

Limnologia dos habitats da planície do alto Paraná: padrões de variação espaço-temporais e influência dos níveis fluviométricos

THOMAZ, Sidinei M.¹; PAGIORO, Thomaz A.²; BINI, Luis M.²; ROBERTO, Maria C.²; ROCHA, Renata. R. A.⁴

¹ UEM/Nupélia/PEA, Maringá, PR, 87020-900, fone: 44-2614617, E-mail: smthomaz@nupelia.uem.br; ² UEM/Nupélia, Maringá, PR, 87020-900; ³ UFG/ICB/DBG, Goiânia, GO, 74001-970; ⁴ UEM/PEA, Maringá, PR, 87020-900

RESUMO

Resultados de variáveis limnológicas obtidos em lagoas e no canal principal de rios da planície do alto rio Paraná foram utilizadas para caracterizar os habitats desta planície. Grandes variações espaciais e temporais são comuns nestes ambientes aquáticos, em especial nas lagoas. Os pulsos hidrológicos são importantes funções de força que determinam tal dinâmica. O efeito das cheias como homogeneizando os habitats da planície é discutido com base em uma análise multivariada.

Palavras-chave: nutrientes, regime hidrológico, pulso de inundação, lagoas

INTRODUÇÃO

Em regiões tropicais, profundas variações temporais e espaciais de variáveis limnológicas abióticas são registradas nos sistemas rios-planícies de inundação. Essas variações são usualmente associadas com as flutuações dos níveis fluviométricos, que derivou o conceito de pulso de inundação (Junk et al., 1989) ou simplesmente pulso, incluindo uma fase seca e outra de cheia (Neiff, 1990). Juntamente com esse efeito, que atua em escalas regionais, as variáveis limnológicas são também influenciadas por outras funções que atuam em escalas locais, tais como vento (“fetch”), radiação sub-aquática e chuvas localizadas, que contribuem para aumentar a heterogeneidade espacial dos ambientes aquáticos.

Na presente contribuição, são discutidos os dados de variáveis limnológicas obtidas em diferentes habitats da planície de inundação do Alto rio Paraná, em investigações realizadas desde 1986. Os principais objetivos foram (i): caracterizar os diferentes habitats aquáticos, quanto à variáveis limnológicas que potencialmente influenciam as variações das assembleias aquáticas e afetam importantes processos ecológicos, tais como a produção primária e decomposição e (ii) avaliar a influência dos níveis fluviométricos do rio Paraná e de outras funções de força locais sobre a dinâmica das variáveis limnológicas.

Os habitats aquáticos da planície de inundação

A planície de inundação apresenta um mosaico de habitats aquáticos, terrestres e de transição. Dentre os aquáticos, diferenças na velocidade da água, profundidade, persistência do ambiente aquático (e.g. lagoas perenes e temporárias) e, principalmente das características físicas e químicas, proporcionam uma grande heterogeneidade ambiental. Como corolário, mesmo em habitats aquáticos, as variações são suficientemente grandes para provocar, considerando as assembleias aquáticas, um elevado grau de diversidade beta (Bini et al., 2001). Alguns dados limnológicos de ambientes aquáticos registrados em coletas de longo prazo e em amplas escalas temporais são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios, desvio padrão (entre parênteses), valores mínimos e máximos e número de amostras (n) de variáveis limnológicas abióticas de diferentes habitats da planície de inundação.

