

SECAGEM DA MICROALGA *Spirulina platensis* POR JANELA DE REFRAÇÃO

T. C. SILVA, C. G. MIRANDA, A. C. F. OLIVEIRA, N. C. SILVA
e M. A. S. BARROZO

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Química
E-mail para contato: thaise.c_s@hotmail.com

RESUMO – Entre vários microrganismos já estudados para alimentação funcional, a microalga *Spirulina platensis* é considerada promissora devido ao seu alto teor de proteínas, vitaminas e minerais, além da presença de compostos bioativos importantes como fenólicos, flavonoides e a ficocianina. Por ter elevado teor de umidade, torna-se necessário utilizar métodos de secagem para garantir que não ocorra degradação da biomassa dessa microalga durante o armazenamento. Nesse sentido, este trabalho avaliou a secagem da *Spirulina* pelo método de Janela de Refração, que é uma recente técnica de remoção de umidade que tem se destacado pelo curto tempo de exposição do material a temperaturas relativamente baixas, o que favorece a retenção dos compostos bioativos, tornando-se uma alternativa simples e eficiente para gestão de tal material. Observou-se que essa metodologia de secagem se mostrou satisfatória na remoção da umidade da microalga e que a temperatura utilizada no processo impactou diretamente nos teores de compostos bioativos presentes no produto final.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a preocupação com a saúde relacionada a alimentação tem sido um dos pontos fortes das pesquisas científicas. Dentre os alimentos funcionais, a microalga *Spirulina platensis* tem recebido muita atenção devido ao seu alto potencial nutritivo. A diversidade biológica e farmacológica desta microalga tornou mais popular o seu consumo como suplemento nutricional terapêutico. Além disso, ela é qualificada pelo elevado teor de proteína de boa qualidade além de ser rica em vitaminas, minerais e outros componentes benéficos para a saúde tais como compostos fenólicos, dentre eles os flavonoides, e pigmentos antioxidantes como a ficocianina (Mani *et al.*, 2008).

Entretanto, esta microalga também se caracteriza por ter elevada umidade e diante disso torna-se necessária a aplicação de uma técnica de secagem para conservação do material e posterior utilização como alimento. Dentre os métodos mais inovadores de secagem, pode-se citar o uso da Janela de Refração. Esta técnica consiste em espalhar o material úmido sobre um filme plástico, o qual está em contato na parte inferior com água quente proveniente de um reservatório. Assim, a energia térmica para a secagem, oriunda da água quente, é transferida para o filme, que é relativamente transparente à radiação infravermelha e chega ao material que desidrata de forma mais uniforme e em temperaturas mais baixas que as

utilizadas em métodos convencionais, permitindo a retenção de compostos bioativos (Nindo & Tang, 2007; Zotarelli *et al.*, 2015).

Desse modo, o objetivo desse trabalho foi realizar a desidratação da microalga *Spirulina platensis* utilizando um secador de Janela de Refratância em diferentes condições de operação, tendo em vista a qualidade final do material no que se refere às mudanças no conteúdo dos compostos bioativos fenólicos, flavonoides, ácido cítrico e ficocianina.

