



ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DE SETE LAGOS DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO ALTO AMAZONAS, AMAZÔNIA COLOMBIANA E AMAZÔNIA PERUANA.

Fabiane Ferreira De Almeida(1)

Liliana Palma - Silva(2); Angela Lucia Pantoja - Matta(3); Santiago Roberto Duque(2); Marcela Núñez - Avellaneda(4); Camilo Ernesto Andrade(3)

1) Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Natureza e Cultura. Estrada 1o de Maio, s/n, Colônia, 69630 - 000, Benjamin Constant, Amazonas, Brasil, *fabiane.ecologia@gmail.com; 2) Universidade Nacional da Colômbia, Sede Amazônia, Km 2 Vía Tarapacá. Letícia, Amazonas, Colômbia; e - mail do autor principal: fabiane.ecologia@gmail.com 3) Universidade de Cauca, Santo Domingo, Rua 5 No. 4 - 70, Popayan, Cauca, Colômbia; 4) Instituto Amazônico de Investigações Científicas-SINCHI, Avenida Vasquez Cobo, entre as Ruas 15 e 16, Letícia, Amazonas, Colômbia.

INTRODUÇÃO

Na Bacia Amazônica são encontrados inúmeros lagos influenciados pelo pulso de inundação, que segundo Junk *et al.*, (1989) é uma das maiores forças controladoras da dinâmica dos ecossistemas aquáticos amazônicos. Essa mesma idéia foi proposta por Neiff (1990) sob o termo de “pulso de energia e matéria” por serem enchente e vazante etapas complementares do pulso, ambas com alta capacidade reguladora do macrossistema aquático.

O pulso de inundação gera diferentes graus de conectividade dos sistemas lóticos e seus lagos estes gradientes e graus de conexão dos lagos e rios promovem mudanças importantes nas comunidades aquáticas e na ecologia do próprio sistema aquático (Duque *et al.*, 1997). Entre os organismos que habitam estes ambientes aquáticos destacam - se as algas fitoplanctônicas que segundo Melack & Forsberg (2001), estão entre os principais grupos de organismos fotossintéticos que contribuem para a produção primária em ecossistemas aquáticos amazônicos, e são responsáveis por 2% da produtividade primária total nos ambientes aquáticos de áreas alagáveis. Seu curto período de geração permite que os importantes processos de sucessão sejam mais bem compreendidos, sendo, portanto o fitoplâncton útil como modelo para um melhor entendimento das comunidades aquáticas (Huszar & Giani, 2004).

Os estudos na Bacia Amazônica Colombiana têm permitido avançar no inventário, biologia e ecologia do fitoplâncton (Duque *et al.*, 007), compreendendo assim sua riqueza, densidade, biomassa e produtividade primária. De maneira recente se introduziu o componente funcional do fitoplâncton relacionados às adaptações cromáticas das microalgas ao ambiente lético dos lagos Yahuaraca e Tarapoto (Marciales - Caro, 2006) e dos grupos funcionais e de mode-

ragem do sistema Yahuaraca (Gómez, 2008). Apesar da importância que merece o fitoplâncton, ainda são poucos os estudos que abordam a dinâmica deste grupo nos ambientes aquáticos, especialmente, no Alto rio Amazonas.

OBJETIVOS

Este estudo objetiva aprofundar o conhecimento sobre a ecologia deste grupo e nesta ocasião busca analisar a estrutura desta comunidade, além de realizar uma comparação entre os lagos, levando em conta os parâmetros físicos e químicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os lagos amostrados neste estudo foram Caballo Cocha ($3^{\circ}54'56.2''$ W $70^{\circ}32'40,7''$ S) e Cushillo Cocha ($3^{\circ}56'14.9''$ W $70^{\circ}25'39,8''$ S) que situam - se próximo as cidades peruanas também chamadas Caballo Cocha e Cushillo Cocha, os lagos Soco Redondo ($3^{\circ}44'58.3''$ W $70^{\circ}31'0.3''$ S), Garza Cocha ($3^{\circ}44'59.9''$ W $70^{\circ}31'0.0''$ S), El Correo ($3^{\circ}46' 25,7''$ S $70^{\circ}23' 23,8''$ W) e Chepeten ($3^{\circ}49' 31,6''$ S $70^{\circ}28' 26,9''$ W) que situam - se próximo a cidade colombiana de Porto Nariño e uma amostragem no sistema Yahuaraca ($3^{\circ}46' 25,7''$ S $70^{\circ}23' 23,8''$ W) que situa - se próximo a cidade de Letícia-Colômbia.