Ambientes	Disco de Secchi (m)	pH	Condutividade (µS/cm)	Alcalinidade (mEq/L)	Oxigênio dissolvido (% sat.)	N-Kjeldahl (mg/L)	Fósforo total (µg/L)	Clorofila-a (µg/L)
Lagoas conectadas com o rio principal	0,85 (0,63) 0,2 - 6,79 n = 156	6,5 (0,6) 4,0 - 9,1 n = 156	35,5 (11,6) 16,0 - 69,4 n = 155	0,292 (0,141) 0,052 - 0,882 n = 453	61,2 (29,4) 6,4 - 116,0 n = 144	0,547 (0,367) 0,097 - 2,590 n = 130	52,6 (30,7) 9,3-241,3 n = 145	8,6 (9,3) 0 - 64,7 n = 154
Lagoas isoladas	0,73 (0,45) 0,1 - 2,4 n = 76	6,6 (0,5) 5,7 - 8,6 n = 76	39,9 (19,1) 17,0 - 107,5 n = 78	0,318 (0,297) 0 - 2,109 n = 76	58,6 (25,7) 3,6-115,4 n = 76	0,441 (0,196) 0 - 0,980 n = 76	88,6 (91,9) 5,7 - 680,0 n = 78	14,7 (22,0) 0 - 143,34 n = 76
Rio Baía	0,95 (0,26) 0,5 - 1,8 n = 49	6,8 (0,4) 5,8 - 7,7 n = 50	26,1 (8,9) 16,0 - 58,0 n = 50	0,231 (0,085) 0,109 - 0,520 n = 46	89,1 (19,6) 126,4-40,0 n = 49	0,467 (0,173) 0,221 - 1,067 n = 37	43,9 (12,6) 16,1 - 72,9 n = 44	8,8 (8,6) 0,4 - 35,7 n = 50
Rio Ivinheima	0,71 (0,40) 0,15 - 2,95 n = 50	7,0 (0,3) 6,2 - 7,6 n = 50	43,0 (4,2) 32,0 - 55,0 n = 50	0,388 (0,079) 0,112 - 0,619 n = 46	88,8 (16,1) 43,7 - 116,7 n = 50	0,343 (0,151) 0,055 - 0,679 n = 37	50,0 (19,3) 27,8 - 132,3 n = 42	1,6 (1,3) 0 - 4,9 n = 39
Rio Paraná	1,56 (0,80) 0,45 - 3,85 n = 50	7,3 (0,3) 6,5 - 7,9 n = 50	54,4 (5,0) 42,0 - 72,0 n = 51	0,399 (0,081) 0,165 - 0,667 n = 47	105,6 (7,9) 83,5 - 124,7 n = 32	0,207 (0,137) 0,014 - 0,520 n = 41	18,5 (12,7) 3,3 - 53,6 n = 41	2,5 (1,5) 0,3 - 6,3 n = 41
Lagoas temporárias	0,30 (0,35) 0,05 - 1,55 n = 24	6,2 (0,5) 4,9 - 6,8 n = 24	53,6 (24,7) 24,0 - 131,0 n = 24	0,308 (0,197) 0,060 - 0,870 n = 23	69,2 (30,4) 4,0 - 139,0 n = 24	2,078 (1,064) 0,360 - 5,380 n = 24	223 (113,3) 28,0 - 348,5 n = 12	

Em geral, as **lagoas permanentes**, que ocupam principalmente a planície sul-mato-grossense, apresentam os menores valores médios de temperatura, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido e as maiores concentrações médias de clorofila-*a*. Estratificações térmicas relativamente estáveis são constatadas nestes ambientes durante as águas altas, enquanto circulações diárias das massas de água ocorrem durante as águas baixas. Os **ambientes semi-lóticos** (rio Baía, por exemplo), possuem reduzida velocidade de água. A baixa velocidade da água propicia o desenvolvimento de estratificação térmica e valores de clorofila-*a* intermediários entre aqueles observados no rio Paraná e nas lagoas. Os rios **Paraná** e **Ivinheima** apresentam águas neutras a levemente alcalinas, os maiores valores de condutividade elétrica e alcalinidade e as menores concentrações de clorofila-*a*. O primeiro ainda destaca-se pelas baixas concentrações de fósforo total. As **lagoas temporárias** estão localizadas principalmente em ilhas do rio Paraná. São rasas e podem secar totalmente durante as águas baixas, mas antes que isso ocorra, elevados valores de condutividade elétrica, nitrogênio Kjeldahl total (NTK) e fósforo total (PT) podem ser registrados em decorrência da ação do vento e/ou resuspensão do sedimento provocada pelo pisoteio do gado. Esses ambientes são os que apresentam as maiores oscilações temporais dos fatores limnológicos, contrariamente aos rios Paraná e Ivinheima, cujas características limnológicas são relativamente constantes durante um ciclo sazonal.

A despeito da dominância do rio Paraná na dinâmica hídrica do sistema, outros rios que chegam na planície apresentam dinâmica diferente daquela observada no rio Paraná (Comunello, 2001). Esse é o caso dos rios Baía e Ivinheima, que afetam mais diretamente as lagoas direta ou indiretamente a eles conectadas. Em decorrência, a ordenação temporal dos habitats aquáticos demonstra uma nítida segregação dos mesmos, de acordo com o rio ao qual estão conectados. Este fato ocorre mesmo em períodos de águas baixas. Dados coletados durante o Programa PELD, no ano de 2000, quando não houve pulsos de inundação, demonstram que, de fato, o rio ao qual um determinado habitat está conectado é um importante critério para a classificação limnológica dos habitats aquáticos da planície (Figura 1).