2. MATERIAL E MÉTODOS

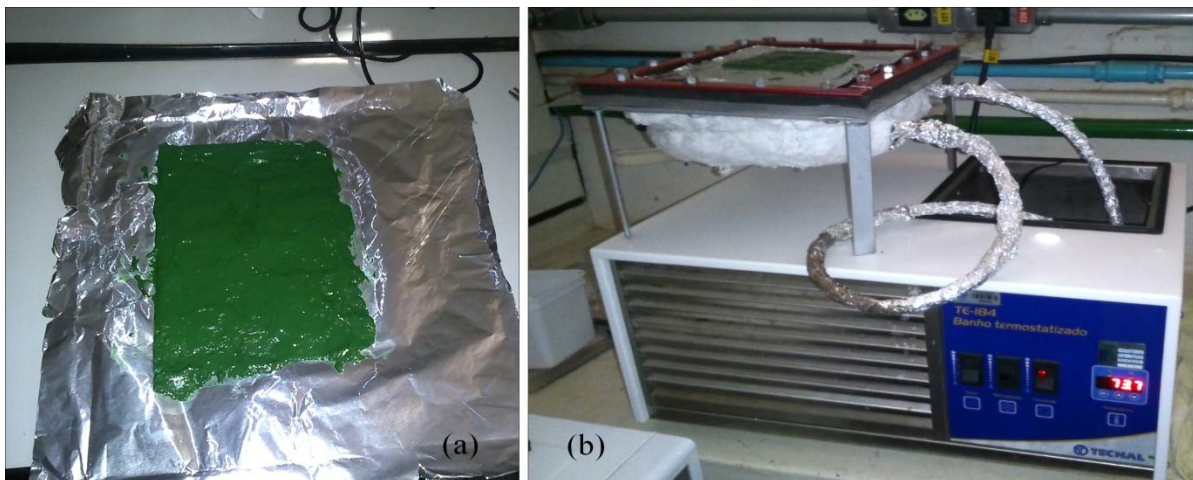
2.1. Material Utilizado

A microalga *Spirulina platensis* foi fornecida pela empresa Brasil Vital, localizada na cidade de Anápolis, no Estado de Goiás. As amostras foram armazenadas em sacos de polietileno, envoltos em papel alumínio e congeladas em freezer até o momento dos experimentos.

2.2. Aparato Experimental

A secagem da microalga foi realizada em um equipamento operando por batelada construído na própria FEQUI/UFU e utilizando como referência o dispositivo empregado por Zotarelli *et al.* (2015), conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Aparato Experimental: Spirulina (a) e Secador por Janela de Refratância (b)



Tal secador consistiu de um pequeno reservatório de aço inox com água quente circulante, proveniente de um banho termostático. O filme plástico utilizado foi o *Mylar* (Dupont, USA), que foi fixado no topo do reservatório, de maneira que sua face inferior ficasse em contato direto com a água quente circulante e a face superior tivesse contato com a amostra. Para cada experimento, utilizou-se cerca de 40 gramas de Spirulina, que foram uniformemente espalhadas sobre uma folha de papel alumínio para evitar que a amostra grudasse sobre o filme, formando uma camada de cerca de 0,2 cm de espessura. As variáveis analisadas foram a temperatura da água que alimentava o sistema e o tempo de secagem.

Assim, realizou-se sete experimentos nas seguintes condições: **60°C e 3 h; 60°C e 6 h; 70°C e 2,4 h; 70°C e 4,5 h; 70°C e 6,6 h; 80°C e 3 h e 80°C e 6 h.**

2.3. Análises Realizadas

Além da umidade, monitorada através do método da estufa ($105\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ por 24 horas), e da atividade de água, medida pelo equipamento Lab-Swift AW (Novasina), a microalga *in natura* (antes da desidratação) e após a secagem passaram por uma série de análises físico-químicas para avaliar a presença de compostos bioativos.

O Teor de Fenólicos Totais (TPC) foi determinado pelo método de *Folin Ciocalteu* (Singleton & Rossi, 1965), usando ácido gálico como padrão de referência e leitura no espectrofotômetro à 622 nm. Foi expresso em mg ácido gálico / 100 g de amostra em base seca. O Teor de Flavonóides Totais (TFC) foi encontrado através do método colorimétrico descrito por Zhishen *et al.* (1999), utilizando leitura em espectrofotômetro à 450 nm e a rutina como padrão. Os resultados foram expressos em mg de rutina / 100 g de amostra em base seca. A Acidez Total Titulável (ATT) foi determinada através da titulação das amostras com NaOH padronizado, e expressa em mg de ácido cítrico / 100 g da amostra em base seca (AOAC, 1995). O Teor de Ficocianina (TF) foi determinado pelo método descrito por Costa *et al.* (2015) submetendo às amostras a leitura em espectrofotômetro nas absorvâncias de 620 e 652 nm. Os resultados foram expressos em g ficocianina/ 100 g em base seca.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, analisou-se os resultados de umidade e compostos bioativos para a microalga *in natura*. Foram obtidos os seguintes resultados: *Umidade*: $82,39 \pm 0,94\%$, *Teor de Fenólicos (TPC)*: $252,40 \pm 13,77\text{ mg ácido gálico}$; *Teor de Flavonoides (TFC)*: $4,83 \pm 0,25\text{ mg rutina}$; *Acidez*: $2173,68 \pm 179,32\text{ mg ácido cítrico}$; *Teor de Ficocianina (TF)*: $10,48 \pm 0,51\text{ g ficocianina}$ (todos por 100 g amostra em base seca). Observou-se o alto teor de umidade do material, reforçando sua necessidade de secagem, além da presença considerável de compostos bioativos, em especial, a ficocianina.

