

BIOVOLUME E CONTEÚDO DE CARBONO DE *CERATIUM FURCOIDES* (LEVANDER) LANGHANS 1925 NO RESERVATÓRIO ITAÚBA, RS, BRASIL.

Luis G. Ramirez-Mérida^{1,2}, Ana PV. Cassol², Alan C. Bau², Maria Angélica Oliveira²

1 Centro de Biotecnologia Aplicada, Departamento de Biologia, Universidad de Carabobo, Av. Universidad, 2002, Valencia, Carabobo, Venezuela.

2 Programa de Pós-graduação em Agrobiologia, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Av. Roraima 1000, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

RESUMO

O biovolume é uma característica da estrutura nas comunidades microalgais, o qual proporciona suporte para processos do ciclo celular e a estimativa de carbono na célula. O objetivo do trabalho foi obter valores de biovolume e carbono na biomassa do dinoflagelado *Ceratium furcoides* no reservatório Itaúba, localizado no estado de Rio Grande do Sul, Brasil. O biovolume celular foi calculado com base no padrão geométrico: elipse + 3cone. As células foram examinadas com microscópio de luz. Um total de 25 espécies foram medidos, a meia do tamanho celular foi 150,87 μ m. O biovolume de *Ceratium furcoides* esteve no intervalo 16444,01 - 39265,23 μ m³, e o conteúdo de carbono na biomassa entre 3501,46 - 8499,84 pg C. O biovolume e o carbono na biomassa apresentaram relação significativa. Estudos de biovolume e conteúdo de carbono na biomassa são novos para a região. Este estudo servirá como contribuição e base de aprimoramento para estudos futuros em corpos de águas continentais brasileiras.

INTRODUÇÃO

Interações complexas entre os recursos ambientais e as variações espaciais e temporais em termos climatológicos, geológicos, hidrodinâmicos, químicos e fatores hidrológicos, refletem diretamente sobre o comportamento do fitoplâncton determinando assim as mudanças na produção primária e, conseqüentemente, na transferência de energia sob a forma de carvão para outros níveis tróficos, incluindo os organismos de importância econômica (NAPOLÉON et al., 2014).

Ceratium Schrank é o gênero dinoflagelado comumente encontrado em ambientes marinhos, e considerado invasivo em águas continentais (SILVA et al., 2012). Espécies desse gênero são capazes de desenvolver florações devido à sua mobilidade e resistência à sedimentação, à ocupação da camada superficial e ao uso otimizado de recursos como luz e nutrientes (DONAGH et al., 2005). Mesmo que as florações não sejam tóxicas, elas ainda trazem efeitos nocivos para as comunidades aquáticas como condições anóxicas causando a morte de uma população local de lagostas (PITCHER E PROBYN, 2011). Os dinoflagelados também contribuem para o fluxo de carbono e assim fornecem energia para peixes e outros organismos aquáticos (LEAL et al., 2015).

O biovolume é um atributo estrutural básico das comunidades microalgais, que pode ser potencialmente usado para acessar condições ambientais (ACCORONI et al., 2012). A determinação do biovolume apresenta-se como uma ferramenta importante para prever a quantidade de biomassa padrão entre diferentes sistemas e microalgas, além de prestar apoio em processos do ciclo celular e quantidade de carbono estimado na célula (BORDUQUI E FERRAGUT, 2012). A estimativa dos fluxos de carbono requer dados sobre biovolume celular (MENDEN-DEUER E LESSARD, 2000). O estudo do carbono na biomassa pela determinação do biovolume está ligado com a dinâmica do fitoplâncton (RIBEIRO DE QUEIROZ et al 2014). Evidências de estudos de variabilidade e distribuição de biomassa e produtividade do fitoplâncton por classes de tamanho têm mostrado a importante implicação do tamanho das células no ciclo biogeoquímico do carbono e a estrutura da rede alimentar pelágica (LARA-LARA e GUZMAN, 2005).

As células de microalgas têm uma morfologia que podem ser ajustados em formas geométricas, o cálculo do biovolume utilizando medições lineares e adaptações em padrões geométricos é um método relativamente fácil, barato e simples de utilização pelo investigador.

Este estudo teve como objetivo obter valores de biovolume e carbono na biomassa do dinoflagelado *Ceratium furcoides* no reservatório Itaúba, localizado no estado de Rio Grande do Sul, Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras foram coletadas em o reservatório de água da Usina Hidrelétrica de Itaúba, RS, Brasil (29 ° 00'22.05 "S-53 ° 00'59.59" W). As amostras foram concentradas *in situ* utilizando uma rede de plâncton (tamanho de poro de 10 µm) e preservadas em frascos de polietileno de 300 mL com solução de Lugol a 1%. A identificação e a captura de imagem de *C. furcoides* se realizaram com auxílio de um microscópio Leica DM750, com aumento de X400, integrado com uma câmara digital HD para microscópios modelo Leica ICC50 HD e analisado com o programa Leica LAS EZ.