As amostragens foram realizadas durante o período de cheia de 2009, onde foi amostrada uma estação em cada lago e ao mesmo tempo foram mensuradas as seguintes variáveis: pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e profundidade. As amostras qualitativas de fitoplâncton foram coletadas através de arrastos horizontais e verticais com o auxílio de uma rede de plâncton com 20 μ m de abertura de malha,

reservando se aproximadamente 100ml de cada amostra fixada em Transeau e analisadas através de um microscópio óptico e as identificações foram feitas com literatura específica. As amostras quantitativas foram coletadas com uma garrafa do tipo Van dorn e destas foram reservados 250ml em frascos de polietileno e fixados com lugol acético 1% e analisadas em microscópio invertido. A partir das amostras quantitativas e qualitativas foram estimados os seguintes atributos da comunidade: densidade populacional (ind.l - 1) (Utermöhl, 1958), riqueza específica, diversidade (H') (Shannon & Weaver, 1963), equitabilidade (Js) (Pielou, 1966).

A estratégia utilizada para evidenciar a relação entre os dados abióticos e a densidade fitoplanctônica foi uma análise de componentes principal (ACP) com rotação VARIMAX que foi utilizada para reduzir a dimensionalidade dos dados ambientais. O padrão espacial da comunidade fitoplanctônica foi sumarizado por uma Análise de Escalonamento Multidimensional (NMS). Todos os cálculos foram realizados com o programa PC - ORD (McCune and Meford, 1997).

RESULTADOS

A profundidade na região limnética variou entre 7,5m (Garza Cocha) e 16m (Caballo Cocha). As características físicas e químicas apresentaram um gradiente de influência pelo rio Solimões, sendo que o lago Garza Cocha apresentou os menores níveis de influência com os menores valores de pH (3,7) e condutividade (15,1 $\mu\text{S.cm}^{-1}$), e Sistema Yahuaraca foi o que apresentou maiores níveis de influência com maiores valores intermediários de pH (6,5) e maiores valores de condutividade (174,4 $\mu\text{S.cm}^{-1}$).

Um total de 171 espécies foi inventariado, pertencendo a nove classes taxonômicas. O lago Cushillo Cocha foi o que apresentou a maior riqueza (37 táxons) seguido pelo lago Caballo Cocha (31 táxons). O lago que apresentou menor riqueza específica foi o lago Soco Redondo (10 táxons). A classe Chlorophyceae foi a melhor representada (47 espécies, 27% da riqueza total). Esta classe é freqüente em ambientes tropicais e sub - tropicais e sua alta riqueza foi relatada em outros trabalhos em planícies de inundação (Zalocar de Domitrovic, 2002; Pinilla, 2006).

Dentro desta classe destacou - se o gênero *Monoraphidium*, com sete espécies, o qual também tem sido registrado nos trabalhos realizados por Nabout *et al.*, (2006) na bacia do rio Araguaia (Amazônia Brasileira) e Almeida (2008) no lago Catalão (Amazônia Brasileira).

Destaca - se neste estudo a importância da classe Euglenophyceae (44 táxons) este grupo foi o mais bem representado depois das Chlorophyceae, com 26% da riqueza total. Grande importância deste grupo foi também mencionada por Ibañez (1998) em um lago da planície de inundação da Amazônia Central (lago Camaleão), Núñez - Avellaneda (2001) em lagos na ribeira colombiana do rio Amazonas e por Almeida (2008) em um lago de águas mistas da Amazônia Central (lago Catalão). Este grupo possui grande riqueza de espécies em lagos de águas brancas da bacia Amazônica, principalmente, nos períodos de seca,

quando aumenta a concentração de matéria orgânica em decomposição nos lagos.

Com relação a densidades populacional, a classe Chlorophyceae foi a que mais se destacou devido a uma floração de (*Chlorella vulgaris*). Entre os lagos, Garza Cocha foi o que apresentou os maiores valores (8*10⁵ ind.L - 1) seguido pelo lago Cushillo Cocha (3*10⁴ ind.L - 1). O lago que apresentou a menor densidade foi o lago Soco Redondo (3*10³ ind.L - 1).