Tabela 1 - Umidade e Atividade de Água da Spirulina após os experimentos

| Temperatura (°C) | Tempo (horas) | Umidade (%) | Atividade de Água (AW) |
|------------------|---------------|------------------|------------------------|
| 60 | 3 | $30,65 \pm 2,16$ | 0,829 |
| 60 | 6 | $15,60 \pm 0,46$ | 0,577 |
| 70 | 2,4 | $21,13 \pm 0,51$ | 0,694 |
| 70 | 4,5 | $12,18 \pm 0,11$ | 0,467 |
| 70 | 6,6 | $11,76 \pm 0,50$ | 0,418 |
| 80 | 3 | $8,19 \pm 0,19$ | 0,437 |
| 80 | 6 | $8,06 \pm 0,20$ | 0,359 |

Na Tabela 1 estão expostos os resultados obtidos de umidade e atividade de água ao término de cada experimento. Verificou-se que quanto maiores a temperatura e tempo de desidratação, menores foram os teores de umidade e atividade de água obtidos nas amostras. A literatura indica que valores de atividade de água inferiores a 0,6 permitem um armazenamento seguro do material, pois nessa faixa não há o crescimento de micro-

organismos (Celestino, 2010). Assim, apenas as condições de 60°C – 3 h e 70°C - 2,4 h não foram satisfatórias. Torna-se necessária então a análise do impacto das demais condições experimentais nos compostos bioativos, para determinar a melhor condição operacional.

Os resultados obtidos para os teores de compostos bioativos em comparação com a microalga *in natura* estão expostos nas Figuras 2, 3, 4 e 5:

Figura 2 - Teor de Fenólicos Totais (TFC) da Spirulina após as secagens e *in natura*

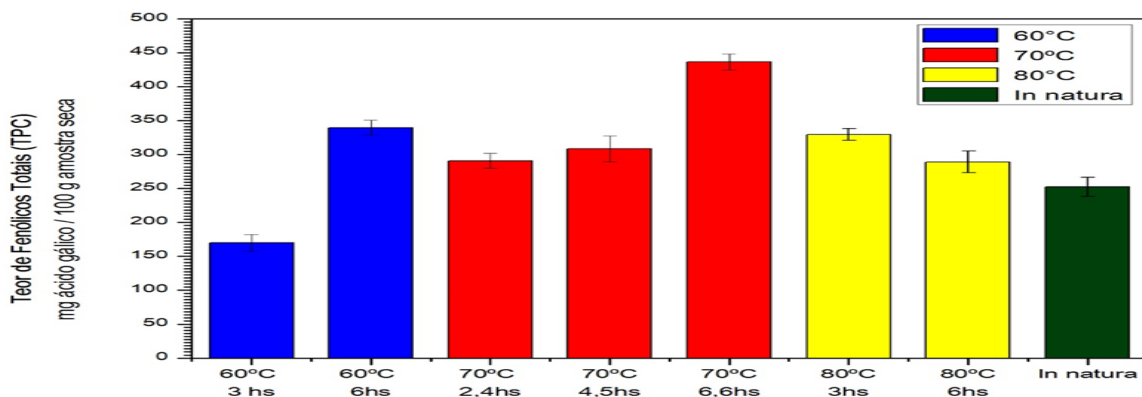
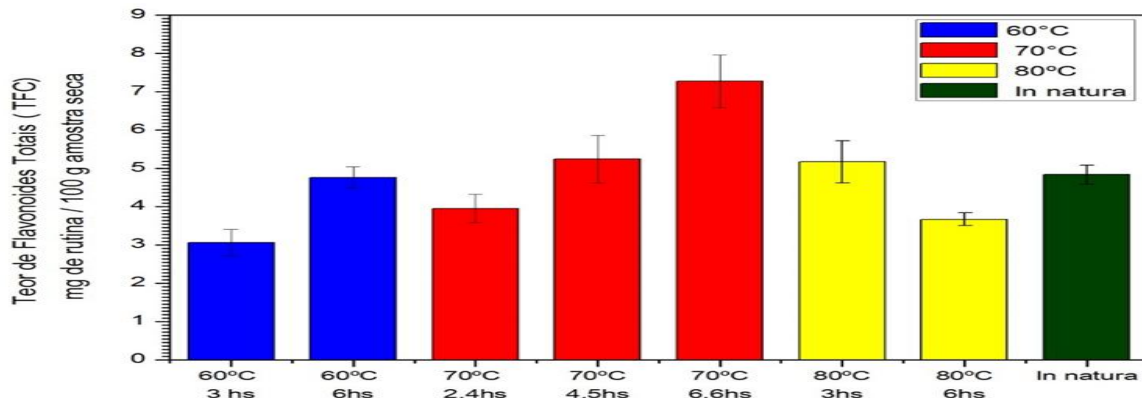


