colloquium exactarum

DINÂMICA TEMPORAL DE ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS DA RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL FOZ DO RIO AGUAPEÍ/SP

DYNAMIC TIME OF AQUATIC ECOSYSTEM OF PRIVATE RESERVE OF NATURAL HERITAGE MOUTH OF THE RIO AGUAPEÍ/SP

Renato Franco Rodrigues[1;] Renata Ribeiro de Araujo[2]

Curso de Engenharia Ambiental da Unesp de Presidente Prudente [1]; Professora Assistente Doutora da Unesp de Presidente Prudente[2];
renato.amb@outlook.com[1]; reribeiro@fct.unesp.br[2];

RESUMO - O monitoramento de variáveis limnológicas foi realizado durante um ciclo sazonal, em oito ambientes da Reserva Particular do Patrimônio Natural Foz do Rio Aguapeí/SP. Foram amostradas as variáveis oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, nitrato, temperatura da água, turbidez e N-amoniacal. Em protocolos laboratoriais foram determinadas as variáveis clorofila *a* de acordo com Golterman *et al*. (1978), material em suspensão total de acordo com Wetzel & Likens (1991), fósforo dissolvido, fósforo reativo solúvel e fósforo total de acordo com (Mackereth *et al.*, 1978). A Análise de Componentes Principais foi aplicada aos resultados com o objetivo de analisar o comportamento temporal das variáveis nos diferentes períodos amostrados.
Palavras-chave: monitoramento limnológico; rio Paraná; rio Aguapeí; RPPN Foz do Rio Aguapeí.

ABSTRACT - The monitoring of limnological variables was conducted over a seasonal cycle, in eight environments of the Private Reserve of Natural Heritage Foz do Rio Aguapeí / SP. Using portable digital devices, were sampled the variables dissolved oxygen, pH, conductivity, nitrate, water temperature, turbidity and ammonia-N. In laboratory protocols were determined the variables chlorophyll a according to the Golterman et al. (1978), total suspended materials according to Wetzel & Likens (1991), dissolved phosphorous, soluble reactive phosphorus and total phosphorus according to (Mackereth et al. 1978). Main Component Analysis was applied to the results with the aim of analyzing the temporal behavior of the variables in the different sampling periods.
Keywords: limnological monitoring; Paraná River; Aguapeí river; PRNP Foz do Rio Aguapeí.

Recebido em: 18/08/2014
Revisado em: 20/08/2014
Aprovado em: 01/09/2014

1 INTRODUÇÃO

Variações temporais e espaciais de variáveis limnológicas abióticas são evidentes nos sistemas rios-planícies de inundação em regiões tropicais. Elas são relacionadas com as flutuações dos níveis fluviométricos, definindo o pulso de inundação (JUNK; BAYLEY; SPARKS, 1989), incluindo épocas de seca e de cheia (NEIFF, 1990). As variáveis limnológicas, além de serem influenciadas por este efeito, são também influenciadas for outras funções que atuam em escalas locais, como as chuvas localizadas, radiação sub-aquática e o vento, que participam diretamente do aumento da heterogeneidade espacial dos ambientes aquáticos.

Estudos limnológicos realizados por Rodrigues, Moskovitz e Araújo (2013) em ambientes lênticos e lóticos (rio Paraná e rio Aguapeí) da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) "Foz do Rio Aguapeí" revelaram que os ambientes lênticos possuem maior carga orgânica quando comparados com os resultados dos rios Paraná e Aguapeí. Segundo o pesquisador esta variabilidade pode estar relacionada ao fato dos ambientes lênticos serem ambientes de um sistema rio-planície de inundação. Neste contexto, explica que provavelmente esta carga está relacionada a uma característica típica que é a alta produção de matéria orgânica em ambientes lênticos por diversas espécies de macrófitas aquáticas e anfíbias. Estes resultados são corroborados por outras pesquisas limnológicas realizadas em ambientes lênticos de sistemas rios-planície de inundação (BINI, 1996; ROCHA, 2003).

