada instrumentalmente a partir das diferentes condições de secagem, utilizando-se um sistema MINOLTA (CR-300, MINOLTA Corporation, Ramsey, NJ, USA). A cor foi mensurada a partir de um diagrama tridimensional de cores (L-a-b), onde L indica luminosidade, a indica cromaticidade tendendo do verde (-) até vermelho (+) e b indica a cromaticidade que varia do azul (-) até amarelo (+). Os valores numéricos de a e b foram convertidos no ângulo Hue, conforme equação 1.

O ângulo Hue é o valor em graus correspondente ao diagrama tridimensional de cores: 0° (vermelho), 90° (amarelo), 180° (verde) e 270° (azul).

$$H_{ab} = \tan^{-1} \frac{b}{a} \quad (1)$$

A clorofila *a* após ter sido extraída com acetona 90% a 5° C por 24 h, sua concentração foi determinada por espectrofotometria ( $\lambda = 630, 647, 664$  e  $750$  nm) de acordo com o método descrito por PARANHOS (1996).

## 2.6 – Análise Estatística

Os resultados foram avaliados por análise de variância (ANOVA/MANOVA) através do software STATISTICA 5.1.

## 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos parâmetros de cor e conteúdo de clorofila *a* para as diferentes condições de secagem podem ser observados na Tabela 1, que expressa a variação dos valores (L-a-b) e concentração de clorofila *a* em função das diferentes condições consideradas.

TABELA 1 – Concentração de clorofila *a* e medidas de cor da biomassa em diferentes condições de secagem.

Condição de secagem (temperatura - espessura)	Clorofila <i>a</i> (µg/g)	Parâmetros de cor			
		L	a	b	H
40°C – 3 mm	489,3 a	48,7 ac	-3,6	9,5	110,8 a
40°C – 5 mm	655,2 b	35,9 bc	-2,9	8,4	109,1 b
40°C – 7 mm	602,2 c	44,0 abc	-3,0	10,2	106,8 c
50°C – 3 mm	185,5 d	42,7 abc	0,3	8,2	87,8 d
50°C – 5 mm	282,3 e	45,8 ac	-2,2	9,7	102,9 e
50°C – 7 mm	336,5 f	46,9 ac	-2,7	11,2	103,6 f
60°C – 3 mm	294,8 g	44,4 abc	-1,6	7,6	101,8 g
60°C – 5 mm	263,4 h	46,7 ac	-2,1	9,7	102,1 g
60°C – 7 mm	312,1 i	51,3 ac	-0,3	15,6	91,3 h

\* parâmetros de cor e conteúdo de clorofila *a* obtidos através de três repetições

\*combinações de letras diferentes indicam diferença significativa ( $\alpha=0,05$ )

L: luminosidade, a: cromaticidade (verde a vermelho), b: cromaticidade (azul a amarelo), H: ângulo Hue

Na Tabela 1 observa-se a variação dos valores (L-a-b) e conteúdo de clorofila *a* em função das diferentes condições de secagem. É verificada a existência de diferenças significativas para os parâmetros de cor e conteúdo de clorofila *a* em função da condição de secagem avaliada. Essa constatação pode ser corroborada por Bobbio & Bobbio (1984), quando reportam que no processamento térmico de materiais com alto conteúdo de clorofila pode ocorrer a formação de feotina e conseqüentemente alterações na cor. Esta reação é limitada, no entanto pela barreira protetora de lipídeos e proteínas que estão associados à clorofila da célula intacta. Com o aquecimento inadequado do material pode ocorrer a desnaturação da proteína e a energia será necessária para romper a associação com os lipídeos, permitindo assim a reação do pigmento com os componentes celulares, resultando em alterações na coloração verde característica.

Essas alterações podem ser mais bem avaliadas pela análise de variância para as variáveis resposta (ângulo Hue, valor L e conteúdo de clorofila *a*), em função dos fatores temperatura e espessura da bandeja, tendo o tempo de secagem como covariável, conforme registrado na Tabela 2. Observa-se que os fatores avaliados exercem influência significativa na cor da biomassa da *Aphanothece microscopica Nægeli* ( $\alpha=0,05$ ).

TABELA 2 – Resumo dos efeitos para as variáveis: ângulo Hue, valor L e conteúdo de clorofila *a*.

