

AVALIAÇÃO DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA DA *Spirulina sp.* SECA EM LEITO DE JORRO

GEISA TEIXEIRA LAMAS¹; ANA PAULA QUITES LARROSA²; LUIZ ANTONIO DE ALMEIDA PINTO³

¹Universidade Federal do Rio Grande – geisalamas@furg.br

²Universidade Federal do Rio Grande– anaquites@yahoo.com.br

³Universidade Federal do Rio Grande – dqmpinto@furg.br

1. INTRODUÇÃO

A microalga *Spirulina* tem sido cultivada para produção de alimentos ricos em proteínas e usos terapêuticos, por possuir na sua composição substâncias de interesse econômico como lipídios, aminoácidos essenciais, vitaminas, sais minerais e pigmentos (MACEDO & ALEGRE, 2001). Estudos indicam que a *Spirulina* é uma microalga rica em beta-caroteno, tocoferóis e ácidos graxos poliinsaturados, como ácido gama-linolênico e ácido eicosapentaenóico (GÓMEZ-CORONADO et al., 2004).

A rancificação auto-oxidativa é uma das principais reações de deterioração de alimentos implicando no sabor e odor desagradável, provocando redução no valor nutritivo do alimento, e por consequência ocorre perda de ácidos graxos essenciais (ORDÓÑEZ et al., 2005). O método mais utilizado para avaliar a oxidação lipídica é o teste de TBA (ácido 2-tiobarbitúrico), pela sua simplicidade e rapidez. Este teste quantifica um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poliinsaturados, como o malonaldeído (MDA), o qual é formado durante o processo oxidativo (OSAWA et al., 2005).

A secagem é uma operação industrial comumente utilizada a fim de reduzir o teor de água presente no alimento, inibindo ou retardando o crescimento microbiano e deterioração por reações químicas (KOKRIDA et al., 2003). Em relação à secagem de biomassa microbiana, estudos relataram o emprego de diversos métodos como *spray drying*, *freeze drying*, secagem solar e convectiva. Existem poucos estudos relacionados ao uso do leito de jorro na secagem de microalgas, sendo este vantajoso em relação aos secadores convectivos pelo reduzido tempo de residência e baixo custo comparado ao *spray dryer*. O leito de jorro tem sido aplicado satisfatoriamente na secagem de pastas e suspensões de materiais biológicos utilizando partículas inertes (OLIVEIRA et al., 2008; PALLAS et al., 2012; SOUZA & OLIVEIRA, 2012).

Como a secagem influencia nas características físico-químicas e funcionais do produto, dependendo do tipo da técnica e das condições operacionais, este trabalho teve como objetivo de avaliar a oxidação lipídica da microalga *Spirulina sp.* seca em leito de jorro.

2. METODOLOGIA

Neste estudo foi utilizada a microalga *Spirulina sp.* LEB 18 (MORAIS & COSTA, 2007) cultivada em fotobiorreatores, sob condições não controladas, cedida pelo Laboratório de Engenharia Bioquímica (LEB) da FURG.

A secagem da biomassa foi realizada em leito de jorro cônico, com diâmetro de célula de 17,5 cm e diâmetro de entrada do ar de 2,9 cm. O equipamento apresentava bases de vidro, superior e inferior, na forma cônica com

ângulo incluído de 60° e altura de 15 cm. Para auxiliar a secagem da biomassa foi utilizada 0,5 kg de partículas de polietileno, com diâmetro médio de 3,2mm, esfericidade de 0,7 e densidade de 0,96g.cm⁻³. O ar foi aquecido por três resistores de 800Watts cada um, sendo que a vazão do ar foi medida através da placa de orifício acoplada a um manômetro de tubo em “U”, e as medidas de temperatura foram realizadas por termopares cobre-constantan a cada 2 min nos primeiros 30min iniciais, e após a cada 5min.

Após estabilizar a temperatura do ar de secagem, a biomassa com concentração de sólidos de 8% foi alimentada por uma seringa plástica de capacidade de 50 mL, acoplada a um sistema de atomização por ar comprimido a 200 kPa abs. Foi utilizado uma vazão de alimentação de 200 mL.h⁻¹, taxa de circulação de sólidos de 100% acima da velocidade de jorro mínimo e temperaturas de 80, 90 e 100°C. O pó recolhido no ciclone foi analisado em relação ao conteúdo de umidade, lipídios e oxidação lipídica.

A umidade das amostras da biomassa *in natura* e seca em leito de jorro foi determinada gravimetricamente a 105°C, segundo a metodologia n° 925.10 da A.O.A.C (1995) e, lipídios pelo método de Bligh & Dyer (1959). A oxidação lipídica das biomassas secas em leito de jorro, em diferentes temperaturas, foi analisada pelo teste de TBA de acordo com a metodologia de Tibúrcio et al., (2007). O valor de TBA foi expresso como mg de malonaldeído (MDA) por kg de amostra, calculado através da curva padrão de tetrametoxipropano 0,01M com TBA.