Diante do exposto, o presente estudo propõe o monitoramento limnológico sitemático de ambientes da Reserva Particular do Patrimônio Natural Foz do Rio Aguapeí e espera-se que seus resultados permitam verificar as oscilações apresentadas pelos ambientes aquáticos frente às alterações naturais ou antrópicas no tempo, em períodos de seca e cheia.

2 METODOLOGIA

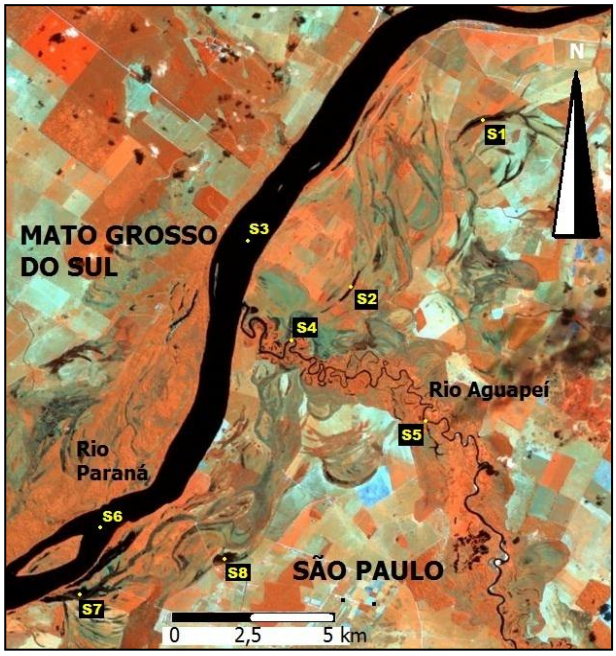
Para o desenvolvimento da presente pesquisa foi realizada revisão bibliográfica sobre a área de estudo e sobre os temas relacionados a esta pesquisa, como monitoramento limnológico, teorias ecológicas de ambientes aquáticos, planície de inundação, bacia hidrográfica, plano de manejo, reservas particulares, unidades de conservação e legislação ambiental.

O monitoramento limnológico ocorreu em oito seções, que compreenderam ambientes lênticos e lóticos da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Foz do Rio Aguapeí (figura 1). As seções foram

escolhidas baseadas em análise prévia das unidades geomorfológicas da planície fluvial dentro da RPPN e em acessibilidade aos ambientes.

O monitoramento limnológico foi realizado em agosto de 2013 (coleta 1), novembro de 2013 (coleta 2) e maio de 2014 (coleta 3), na superfície das seções amostrais. O monitoramento foi efetuado durante um ciclo sazonal completo, com a intenção de se observar às variações limnológicas para as diferentes épocas do ano.

Figura 1. Seções de amostragem limnológica na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Foz do Rio Aguapeí/SP.



Fonte: Rodrigues (2011).

As variáveis limnológicas amostradas em campo foram o oxigênio dissolvido (OD), pH, condutividade elétrica (CE), temperatura da água (T), turbidez (Turb), nitrato ($N\text{-}NO_3$) e nitrogênio amoniacal ($N\text{-}NH_4$). Estas variáveis foram amostradas através de aparelhos digitais portáteis.

Para o desenvolvimento dos protocolos laboratoriais, amostras de água foram obtidas nas seções amostrais e preservadas em caixas de isopor, armazenadas em frascos de polietileno (5L).

No laboratório amostras de águas foram filtradas em membranas Whatman GF/C, e os filtros armazenados em freezer a -20°C para posterior determinação das concentrações de clorofila *a* de acordo com Golterman, Clymo e Ohnstad (1978). Ainda no laboratório, amostras de águas foram filtradas em membranas Whatman GF/C, previamente calcinadas, e os filtros armazenados em freezer a -20°C para posterior determinação das concentrações de material em suspensão total de acordo com Wetzel e Likens (1991). A água filtrada também foi preservada em freezer a -20°C, em frascos de polietileno (500ml), para posterior determinação das formas dissolvidas de fósforo dissolvido e fósforo reativo solúvel. Da mesma forma, a água não filtrada foi preservada em freezer a -20°C, em frascos de polietileno (500ml), para posterior determinação das concentrações de fósforo totais.