Efeitos	F(L)	F (Hue)	F(Cl a)	p(L)	p(Hue)	p (Cl a)
Temperatura	0,10	2166,87	119240	0,905	0,00000*	0,00000*
Espessura	2,08	1883,38	103184	0,187	0,00000*	0,00000*
Interação mais alta ordem	6,77	4280,54	150941	0,011*	0,00000*	0,00000*

\*diferença significativa ( $p<0,05$ ), F: estatística Snedecor, p: probabilidade

L: luminosidade; Hue: ângulo hue; Cl a: clorofila *a*

A Figura 1 apresenta a variação do ângulo Hue, luminosidade e conteúdo de clorofila *a* em função dos fatores temperatura e espessura da bandeja.

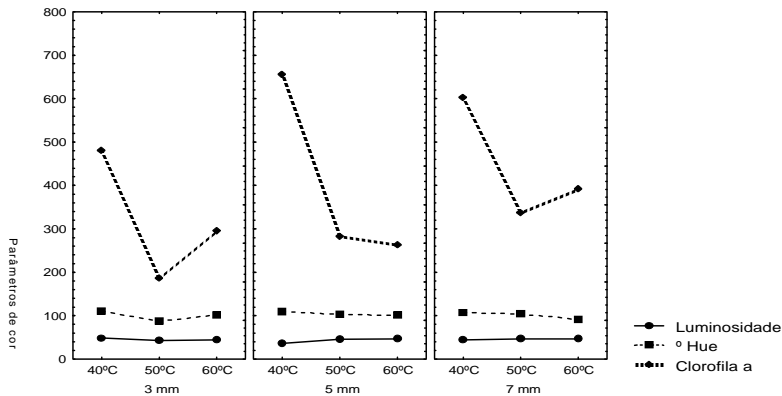


FIGURA 1 – Variação do ângulo Hue, valor L e conteúdo de clorofila a em função dos fatores temperatura e espessura.

Verifica-se pela Figura 1 que os maiores ângulos Hue, luminosidade e concentrações de clorofila a ocorreram em temperaturas de 40 °C, independente da espessura da bandeja. Na condição de secagem de 40 °C e 3mm de espessura, obteve-se o maior ângulo Hue, o que sugere ocorrer, nesta condição, a maior preservação da cor característica da biomassa, já que ângulos na faixa de 90° a 180° apresentam coloração com tonalidade tendendo a verde (GOULD, 1983). Em relação ao valor L, verifica-se que os maiores valores foram obtidos nas condições de 40 °C e 3mm e 60 °C e 7mm, indicando que nestas condições de secagem ocorre um menor escurecimento da biomassa, não sendo verificada diferença significativa ( $\alpha=0,05$ ) para ambas condições em relação a tal parâmetro, conforme indica a Tabela 1. As maiores preservações do conteúdo de clorofila a foram registradas em temperaturas de 40 °C e 5 mm de espessura. Esses resultados sugerem que em temperaturas superiores a 40 °C, ocorre uma maior degradação dos componentes de cor da cianobactéria *Aphanothece microscopica Nægeli*. Constatação esta que pode ser corroborada com Seshadri et al. (1991) e Sarada et al. (1999), ao citarem que a suscetibilidade dos componentes de cor nas cianobactérias é devido principalmente à exposição ao calor, podendo minimizar tais perdas através de condições adequadas de secagem.

## 4 – CONCLUSÃO

A temperatura e a espessura da bandeja influenciaram na coloração verde característica da biomassa.

Em temperaturas 40°C ocorre uma maior preservação dos componentes de cor da *Aphanothece microscopica Nageli*.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20.<sup>a</sup> ed. American Public Health Association, D.C, 1998.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. Pigmentos naturais. *Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Ed. Unicamp. 1984. 87 p.

GOULD, W. A. Food Quality Assurance. AVI Publish Company, 2.<sup>a</sup> ed., 1983. 314 p.

PARANHOS, R. *Métodos para Análise de Água*. Rio de Janeiro, UFRJ, 1996. 200 p.

RIPPKA, R.; DERUELLES, J.; WATERBURY, J. B.; HERDMAN, M.; STANIER, R.Y. Generic Assignments Strain Histories and Properties of Pure Cultures of Cyanobacteria. *Journal of General Microbiology*, n. 111, 1979. p. 1-61.

SARADA, R.; MANOJ, G.; PILLAI, G.; RAVINSHANKAR, A. Phycocyanin from Spirulina sp: influence of processing of biomass on phycocyanin yield, analysis of efficacy of extration methods and stability studies on phycocyanin. *Process Biochemistry*, n. 34, 1998. p. 795-801,

SESHADRI, C. V.; UMESH, V. & MANOHARAN, R. Beta-Carotene studies in Spirulina. *Bioesource Technology*, n. 38, 1991. p. 11-113,