Os resultados foram avaliados estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% (p<0,05).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A biomassa *in natura* apresentou umidade de 91,9±0,2% (b.u.) e 0,9±0,1% (b.u.) de lipídios. Já as biomassas secas em leito de jorro apresentaram umidade média de 9,0±0,4% (b.u.) e lipídios de 9,3±0,5% (b.u.). O teor de lipídios da biomassa *in natura* foi inferior encontrado na literatura, pois como a biomassa utilizada nos experimentos foi diluída, há uma redução na concentração dos nutrientes. Enquanto que na *Spirulina* seca, foi obtido valor próximo à literatura como 8,6%, segundo Oliveira, et al., (2009).

A influência da temperatura de secagem na oxidação lipídica foi avaliada de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1: Resultados do valor de TBA das amostras secas em leito de jorro.

Experimento	TBA (mg _{malonaldeído} .kg _{amostra} ⁻¹)*
80°C	0,29±0,03 ^a
90°C	0,52±0,02 ^b
100°C	0,39±0,01 ^c

*Média±erro padrão (três repetições). Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa ao nível de 5% de significância (p<0,05).

Observa-se nos resultados de TBA, que houve um aumento da oxidação lipídica de 80°C para 90°C e uma diminuição de 90°C para 100°C, sendo que na menor temperatura de secagem obteve menor oxidação lipídica. Isso pode ser explicado devido à temperatura do ar de saída e do tempo de residência do material no leito.

Observa-se na Figura 1 que os tempos de residência da biomassa de *Spirulina sp.* nos experimentos realizados a 80°C, 90°C e 100°C foram ao redor de 16, 14 e 12 min, respectivamente. Sendo este, o tempo em que o leito entra

em regime, ou seja, quando a temperatura do ar de saída torna-se constante. Segundo Benali & Amazouz (2006), a temperatura de saída é uma variável que influencia na qualidade do produto. Além disso, o tempo de residência é outro fator importante a ser considerado na secagem em leito de jorro, principalmente quando se trata de materiais termo-sensíveis, como produtos biológicos, o que pode justificar o efeito causado em algumas propriedades funcionais que são afetadas pela temperatura (ADAMIEC et. al., 1995). Diante disso, o maior valor de TBA obtido no experimento a 90°C pode ser explicado pela temperatura de saída do ar, que foi de $74\pm 1^\circ\text{C}$. Apesar de que no experimento realizado a 100°C obteve uma maior temperatura de saída ($84\pm 1^\circ\text{C}$), nesta condição, o produto ficou pouco tempo retido no leito, sendo rapidamente despreendido das partículas inertes. Já na menor temperatura, o tempo de residência foi maior do que nos outros experimentos (16min), porém a temperatura de saída era mais baixa ($65\pm 1^\circ\text{C}$) que não ocasionou uma grande alteração lipídica, havendo uma maior proteção no óleo presente.

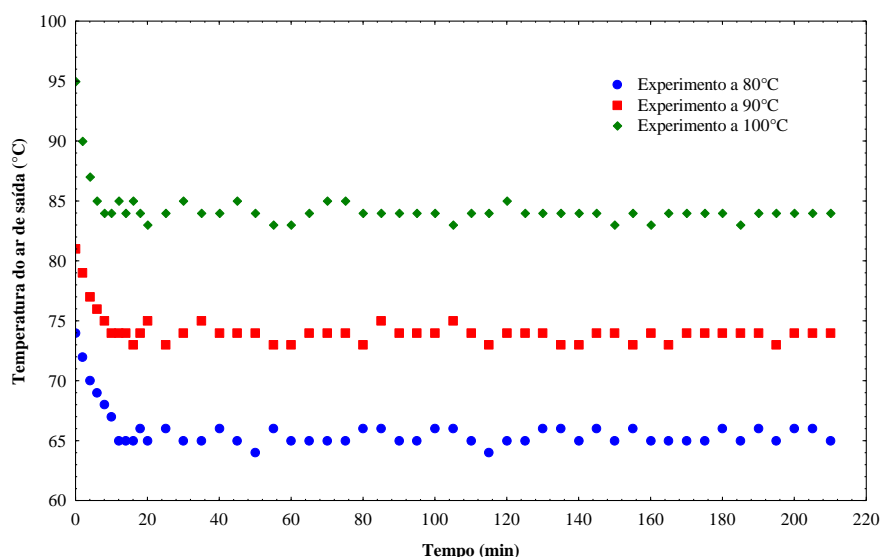


Figura 1: Temperaturas de saída do ar dos experimentos realizados a 80°C, 90°C e 100°C.