A dimensão linear nas células *Ceratium* foi medida com base no padrão geométrico: elipse + 3cone. As medições foram feitas com base em 25 indivíduos. Cada medição foi

realizada em triplicado. Os dados foram tabulados e biovolume calculada a partir das fórmulas de estruturas geométricas básicas utilizadas em estudos anteriores. O teor de carbono celular (pg C) foi calculado a partir da fórmula modificada de Eppley com o fator de correção para dinoflagelados de $\text{pgC} = 0.216 \cdot \text{BV}^{0.939}$ (MENDEN-DEUER E LESSARD, 2000).

RESULTADOS

A identificação da forma geométrica que melhor combina com a morfologia celular neste estudo esteve conformada por 3 cones + elipse. Essa forma geométrica foi recomendada para medir a morfologia complexa de *Ceratium furcoides* o qual não se encaixa no padrão proposto na literatura (Hillebrand et al 1999; Sun e Liu, 2003). Partindo dessa forma complexa foi determinada as medidas lineares sob microscopia de luz, para calcular o biovolume.

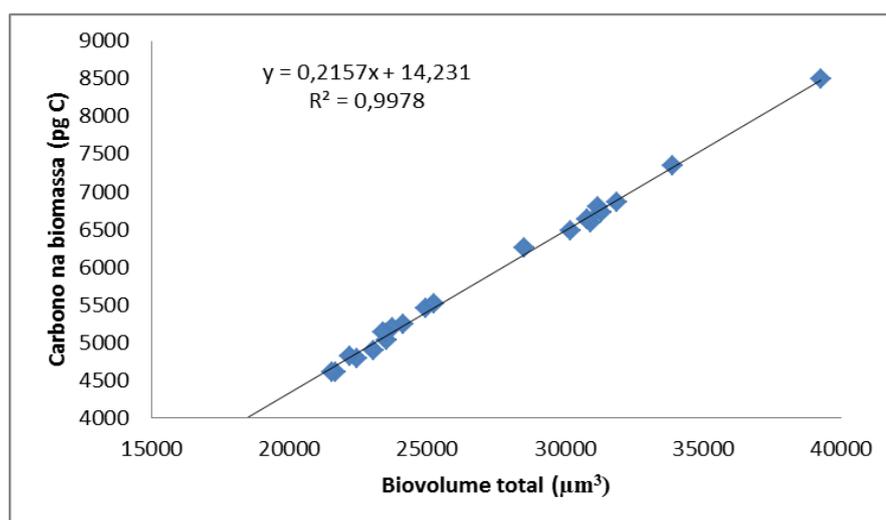
O biovolume, conteúdo de carbono na biomassa e comprimento celular são mostradas na tabela 1.

Tabela 1. Valores de biovolume, carbono na biomassa e comprimento para o dinoflagelado *Ceratium furcoides*.

Parâmetros determinados	Valores Meios
Biovolume (μm^3)	25962,23
Carbono na Biomassa (pg C)	5614,36
Comprimento (μm)	150,87

O biovolume de *Ceratium furcoides* esteve no intervalo 16444,01 - 39265,23 μm^3 , enquanto que, o conteúdo de carbono na biomassa esteve entre 3501,46 - 8499,84 pg C.

O biovolume e o carbono na biomassa calculados a partir do total de 25 células estudadas da espécie apresentaram relação significativa (coeficientes de relação linear) gráfica 1.



Gráfica

Regressão linear entre biovolume e carbono na biomassa por células de *C. furcoides*

1.

DISCUSSÃO

Este estudo fornece novos dados sobre biovolume e biomassa de carbono de espécies de *Ceratium furcoides* do reservatório Itaúba, RS, Brasil. A fórmula para a determinação do biovolume na morfologia celular complexa de *Ceratium furcoides* representa uma contribuição deste protocolo para estudos futuros. Em vista que *C. furcoides* apresenta um corno apical que mais se assemelha a um cone e não ao cilindro como é recomendado por outros autores (SUN E LIU, 2003).

No presente estudo, biovolume e teor de carbono do *C. furcoides* foi registrado em base de célula única, ficando perto de outras espécies de dinoflagelados reportados com um biovolume celular parecido e sabendo que a variabilidade e a instabilidade no tamanho dos organismos dependem da influência ambiental assim como do ciclo de vida dos diferentes grupos (OLENINA et al 2006; QUEIROZ 2011; MUIR et al., 2015).

O crescente aumento no número dos dinoflagelados da espécie *Ceratium* nos últimos anos contribui no acréscimo da quantidade de carbono por unidade de volume. Porém, também no aumento do ciclo e metabolismo celular, e por tanto, no consumo de oxigênio, o que leva a desequilíbrios ecológicos no sistema.