Diversidade, equitabilidade são atributos eficientes na caracterização da estrutura da comunidade fitoplanctônica, sendo importantes indicadores do equilíbrio da mesma (Reynolds, 1984). A diversidade apresentou valores entre 0,18 bits.ind - 1 (lago Garza Cocha) e 3,76 bits.ind - 1 (lago Caballo Cocha), sendo estes valores semelhantes aos encontrados por Garcia de Emiliani (1983) na bacia do médio Paraná (1,22-3,68 bits/ind) e menores aos encontrados por Almeida (2008) no Médio Amazonas (0,19-5,20 bits.ind - 1). A equitabilidade variou entre 4% (lago Garza Cocha) e 84% (lago Soco Redondo) em média foi maior do que os valores encontrados na bacia do médio Paraná (Garcia de Emiliani, 1983).

Os dois componentes principais explicaram 83% da variação total. As variáveis correlacionadas negativamente com o primeiro eixo foram oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e riqueza. As variáveis que influenciaram a formação do segundo eixo foram diversidade e equitabilidade, correlacionadas positivamente com o mesmo.

A análise de componentes principais (ACP) evidenciou três grupos distintos. Um formado pelos lagos Caballo Cocha, Cushillo Cocha e Yahuaraca que possuíram os maiores valores de oxigênio dissolvido, condutividade e riqueza. Maiores valores de condutividade podem estar indicando também maiores valores de nutrientes, o que pode estar influenciando estes lagos no que se referem aos maiores valores de riqueza. O segundo grupo formado foi composto pelos lagos Chepeten, Soco Redondo e El Correo que apresentaram características opostas às apresentadas pelo primeiro grupo, neste grupo destaca - se os altos valores de equitabilidade e diversidade relatados para o lago Chepeten. E o terceiro grupo composto, apenas, pelo lago Garza Cocha que apresentou os menores valores de riqueza, equitabilidade e diversidade, bem como, os menores valores de oxigênio dissolvido e condutividade. Os baixos valores riqueza, equitabilidade e diversidade observados para este lago, parecem estar associados às altas densidades encontradas para uma única espécie (*Chlorella vulgaris*), a dominância desta espécie parece estar efetuando exclusão competitiva neste ambiente.

A análise de NMS utilizada para evidenciar o padrão da comunidade fitoplanctônica explicou 72% da variação total da comunidade em uma solução em uma dimensão. Evidenciando dois grupos principais o primeiro formado pelos lagos Soco Redondo, Cushillo Cocha e Caballo Cocha que foram lagos que apresentaram altos valores de riqueza e também de diversidade, como pôde ser visto na análise de ACP. O segundo grupo foi formado pelos demais lagos amostrados. Este agrupamento parece indicar uma forte influência das características físico - químicas sobre a composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica.

CONCLUSÃO

Baseados nos resultados registrados os dados de pH e condutividade elétrica são próprios de sistemas de águas negras e mistas, considerando a classificação proposta por Queiroz et al. (1997) e Núñez - Avellaneda & Duque (2001), inicialmente formulada por Sioli (1967).

Cada um dos lagos tem diferentes níveis de conexão relacionados a proximidade das águas brancas do rio Amazonas e devido a dinâmica do pulso de inundação este rio aporta nutrientes e sedimento para os sistemas próximos como Yahuaraca, el Correo e Chepetén, sistemas com águas negras e que no período de seca e mistas no período de enchente e cheia Outros sistemas como Garza Cocha e Socó Redondo são águas negras e por sua localização mais distante do rio Amazonas mantém esta condição durante todo o ano.

O tipo de água determina a composição e a abundância fitoplanctônica nos diferentes sistemas estudados. Os sistemas de águas negras apresentaram menos condutividade e isto pode ser um indicativo de menor concentração de nutrientes, por outro lado os sistemas de águas brancas que apresentam maiores valores de condutividade também parecem possuir maiores concentrações de nutrientes e, portanto, maior diversidade destes organismos.

Agradecimentos:

Este artigo é parte do estudo que vem sendo realizado no projeto "Diversidad y ecología funcional del plancton en ambientes Amazonicos colombianos: Influencia del pulso de inundación y la conectividad" realizado pelo Grupo de Investigación da Limnologia Amazônica da Universidade Nacional da Colômbia, Sede Amazônia-Amazonas, Colômbia.

REFERÊNCIAS

Almeida, F. F. Fitoplâncton de um lago de inundação amazônico (lago Catalão, Amazonas-Brasil): estrutura da comunidade, flutuações espaciais e temporais. Dissertação. (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, 2008.

