

## CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E NUTRICIONAL DA MICROALGA *Chlorella sorokiniana* (CHLOROPHYCEAE)

Nathaskia Silva Pereira<sup>1\*</sup>, Mônica Ansilago<sup>1</sup>, Jackson Matheus de Oliveira<sup>2</sup>, Fernanda Sotolani Soares<sup>2</sup>, Emerson Machado de Carvalho<sup>3</sup>

1. Estudante no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental na Universidade Federal da Grande Dourados
2. Estudante de Biotecnologia na Universidade Federal da Grande Dourados
3. Professor da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais na Universidade Federal da Grande Dourados

### Resumo

As microalgas são organismos microscópicos unicelulares e fotoautotróficos. Possuem elevada produtividade e são ricas em compostos bioativos, como lipídeos, vitaminas, pigmentos, etc. Porém ainda há necessidade de avaliar a composição destes microrganismos frente ao meio de cultivo em qual é realizada a produção de biomassa. Assim o objetivo deste estudo é realizar a caracterização química e nutricional da microalga *Chlorella sorokiniana*. A microalga utilizada foi a *C. sorokiniana* cultivada em meio Paoletti. A biomassa da microalga foi liofilizada para realização da análise química (micro e macronutrientes) e centesimal (umidade, cinzas, fibra bruta, proteínas, lipídeos e carboidratos). A biomassa algal apresentou 57,88, 16,14 e 14,98% de proteína, carboidrato e lipídeos, respectivamente. A microalga também apresentou uma rica quantidade de minerais, como ferro, manganês, zinco e fósforo, sendo assim uma promissora fonte de nutrientes para diversas aplicações biotecnológicas.

**Palavras-chave:** Biomassa algal; Composição centesimal; Meio Paoletti.

**Apoio financeiro:** FUNDECT/CNPq

### Introdução

As microalgas são organismos microscópicos unicelulares e fotoautotróficos encontrados principalmente em ambientes aquáticos, presentes na base das cadeias alimentares e são considerados um dos organismos vivos mais antigos do planeta (KUMAR; SHARMA, 2014). Elas realizam fotossíntese de forma mais rápida e eficiente que as plantas terrestres (CARVALHO et al., 2012, ANSILAGO et al., 2016). Assim como as plantas, possuem paredes com celulose contendo clorofila *a* e *b*, além de estocarem amido (TORTORA et al., 2005).

Elas têm sido foco de investigações biotecnológicas devido a sua importância econômica, nutricional e ecológica (ANTELO et al., 2010). Podem ser aplicadas na nutrição humana e animal, na indústria cosmética, na aquicultura, na indústria farmacêutica (na produção de compostos como carotenoides), além da produção de biocombustíveis (SPOLAORE et al., 2006; CHISTI et al., 2007).

Estes organismos são utilizados para os mais diversos fins, pois possuem grande potencial biotecnológico nos mais variados campos (DERNER et al., 2006). O gênero *Chlorella* têm despertado interesse para diversos estudos (BASHAN et al., 2016; CHAKRABORTY et al., 2013; NEOFOTIS et al., 2016; TREJO et al., 2012; WAGENEN et al., 2015), devido à sua elevada produtividade, resistência a alterações do meio, capacidade de produzir uma variedade de lipídios, polissacarídeos e outros produtos celulares que podem ser de interesse para a bioenergia ou produtos de elevado valor comercial (CAZZANIGA et al., 2014).

Elas produzem metabolitos de acordo com o suprimento que recebem em seu meio de cultivo, no entanto, há ainda a necessidade de estudos que avaliem o efeito do meio de cultivo sobre os compostos químicos de importância. Sendo assim, o objetivo desse trabalho é realizar a avaliação da composição da biomassa de *Chlorella sorokiniana* cultivada em meio Paoletti et al. (1975). Este estudo é relevante para ampliar o conhecimento sobre a caracterização e as aplicações biotecnológicas das microalgas. Assim, a determinação de compostos bioquímicos produzidos por células microalgais fornece informação a respeito das biomoléculas produzidas e acumuladas na biomassa.