As membranas GF/C foram analisadas por gravimetria para determinação das concentrações de material em suspensão de

acordo com Wetzel e Likens (1991). As frações de fósforo total e de fósforo dissolvido foram quantificadas após a digestão, na presença de um catalisador, em autoclave e posterior reação com adição de reagente misto (molibdato de amônia, tartarato de antimônio e potássio e ácido ascórbico) e leitura em espectrofotômetro a 882 nm (MACKERETH; HERON; TALLING, 1978). O fósforo reativo solúvel ou orto-fosfato também foi obtido após reação com molibdato de amônia, tartarato de antimônio e potássio e ácido ascórbico e posterior leitura em espectrofotômetro a 882 nm (MACKERETH; HERON; TALLING 1978).

Os resultados do monitoramento das variáveis limnológicas foram tabulados em planilhas do Microsoft *Excel* e pacote *Statistica for Windows*.

A análise de componentes principais (ACP) foi aplicada, utilizando o pacote *Statistica for Windows*, com o objetivo de reduzir a dimensionalidade dos dados e avaliar padrões na ordenação quanto aos diferentes períodos amostrados.

Os valores dos parâmetros limnológicos, exceto os do pH, foram log-transformados (base dez), para linearizar as relações e reduzir o efeito de valores elevados. Para avaliar os eixos a serem retidos para interpretação, utilizou-se o modelo de "broken-stick" (JACKSON, 1993).

3 RESULTADOS

A ACP resumiu o conjunto das variáveis ambientais escolhidas para o estudo. Utilizando o modelo de "broken-stick", os componentes principais 1 e 2 foram significativos e, portanto, mantidos para a interpretação dos dados limnológicos. Estes dois componentes explicaram 67,3% (CP1 = 24% e CP2 = 43,3%) da variabilidade total dos dados.

Os coeficientes de estrutura gerados através da ACP estão dispostos na Tabela 1. Tais coeficientes expressam as correlações de Pearson entre as variáveis e os componentes principais (CP1, CP2). Os valores maiores que 0,60 (em módulo) estão em negrito, identificando o grau de correlação entre os coeficientes de estrutura e os componentes principais 1 e 2.

Tabela 1: Coeficientes de estrutura gerados através de uma análise de componentes principais aplicada aos dados obtidos no monitoramento limnológico.

Variáveis	CP1	CP2
pH	**0,690798**	-0,302524
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	0,411543	-0,538207
Condutividade Elétrica ($\mu S.cm^{-1}$)	**-0,669445**	-0,333296
Temperatura (ºC)	**0,601446**	0,537745
Turbidez (UNT)	-0,595335	-0,516297
Profundidade (m)	-0,235622	0,105450
MST (mg/L)	-0,097289	**-0,636613**
Material Orgânico (%)	**0,632857**	0,133675
Material Inorgânico (%)	-0,431112	-0,136547
Cloro *a* (µg/L)	-0,322233	**0,654406**
Fósforo Total	-0,270829	-0,114212
Fósforo Dissolvido	**-0,656167**	0,523993
Ortofosfato	0,126839	**-0,632513**

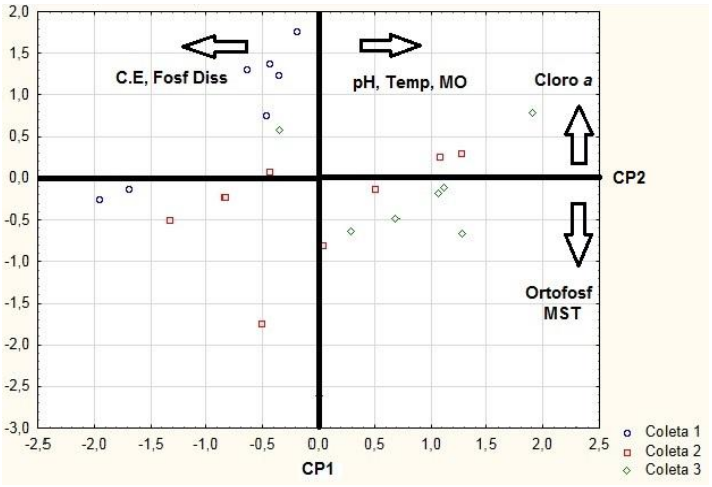


Figura 2. Resultado da Análise de Componentes Principais: ordenamento temporal.