Comparando estes resultados com a literatura, observa-se que através da técnica de leito de jorro foram obtidos resultados muito satisfatórios. Oliveira et al., (2010), na secagem de *Spirulina* em bandeja, apresentaram valores de TBA de 0,65 a 2,27mgMDA.kg⁻¹, em diferentes espessuras e temperaturas do ar de 50°C, 60°C e 70°C. Apesar de que na secagem em leito de jorro se trabalha com temperaturas do ar mais elevadas, o tempo de residência do produto no equipamento é menor em relação aos secadores de bandeja.

4. CONCLUSÕES

A biomassa *in natura* apresentou 91,8% de umidade, contendo 0,9% de lipídios. Os produtos secos apresentaram umidades abaixo de 10% e os teor de lipídios foram em média de 9,3%.

A oxidação lipídica da biomassa seca em leito de jorro foi avaliada, sendo que na temperatura de 80°C foi verificada a menor alteração lipídica, apresentando valor de TBA de 0,29mg_{malonaldeído}.kg⁻¹ de amostra.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMIEC, J.; KAMINSKI, W.; MARKOWSKI, A.S.; STRUMILLO, C. Drying of biotechnological products. In: **Handbook of Industrial Drying**, 2nd Ed; Mujumdar, A.S., Ed.; Marcel Dekker Inc.: New York, p. 775–808, 1995.
- A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**, 16th edn. Arlington, Virginia, v. 1, 1995.
- BENALI, M., & AMAZOUZ, M. Drying of vegetable starch solutions on inert particles: quality and energy aspects. **Journal of Food Engineering**, 74, 484-489, 2006.
- BLIGH, E. G., & DYER, W. J. A rapid method for total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, 37, p. 911-917, 1959.
- GÓMEZ-CORONADO, D. J. M.; IBAÑEZ, E.; JAVIER RUPÉREZ, F.; BARBAS, C. Tocopherol measurement in edible products of vegetable origin. **Journal of Chromatography A**, 1054, p. 227-233, 2004.
- KROKIDA, M.K., KARATHANOS, V.T., MAROULIS, Z.B.; MARINOS-KOURIS, D. Drying kinetics of some vegetables. **Journal Food Engineering**, 59, p. 391–403, 2003.
- MACEDO, R. V. T.; ALEGRE, R. M. Influência do teor de nitrogênio no cultivo de *Spirulina máxima* em dois níveis de temperatura – Parte II: produção de lipídios. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, 2, p. 183-186, 2001.
- 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.
- OLIVEIRA, E. G.; DUARTE, J. H.; MORAES, K.; CREXI, V. T.; PINTO, L. A. A. Optimization of *Spirulina platensis* convective drying: evaluation of phycocyanin loss and lipid oxidation. **International Journal of Food Science and Technology**, 45, p. 1572-1578, 2010
- OLIVEIRA, E. G.; ROSA, G. S.; MORAES, M. A.; PINTO, L. A. A. Characterization of thin layer drying of *Spirulina platensis* utilizing perpendicular air flow. **Bioresource Technology** 100, p. 1297-1303, 2009.
- OLIVEIRA, E. G.; ROSA, G. S.; MORAES, M. A.; PINTO L. A. A. Phycocyanin content of *Spirulina platensis*. **Journal of Food Process Engineering** 31, p. 34-50, 2008.
- ORDÓÑEZ, J. A.; RODRÍGUES, M.I.C; ALVAREZ, L.F.; SANZ, M.L.G.; MIGUILLÓN, G.D.G.F.; PERALES, L.I.H. Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos. Porto Alegre: **Artmed**, V.1, 294, 2005.
- OSAWA, C.C., FELÍCIO, P.E., GONÇALVES, L.A.G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, v. 28, n.4, p. 655-663, 2005.
- PALLAS, L. A.; PEGG, R. B.; SHEWFELT, R. L.; KERR, W. L. The role of processing conditions on the color and antioxidant retention of jet tube fluidized bed-dried blueberries. **Drying Technology**, 30:14, p. 1600-1609, 2012.
- SOUZA, C. R. F.; OLIVEIRA, W. P. Drying of phytochemical preparations in a spouted bed: perspectives and challenges. **Drying Technology**, 30:11-12, p. 1209-1226, 2012.
- TIBURCIO, P. C.; GALVEZ, F. C. F.; CRUZ, L. J.; GAVINO, V. C. Optimization of low-cost drying methods to minimize lipid peroxidation in *Spirulina platensis* grown in the Philippines. **Journal of Applied Phycology**, 19, p. 719-726, 2007.