### Metodologia

#### Cultivo de *Chlorella sorokiniana*

Foram utilizadas cepas da microalga *Chlorella sorokiniana* (Chlorophyceae) adquirida da Fundação André Tosello (Ref. 211-32), cultivada *in vitro* no laboratório do Centro de Pesquisa em Biodiversidade (CPBio) na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS).

A microalga foi cultivada em meio Paoletti et al. (1975) em galões plásticos de 4.000 mL, em triplicatas, com aeração constante, temperatura ambiente e fotoperíodo controlado (12 h luz / 12 h escuro), durante 42 dias. A biomassa separada por elefloculação e liofilizadas.

#### Análises Químicas

As análises químicas e composição centesimal foram realizadas na Universidade Federal da Grande Dourados e no Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI).

Umidade, cinzas, fibra bruta e proteínas foram determinados de acordo com os métodos estabelecidos no AOAC (2005). Os lipídeos foram determinados pelo método de Bligh e Dyer (1959). Os carboidratos foram determinados pelo cálculo:  $(g/100\text{ g}) = 100 - (\text{umidade} + \text{cinzas} + \text{fibra bruta} + \text{lipídeos} + \text{proteína})$  (BRASIL, 2003).

As análises de micro e macronutrientes foram realizadas em parceria com a UNESP/Botucatu-SP/Instituto de BioCiências por metodologia de absorção atômica.

## Resultados e Discussão

Conforme pode ser observado na tabela 1, os valores da composição centesimal da microalga *Chlorella sorokiniana* apresentaram valores de umidade de 5,14%, cinzas de 5,13%, fibra bruta de 0,73%, lipídios de 14,98%, proteínas de 57,88% e carboidratos com 16,14%. Esses dados mostram a possibilidade de aplicação e aproveitamento da biomassa algal a partir dos carboidratos (aplicação em processos fermentativos), lipídeos (produção de biodiesel e outros produtos oleaginosos), proteínas (produção de ração), pigmentos e outras moléculas com maior valor agregado (YEN et al., 2013).

**Tabela 1.** Composição centesimal (%) da microalga *C. sorokiniana*.

Características	(%)
Umidade	5,14
Cinzas	5,13
Fibra bruta	0,73
Lipídeos	14,98
Proteínas	57,88
Carboidrato	16,14

Para a microalga *Chlorella* sp., Matos et al. (2015) obtiveram os seguintes valores para a composição centesimal: 25,04% de proteínas, 15,09% de carboidratos e 3,70% lipídeos, sendo esta microalga cultivada em meio concentrado de dessalinização. Para *Spirulina platensis*, Yoo et al. (2010) encontraram valores de 59,65% de proteína, 11,7% de carboidratos e 3,29% de lipídeos, em meio de cultivo não informado. Já Huang et al. (2006) obtiveram valores de 62,43% de proteína, 3,47% de carboidratos e 17,3% de lipídeos, utilizando meio de cultivo Zarrouk. Estas diferenças de valores da composição centesimal das microalgas mostram a importância do meio de cultivo utilizado e outros fatores como temperatura, pH, nível de aeração, visto que estes induzem respostas metabólicas diferentes às microalgas influenciando assim na composição da biomassa.

Como fonte de alimentos tanto para humanos como para animais, as microalgas vem se destacando por apresentar potencial fonte de proteínas, ácidos graxos insaturados, vitaminas, sais minerais, pigmentos, enzimas, antibióticos e outros metabólitos biologicamente ativos (PULL e GROSS, 2004; GOUVEIA et al., 2006).

Para a produção de biocombustíveis a partir de microalgas, como por exemplo o biodiesel, necessita-se que esta biomassa apresente elevados percentuais de lipídeos (MONTERO et al., 2011). O teor de lipídeos de microalgas pode variar de 20 a 50% do seu peso seco com a possibilidade de atingir até 80% (SPOLAORE et al., 2006). As microalgas podem variar quanto ao teor de lipídeos e o tipo de ácidos graxos dependendo da espécie estudada e dos parâmetros utilizados em seu meio de cultivo (GOUVEIA et al., 2009).