As variáveis positivamente correlacionadas com o componente principal 1 foram o pH, a temperatura e o material orgânico. Já as negativamente correlacionadas com o componente principal 1 foram a condutividade elétrica e o fósforo dissolvido. Por outro lado, as variáveis material em suspensão total e ortofosfato correlacionaram-se negativamente com o componente principal 2, enquanto a

concentração de clorofila *a* se correlacionou positivamente.

Os resultados da ACP evidenciaram maiores valores de condutividade elétrica, fósforo dissolvido e clorofila *a* para a coleta 1 (agosto de 2013), considerado período de seca. Já os resultados da coleta 3 (maio de 2014), considerado final do período de cheia, encontrou-se maiores valores de material em suspensão total, ortofosfato, pH, temperatura e matéria orgânica, ver Figura 5. Pôde-se observar ainda que não houve tendência temporal definida para as variáveis limnológicas para a coleta 2 (novembro de 2013).

4 DISCUSSÃO

Os maiores valores de condutividade elétrica e fósforo dissolvido encontrados no período de águas baixas podem ser explicados pelo fato de não haver influência através da troca de volume de água entre rio e planície provenientes de pulsos de inundação, ver Junk, Bayley e Sparks (1989). Não havendo pulsos de inundação, não ocorrem entradas de materiais alóctones por escoamento superficial para a coluna d'água, conferindo menores valores de carga particulada.

Por outro lado, ressalta-se o fato das lagoas do sistema serem pouco profundas, ocorrendo possível estratificação durante o dia e circulação das águas durante a noite, permitindo a fertilização das águas, o que pode explicar os maiores valores de materiais dissolvidos. Outro fator importante é a atuação do vento sobre estes ambientes pouco profundos, promovendo a circulação das massas d'águas e consequentemente a resuspensão de sedimentos (THOMAZ et al., 1997; CARVALHO et al., 2001; ROCHA, 2003).

Estudos realizados por Thomaz et al. (1991) no sistema rio-planície de inundação do alto rio Paraná indicam que as águas baixas ocorrem durante os meses mais frios do ano, enquanto os maiores níveis coincidem com períodos de elevadas temperaturas e maior pluviosidade, ou seja, as variações nas características físicas, químicas e biológicas da água provavelmente ocorrem em virtude dos diferentes comportamentos de troca de volume de água entre rio e planície ao longo do ano, o que corrobora com os resultados desta pesquisa.

Os maiores valores de clorofila *a* no período das águas baixas, podem ser explicados em razão da maior disponibilidade de minerais dissolvidos na coluna d'água, evidenciados pelos maiores valores de condutividade elétrica neste período e maiores valores de fósforo total dissolvido. Segundo Esteves (1998) o fósforo dissolvido inclui as frações orgânicas e inorgânicas dissolvidas na água. Sendo que o fósforo inorgânico dissolvido corresponde principalmente ao ortofosfato (P-orto) e

outros fosfatos. Segundo o autor em ambientes tropicais, devido à alta temperatura, o metabolismo dos organismos aumenta consideravelmente, fazendo com que o P-orto seja ainda mais rapidamente assimilado e incorporado na sua biomassa. Este fato pode explicar os maiores valores de clorofila *a* e menores valores de P-orto nos resultados encontrados na ACP.

Em relação aos maiores valores de material em suspensão total, ortofosfato, pH, temperatura e matéria orgânica para a coleta 3 pode ser explicado pelo aporte de material alóctone proveniente do escoamento superficial neste final de período de águas altas.