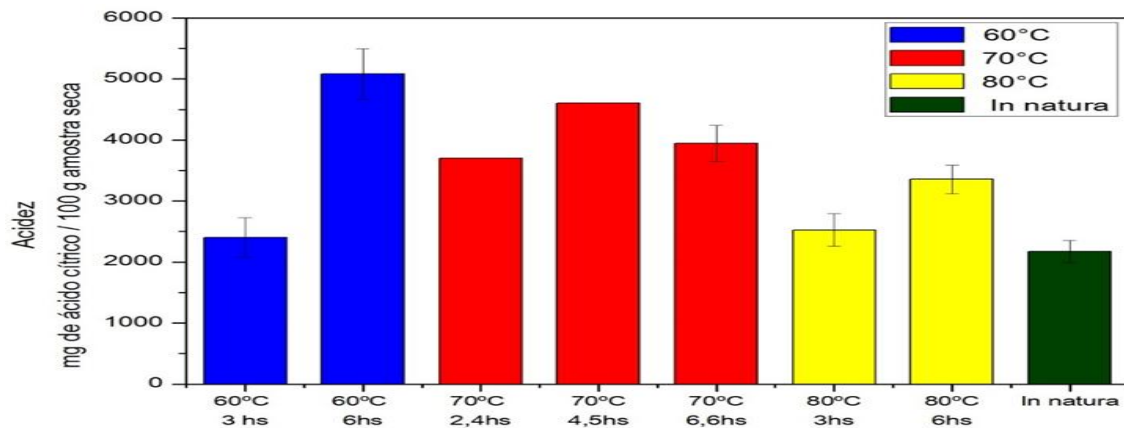
Figura 3 - Teor de Flavonoides Totais (TFC) da Spirulina após as secagens e *in natura*



Analisando-se as Figura 2 e 3, observou-se que foi possível obter teores de compostos fenólicos e flavonoides próximos e até mesmo superiores aos da microalga *in natura*. Tal comportamento tem sido observado em alguns estudos, como relatado por Chism & Haard (1996) que observaram que certos materiais, quando submetidos à secagem, podem apresentar aumento em seus teores de bioativos devido à liberação dos mesmos da matriz interna do material durante a remoção de umidade, justificado pelo rompimento de estruturas celulares internas que ocorre durante o processo. A exceção para tal comportamento foi verificada nas condições de alta umidade final (60°C e 3 h; 70°C e 2,4 h) e nas condições de temperatura e tempo mais elevados (80°C e 6 h) onde a exposição térmica foi maior e os teores de bioativos menores. Em ambos os compostos, a melhor condição operacional observada foi à 70°C, indicando essa temperatura como a mais favorável para os teores finais de fenólicos e flavonoides. Nessa temperatura, o tempo também apresentou impacto positivo, sendo que o

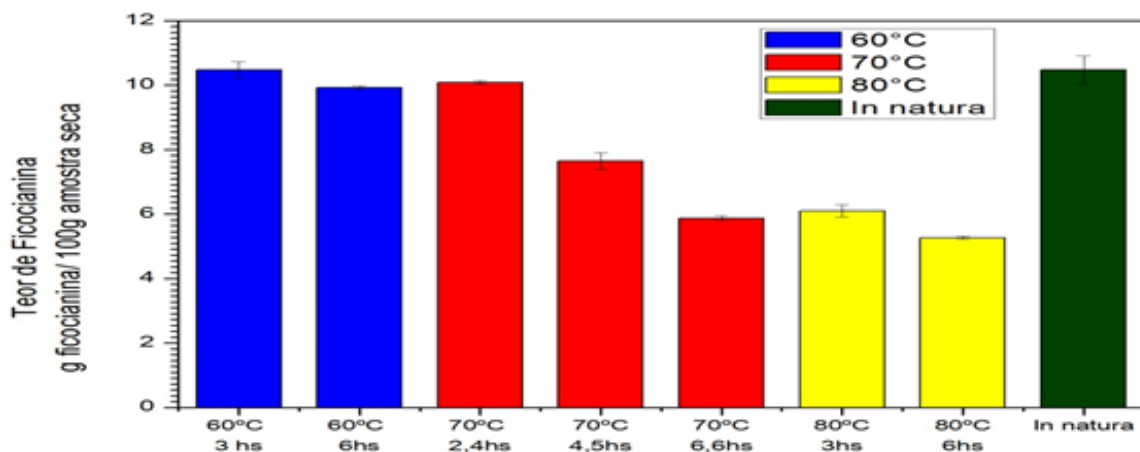
experimento realizado a 70°C e 6,6 h de secagem foi visivelmente a melhor condição dentre as analisadas para esses compostos bioativos.