Duque S. R., J. E. Ruiz, J. Gómez & E. Roessler. 1997. Tipificación ecológica de ambientes acuáticos en el área del eje Apaporis - Tabatinga, Amazonia Colombiana. pp: 69 - 126. En: IGAC (ed.). Zonificación ambiental para el plan modelo colombo-brasileiro (eje Apaporis-Tabatinga: PAT). Editorial Linotipia. Santafé de Bogotá.

Duque S. R., Núñez - Avellaneda M., López - Casas S., & Marín Z.Y. 2007. Ecosistemas Acuáticos. Pág. 85-97. En: Ruiz S. L., Sánchez E., Tabares E., Prieto - C A., Arias - G J.C., Gómez R., Castellanos D., García P. y Rodríguez L. (eds). Diversidad Biológica y Cultural del sur de la Amazonia Colombiana-Diagnóstico. Corpoamazonia, Instituto Humboldt, Instituto Sinchi, UAESPNN. Bogotá.

García De Emiliani, M. O. & Manavella, M. I. A. 1983. Fitoplancton de los principales canales y tributarios del valle aluvial del río Paraná: Tramo Goyadiamante. III. Revista de la Asociación De Ciencias Naturales del Litoral. 14: 217 - 237.

Gómez, M. 2008. Dinámica espacial y temporal de la comunidad fitoplanctónica en el lago Yahuaraca, Planicie de

inundación del río Amazonas. Tesis MSc. Universidad Javeriana Bogotá.

Huszar, V.L.M. & Giani, A. 2004. Amostragem da comunidade fitoplanctônica em águas continentais: reconhecimento de padrões espaciais e temporais. In: Bicudo e Bicudo (orgs.), Amostragem em Limnologia. 133 - 147pp.

Ibañez, M. S. R. 1998. Phytoplankton composition and abundance of a central Amazonian floodplain lake. *Hydrobiologia* 362: 79 - 83.

Junk, W. J., Bayley, P. B. & Sparks, R. E. 1989. The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. In D. p. Dodge ed. Proceedings of the International Large River Symposium. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106: 110-127.

Marciales - Caro, L. 2006. Ecología funcional del fitoplancton en dos lagos de la ribera colombiana del Río Amazonas (Tarapoto y El Correo). Tesis Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

Mccune, B. & Mefford, M. J. 1997. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 3.0. MjM software, Gleneden Beach, Oregon.

Melack, J.M. & Forsberg, B.R. 2001. Biogeochemistry of Amazon floodplain lakes and associated wetlands. In: McClain, M.E.; Victoria, R.L. and J.E. Richey (eds.) The biogeochemistry of the Amazon Basin. Oxford University Press, Oxford 235 - 274pp.

Nabout, J. C. , Nogueira, I. S. & Oliveira, L. G. 2006 Phytoplankton community of floodplain lakes of the Araguaia River, Brazil, in the rainy and dry seasons. *Journal Plankton Research*. 28 (2): 181-193.

Neiff, J.J. 1990. Ideas for the ecological interpretation of the Paraná River. *Interciencia*, 15(6): 424 - 441.

Núñez - Avellaneda, M. & S. R. Duque. 2001. Estudio del fitoplancton en ambientes acuáticos de la Amazonia colombiana. 305 - 335p. En: Franky, C. & C. Zarate (eds.). Imani Mundo, estudios en la Amazonia colombiana. Universidad Nacional de Colombia, Instituto Amazónico de Investigaciones IMANI. Editorial Unibiblos. Bogotá D. C.

Pielou, J. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*. 13: 131-144.

Pinilla, G. A. 2006 Vertical distribution of phytoplankton in a clear water lake of Colombian Amazon (Lake Boa, Middle Caquetá) *Hydrobiologia*. 568:79-90.

Reynolds, C. S. 1984. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge.

Reynolds, C.S; Huszar, V. L. M.; Kruk, C.; Flores - Naselli, L. & Melo, S. 2002. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of plankton research*, 24(5): 417 - 428.

Shannon, C.E. & Weaver, W. 1963. The mathematical theory of communication. Urbana Illinois Univ. Press. 177pp.

Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton - Methodik. *Mitt. Int. Ver. Limnol.*, 9:1 - 38.

Zalocar de Domitrovic, Y. 2002. Structure and variation of the Paraguai River phytoplankton periods of its hydrological cycle. *Hydrobiologia*. 472:177 - 196.

Zar, J. H., 1974. Biostatistical Analysis. Englewood Cliffs: Prentice Hall. 620 pp.