Quanto a composição de micro e macronutrientes os valores podem ser observados na tabela 2. No caso da microalga *Chlorella sorokiniana*, além de ser excelente fonte de proteínas, é uma boa fonte de sais minerais como fósforo, ferro, manganês, cobre, zinco, magnésio e cálcio. Além de serem essenciais na alimentação humana e animal, esses micro e macro nutrientes presentes na microalga *Chlorella sorokiniana* podem também ser aplicados como fonte de nutrientes para plantas, como foi o caso analisado por Pereira et al. (2018), onde a *Chlorella sorokiniana* supriu as necessidades nutricionais de plântulas de orquídeas durante sua micropropagação *in vitro*.

**Tabela 2.** Composição de micro e macronutrientes químicos presentes na microalga *C. sorokiniana*.

Composição de micro e macronutrientes (mg/kg)	
Cromo (Cr)	17,82 ± 17,82
Fósforo (P)	28,9 ± 0,9
Cálcio (Ca)	5,68 ± 0,8
Magnésio (Mg)	7,06 ± 0,3
Potássio (K)	18,72 ± 0,4
Ferro (Fe)	882,6 ± 1,5
Manganês (Mn)	34,01 ± 1,4
Cobalto (Co)	3,022 ± 1,1
Cobre (Cu)	6,157 ± 0,2
Sódio (Na)	10,48 ± 0,4
Zinco (Zn)	44,52 ± 0,8

## Conclusões

A biomassa da microalga *Chlorella sorokiniana* cultivada em meio Paoletti et al. (1975) apresenta em sua composição química e nutricional componentes que podem ser utilizados em processos fermentativos, a partir dos carboidratos, na produção de biodiesel e outros produtos oleaginosos, a partir dos lipídios, e na alimentação humana e animal a partir de suas proteínas, micro e macro nutrientes.