Figura 4 - Teor de Acidez Total (ATT) da Spirulina após as secagens e *in natura*



Os resultados obtidos para a Acidez (ATT) estão expressos na Figura 4. Verificou-se que os teores de ácido cítrico nas amostras foram em geral superiores aos obtidos na microalga *in natura*. Observou-se que nas temperaturas de 60°C e 80°C ocorreu um aumento na acidez da amostra quando o tempo foi elevado de 3 para 6 horas, sendo mais expressivo na primeira temperatura. Já na temperatura de 70°C também houve tal aumento, porém o mesmo foi limitado, pois quando se eleva o tempo de 4,5 horas para 6,6 horas há uma leve degradação.

Figura 5 - Teor de Ficocianina da Spirulina após as secagens e *in natura*



Os teores de ficocianina (TF) obtidos nos experimentos são mostrados na Figura 5. Verificou-se que o aumento da temperatura impactou negativamente esse composto durante a secagem, já que o mesmo apresentou teores próximos aos do material *in natura* nos experimentos realizados à 60°C e que, a partir de 70°C, há uma degradação súbita de ficocianina, chegando a atingir praticamente metade do valor inicial. Tal comportamento foi reportado por Doke (2005) que verificou que a ficocianina é um composto altamente

termossensível. O tempo também ocasionou um comportamento semelhante em todas as temperaturas analisadas: quanto maior o tempo de secagem, menores os teores de ficocianina.

4. CONCLUSÕES

A partir da análise dos resultados obtidos no presente trabalho, concluiu-se que a secagem por Janela de Refratância se mostrou uma metodologia bastante efetiva tanto para a remoção de umidade da microalga *Spirulina platensis* quanto para os seus compostos bioativos já que não afetou drasticamente os mesmos, desde que realizada em condições específicas. Os teores de fenólicos e flavonoides apresentaram um aumento em relação ao resíduo *in natura*. Em ambos, a temperatura de 70°C e o tempo de 6,6 h permitiu os melhores resultados. Já o ácido cítrico obteve um acréscimo em todas as condições analisadas, enquanto que a ficocianina se mostrou visivelmente termossensível, impactada pela temperatura e tempo de secagem. Dentre as condições experimentais analisadas pode-se afirmar que secar a *Spirulina* à 70°C por 6,6 horas, foi a melhor combinação de fatores para obter-se um teor de compostos bioativos satisfatório, um material com baixa umidade e valores adequados de atividade de água.

5. REFERÊNCIAS

- AOAC – Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, MD: *Association of Analytical Communities*, 1995.
- CELESTINO, S.M.C. Princípios de secagem de alimentos. Planaltina, DF: *Embrapa Cerrados*, 51p, 2010.
- CHISM, G. W.; HAARD, N. F. Characteristics of edible plant tissues. *Food Chemistry*, 3^a Ed., p. 943-1011. New York; Marcel Dekker, Inc, 1996.
- COSTA, B. R.; RODRIGUES, M. C. K.; SILVA, F. R.; POHNDORF, R. S.; LARROSA, A. P.; PINTO, L. A. A. Optimization of *spirulina* sp. Drying in heat pump: effects on the physicochemical properties and color parameters. *J. Food Process. Preserv* v. 40, p. 934-942, 2015.
- DOKE, J. M. An improved and efficient method for the extraction of phycocyanin from *Spirulina* sp. *IJFE*, v. 1, p. 1–13, 2005.
- MANI, U. V., IYER, U.M., DHARUV, S. A. Therapeutic utility of *Spirulina*. *Gershwin ME, Belay A (eds) Spirulina in human nutrition and health*, p. 71-100, 2008.
- NINDO, C.I.; POWERS, J.R.; TANG, J. Influence of Refractance Window evaporation on quality of juices from small fruits. *LWT*, v.40, p.1000-1007, 2007.
- SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic phosphotungstic acid Reagents. *Am. J. Enol. Vitic*, v. 16, p. 144 – 158, 1965.
- ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, v. 64, p. 555 – 559, 1999.
- ZOTARELLI, M.F.; CARCIOFI, B.A.M.; LAURINDO, J.B. Effect of process variables on the drying rate of mango pulp by Refractance Window. *Food Res. Int.*, v.69, p.410-417, 2015.