Calheiros e Oliveira (2010) estudando o rio Paraguai e sua planície de inundação também demonstraram variações temporais de fatores limnológicos em consequência das estações do ano e do regime de chuvas da região. Os autores caracterizam a interação de um sistema rio-planície de inundação explicando o expressivo “efeito de planície”, por causa do elevado grau de contato rio-planície. Segundo os pesquisadores as espécies vegetais que se desenvolveram na fase seca e que morreram durante a inundação fornecerão nutrientes e sais à água como resultado da decomposição desta matéria orgânica submersa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise temporal permitiu verificar que os ambientes da RPPN Foz do Rio Aguapeí possuem variabilidade sazonal quanto às características físicas, químicas e biológicas da água.

É importante que seja mantido o programa de monitoramento das características limnológicas, a fim de se obter o entendimento da dinâmica do sistema RPPN foz do rio Aguapeí, dada a sua complexidade e as inúmeras funções de força atuando no sistema. Tratando-se de uma área que prevê novos usos, é importante o entendimento do comportamento da qualidade da água para o uso racional permitindo a conservação e preservação dos recursos hídricos da reserva particular.

AGRADECIMENTOS

À CESP, pelo apoio e logística aos trabalhos de campo; à FAPESP, processo número 2013/02838-1, pela bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

BINI, L.M. Influência do pulso de inundação nos valores de fitomassa do três espécies de macrófitas aquáticas na planície de inundação do alto rio Paraná. **Arq. Biol. Tecnol**., v.39, n.3, p.715-721, 1996.

CALHEIROS, D.F.; OLIVEIRA, M.D. **O Rio Paraguai e sua planície de inundação:** o Pantanal Mato-Grossense. Mato Grosso do Sul: [s.n.], 2010.

CARVALHO, P. et al. Comparative limnology of South American floodplain lakes and lagoons. **Acta Scientiarum**, v.23, n.2, p.265-273, 2001.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência/ FINEP, 1998. 602 p.

GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters.** 2. ed. Oxford: Blackwell, 1978. 315 p.

JACKSON, D. Stopping rules in principal component analysis: a comparison of euristical and statistical approaches. **Ecology**, v.74, p.2204-2214, 1993. http://dx.doi.org/10.2307/1939574

JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B.; SPARKS, R.E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D.P. (Ed.). Proceedings of the International Large River Symposium. **Can. Spec. Public. Fish. Aquat. Sci.,** n.106, p.110-127, 1989.

MACKERETH, F.Y.H.; HERON, J.G.; TALLING, J. Water analysis: some revised methods for limnologists. **Fresh. Biologicalassociat. Publ**., n.36, 1978.

NEIFF, J.J. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. **Interciencia,** 15(6): 424-441, 1990.

ROCHA, R.R.A. **Limnologia comparativa e preditiva de rios e lagoas da planície de inundação do Alto Rio Paraná (PR/MS – Brasil)**. 2003. 86f. Tese (Doutorado) - PEA/UEM, Maringá-PR.

RODRIGUES, R.F.; MOSKOVITZ, Y.C.; ARAÚJO, R.R. Monitoramento Limnológico de Ambientes da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Foz do Rio Aguapeí. In: ENCONTRO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UNOESTE. **Anais...** Presidente Prudente, 2013.

THOMAZ, S.M.; ROBERTO, M.C.; LANSAC-TÔHA, F.A.; ESTEVES, F.A. & LIMA, A.F. Dinâmica temporal dos principais fatores limnológicos do rio Baía-planície de inundação do alto rio Paraná-MS, Brasil. *Revista UNIMAR,***13** (2), 299-312, 1991.

THOMAZ, S.M., BINI, L.M. & ALBERT, S.M. Limnologia do reservatório de Segredo: padrões de variação espacial e temporal. In Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo (A.A. Agostinho & L.C. Gomes, eds.). Eduem, Maringá, p. 19-37, 1997.

WETZEL, R.G.; LIKENS, G.E. **Limnological analysis**. 2. ed. New York: Spring Verlag, 1991.