A variação na biomassa de carbono é regulada pela composição das espécies, seu tamanho celular, condições nutricionais e localização geográfica. Do mesmo modo, as espécies que possuem tecas têm mais carbono como que as espécies atecadas (MENDEN-DEUER E LESSARD, 2000).

CONCLUSÃO

Estudos de biovolume e conteúdo de carbono na biomassa são novos para a região. Portanto, este estudo servirá como contribuição e base de aprimoramento para estudos futuros em corpos de águas continentais brasileiras.

Microalgas com formas complexas exigem uma reavaliação do modelo geométrico para o cálculo e determinação do biovolume celular. O cálculo e determinação do biovolume de *C. furcoides* pelo modelo geométrico utilizado neste trabalho, podem ser reproduzidos em outros locais, portanto, permitiram avançar em estudos comparativos de microalgas invasoras em ecossistemas.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

ACCORONI, S., ROMAGNOLI, T., PICHIERRI, S., COLOMBO, F., TOTTI, C. 2012. Morphometric analysis of *Ostreopsis* cf. *ovata* cells in relation to environmental conditions and bloom phases. Harmful Algae 19: 15–22.

BORDUQUI, M., FERRAGUT, C. 2012. Factors determining periphytic algae succession in a tropical hypereutrophic reservoir. Hydrobiologia 683: 109-122.

DONAGH, ME., CASCO, MA. and CLAPS, MC. 2005. Colonization of a Neotropical Reservoir (Córdoba, Argentina) by *Ceratium hirundinella* (O. F. Müller) Bergh. Annales de Limnologie - International. Journal of Limnology 41(4): 291-299.

- HILLEBRAND, H., DÜRSELEN, C.D., KIRSCHTEL, D., POLLINGHER, U., ZOHARY, T. 1999. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *Journal of Phycology* 35: 403-424.
- LARA-LARA, J.R., GUZMÁN, C.B. 2005. Distribución de clorofila y producción primaria por classes de tamaño en la costa del pacifico mexicano. *Ciencias Marinas* 31(001a): 11-21.
- LEAL, M.C., HOADLEY K., TYE PETTAY D., GRAJALES A., CALADO R., WARNER M.E. 2015. Symbiont type influences trophic plasticity of a model cnidarian–dinoflagellate symbiosis. *Journal of Experimental Biology* 218: 858-863
- MENDEN-DEUER, S., LESSARD, E.J. 2000. Carbon to volume relationship for dinoflagellates, diatoms and other protest plankton. *Limnology and Oceanography* 45: 596-579
- MUNIR, S., BURHAN, Z., NAZ, T., MORTON, S.L., SIDDIQUI, P.J.A. 2015. Morphometric forms, biovolume and cellular carbon content of dinoflagellates from polluted waters on the Karachi coast, Pakistan. *Indian Journal of Geo-Marine Science* 44(1).
- NAPOLÉON, C., FIANT, L., RAIMBAULT, V., RIOU, P., CLAQUIN, P. 2014. Dynamics of phytoplankton diversity structure and primary productivity in the English Channel. *Marine Ecology Progress Series* 505:49-64.
- OLENINA, I., HAJDU, S., EDLER, L., ANDERSSON, A., WASMUND, N., BUSCH, S., GÖBEL, J., GROMISZ, S., HUSEBY, S., HUTTUNEN, M., JAANUS, A., KOKKONEN, P., LEDAINE, I., NIEMKIEWICZ, E. 2006. Biovolumes and size-classes of phytoplankton in the Baltic Sea. *HELCOM Baltic Sea Environment Proc. No. 106*, 144 p.
- PITCHER, G.C., PROBYN, T.A. 2011. Anoxia in southern Benguela during the autumn of 2009 and its linkage to a bloom of the dinoflagellate *Ceratium balechii*. *Harmful Algae* 11: 23-32.
- QUEIROZ, A.R. Estrutura do microfitoplâncton no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Lat. 00 56' 2" N e Long. 29 20' 6" W): Estimativa da biomassa em carbono através do biovolume celular. Recife, 2011. 91f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco. 2011.
- RIBEIRO DE QUEIROZ, A., KOENING, M L., FELIPE LIMA G. 2014. Cell biovolume and biomass in carbon of microphytoplankton species of oceanic regions, equatorial Atlantic. *Tropical Oceanography, Recife*, 42(2): 131-144.
- SILVA, L.C., LEONE, C.I., SANTOS-WISNIEWSKI, M.J., PERET, A.C., ROCHA, O., 2012. Invasion of the dinoflagellate *Ceratium furcoides* (Levander) Langhans 1925 at tropical reservoir and its relation to environmental variables. *Biota Neotropica* 12(2): 93-100.

SUN, J., LIU, D. 2003. Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. *Journal of Plankton Research* 25: 1331-1346.