### Referências bibliográficas

- ANSILAGO, M.; OTTONELLI, F.; CARVALHO, E. M. Cultivo da microalga *Pseudokirchneriella subcapitata* em escala de bancada utilizando meio contaminado com metais pesados. **Engenharia Sanitária e Ambiental (Online)**, v.21, n. 3, p.603-608, 2016.
- ANTELO, F.S.; ANSCHAU, A.; COSTA, J.A.V.; KALIL, S.J. Extraction and Purification of Cphycocyanin from *Spirulina platensis* in Conventional and Integrated Aqueous Two-Phase Systems. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.21, n.5, p. 921-926, 2010.
- AOAC, **Association of Official Analytical Chemists**. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18. ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC International, 2005.
- BASHAN Y.; LOPEZ B.R.; HUSS V.A.R.; AMAVIZCA, E.; DE-BASHAN, E.L.. *Chlorella sorokiniana* (formerly *C. vulgaris*) UTEX 2714, a non-thermotolerant microalga useful for biotechnological applications and as a reference strain. **Journal of Applied Phycology**, v. 28, n.1, p.113-121, 2016.
- BRASIL. Ministério da saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução. 359/360 de 23 de dezembro de 2003. Carboidratos. Diário Oficial República Federativa do Brasil, Brasília dez/jan.2003. Site oficial [www.anvisa.gov.br/legis/resol/.../360\\_03rdc.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/.../360_03rdc.htm)
- CARVALHO, E. M. de; OTTONELLI, F.; ANSILAGO, M.; GODOY, H. C.; NAKAGAKI, J. M.; RAMIRES, I. Growth kinetics of the microalga *Pseudokirchneriella subcapitata* (Korshikov) Hindak (Chlorophyceae) in natural water enriched with NPK fertilizer. **Biochemistry And Biotechnology Reports**, v.01, n.02, p.14-18, 2012.
- CAZZANIGA, S.; DALL'OSTO, L.; SZAUB, J.; SCIBILIA, L.; BALLOTTARI, M.; PURTON, S. e BASSI, R. Domestication of the green alga *Chlorella sorokiniana*: reduction of antenna size improves light-use efficiency in a photobioreactor. **Biotechnology biofuels**, v. 7, n.157, 2014.
- CHAKRABORTY, M.; MCDONALD, A.G.; NINDO C.; CHEN, S. An  $\alpha$ -glucan isolated as a co-product of biofuel by hydrothermal liquefaction of *Chlorella sorokiniana* biomass. **Algal Research**, v.2, p. 230-236, 2013.
- CHISTI, Y. Biodiesel from microalgae. **Biotechnology Advances**, v. 25, p. 294–306, 2007.
- DERNER, R. B.; OHSE, S.; VILLELA, M.; CARVALHO, S. M. de; FETT, R. Microalgas, produtos e aplicações. **Ciência Rural**, v.36, n.06, p.1959-1967, 2006.
- GOUVEIA, L., RAYMUNDO, A., BATISTA, A. P., SOUSA, I., e EMPIS, J. *Chlorella vulgaris* and *Haematococcus pluvialis* biomass as colouring and antioxidant in food emulsions. **European Food and Research Technology**, v.222, p.362–367, 2006.
- GOUVEIA, L. MARQUES A.E.; DA SILVA T.L.; REIS, A. *Neochloris oleabundans* UTEX #1185: a suitable renewable lipid source for biofuel production. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, New York, v. 36, n. 6, p. 821-826, Apr. 2009.
- HUANG, C.C., CHEN, M.W, HSIEH, J.L., LIN, W.H., CHEN, P.C., CHIEN, L.F. Expression of mercuric reductase from *Bacillus megaterium* MB1 in eukaryotic microalga *Chlorella* sp. DT: an approach for mercury phytoremediation. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.72, p.197-205, 2006.
- KUMAR, M.; SHARMA, M.P. Potential assessment of microalgal oils for biodiesel production: A review. **Journal of Materials and Environmental Science**, v. 5, n.3, p. 757-766, 2014.
- MATOS, A.P., MORIOKA, L.R.I., SANT'ANNA, E.S., FRANÇA, K.B. Teores de proteínas e lipídeos de *Chlorella* sp. cultivada em concentrado de dessalinização residual. **Ciência Rural**, v.45, n.2, p.364-370, 2015.
- MONTERO, M. F.; ARISTIZÁBAL, M.; REINA, G. G. Isolation of high-lipid content strains of the marine Microalgae *Tetraselmis suecica* for biodiesel production by flow cytometry and single-cell sorting. **Journal of Applied Phycology**, Copenhagen, v. 23, n. 6, p. 1053-1057, Dec. 2011.
- NEOFOTIS P.; SURY, K.; HUANG, A.; CHANG, W.. Characterization and classification of highly productive microalgae strains discovered for biofuel and bioproduct generation. **Algal Research**, v. 15, p.164–178, 2016.

- PAOLETTI, C., PUSHPARAJ, B. AND TOMASELLI, F.L. Ricerche sulla nutrizione minerale di *Spirulina platensis*. **Atti XVII Congr. Naz. Soc. It. Microbial. Padova**, 26-28 ottobre, v.2, p.845-853, 1975.
- PEREIRA, N.S., FERREIRA, B.R.R., DE CARVALHO, E.M.; DAMIANI, C.R. Application of *Chlorella sorokiniana* (Chlorophyceae) as supplement and/or an alternative medium for the in vitro cultivation of *Schomburgkia crispa* (Orchidaceae). **Journal of Applied Phycology**. 30, p.2347, 2018.
- PULZ, O.; GROSS, W. Valuable products from biotechnology of microalgae. **Applied Microbiology Biotechnology**, v.65, p.635-648, 2004.
- SPOLAORE, P. et al. Commercial applications of microalgae. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, Osaka, v. 101, n. 2, p. 87-96, Feb. 2006.
- TORTORA G. J., FUNKE B. R., CASE C. L.; **Microbiologia**. 8ª Edição, Porto Alegre, 894p, 2005.
- YEN, H. W.; HU, I. C.; CHEN, C. Y.; HO, S. H.; LEE, D. J.; CHANG, J. S. Microalgae-based biorefinery: from biofuels to natural products. **Bioresource Technology**, Oxon, v. 135 p. 166–174, 2013.
- YOO, C., JUN, S.Y., LEE, J.Y., AHN, C.Y., OH, H.M. Selection of microalgae for lipid production under high levels carbon dioxide. **Bioresource Technology**, n.101, p.71-74, 2010.