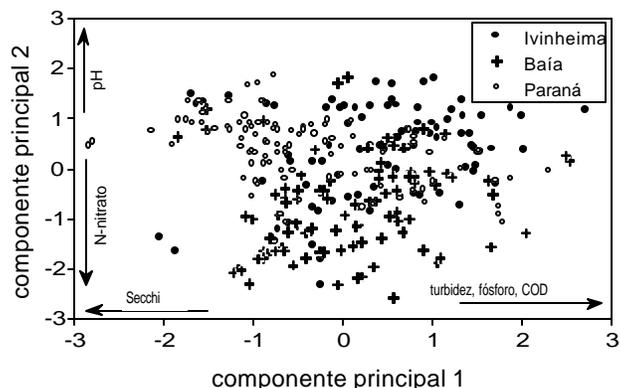


Figura 1: Ordenação de habitats (rios, canais, backwaters, lagoas temporárias e permanentes) da planície de inundação do Alto rio Paraná conectados aos diferentes rios. Uma análise de componentes principais foi realizada considerando a matriz de correlação entre as seguintes variáveis: Secchi, pH, condutividade elétrica, alcalinidade total, oxigênio dissolvido, turbidez, N-total, N-nitrato, N-amoniaco, P-total, P-orto, P-dissolvido total, clorofila-*a* e COD. As setas indicam as variáveis com maior contribuição para a formação dos eixos como indicado através dos coeficientes de estrutura (não apresenta dos).

Efeitos dos níveis de água sobre as características físicas e químicas

No rio Paraná, as águas baixas ocorrem durante os meses mais frios do ano (maio a setembro), enquanto os maiores níveis coincidem com períodos de elevadas temperaturas e maior pluviosidade. Apesar das oscilações simultâneas dessas funções de força, as variáveis limnológicas dos habitats da planície aparentemente são afetadas primordialmente pelos níveis de água. Em função da ação de funções de força locais, dificilmente pode-se definir relações determinísticas entre níveis fluviométricos e as variáveis limnológicas, mas padrões em forma de “envelopes” ou “fronteiras” (“boundaries”; ver Gotelli & Entsminger, 2000) podem ser associadas aos níveis de água.

Para as concentrações de NKT e PT, por exemplo, os maiores valores são usualmente observados durante períodos de águas baixas e início dos pulsos de inundação (Figuras 2a e 2b). Por outro lado, aparentemente os picos de cheias provocam diluição dos nutrientes nos ambientes aquáticos da planície. Isto é mais acentuado no caso do rio Paraná, cujas concentrações de nutrientes, especialmente fósforo total, são consideravelmente baixas. A grande concentração de represas a montante da área tem sido apontada como principal causa da redução das cargas de fósforo do rio Paraná (Agostinho et al., 2000). Por outro lado, os picos de nutrientes durante as águas baixas ocorrem em situações em que o vento resuspende o sedimento, enquanto picos durante o início dos pulsos de inundações decorrem da liberação de nutrientes pela decomposição de biomassa de macrófitas aquáticas e anfíbios. A decomposição também acarreta redução acentuada das concentrações de oxigênio dissolvido durante as águas altas, quando algumas lagoas permanecem praticamente anóxicas.

As concentrações de clorofila-*a* seguiram um padrão semelhante ao constatado para os macronutrientes, ou seja, os picos são usualmente registrados nas águas baixas (Figura 2c). Além de ser favorecida pelas maiores concentrações de nutrientes nesta fase do ciclo hidrológico, outros fatores como circulação diária da coluna de água, redução da turbidez e do efeito de diluição provocado pelas inundações, explicam essa tendência. A ocorrência de picos das concentrações de clorofila-*a* durante as águas baixas pode ser considerado um padrão para áreas alagáveis tropicais (Carvalho et al., 2001).

De maneira geral, os pulsos de inundação aumentam a conectividade dos ambientes da planície de inundação, o que leva os mesmos a apresentarem características mais semelhantes durante as águas altas. Esse “efeito homogeneizador” do pulso tem sido sugerido em outras planícies

(Carvalho et al., 2001), e foi demonstrado através de um enfoque multivariado aplicado às lagoas da planície do rio Paraná (Figura 2d). O efeito homogeneizador, aqui constatado para as características limnológicas físicas e químicas, tem sido encontrado também para vários grupos de organismos em outras planícies sul-americanas (Agostinho et al., 2000; Carvalho et al., 2001; Machado-Velho et al., in press). Como esse fenômeno reflete o aumento da conectividade entre os ambientes da planície, seus efeitos sobre a conservação da biodiversidade dessas áreas devem ser considerados em pesquisas futuras.

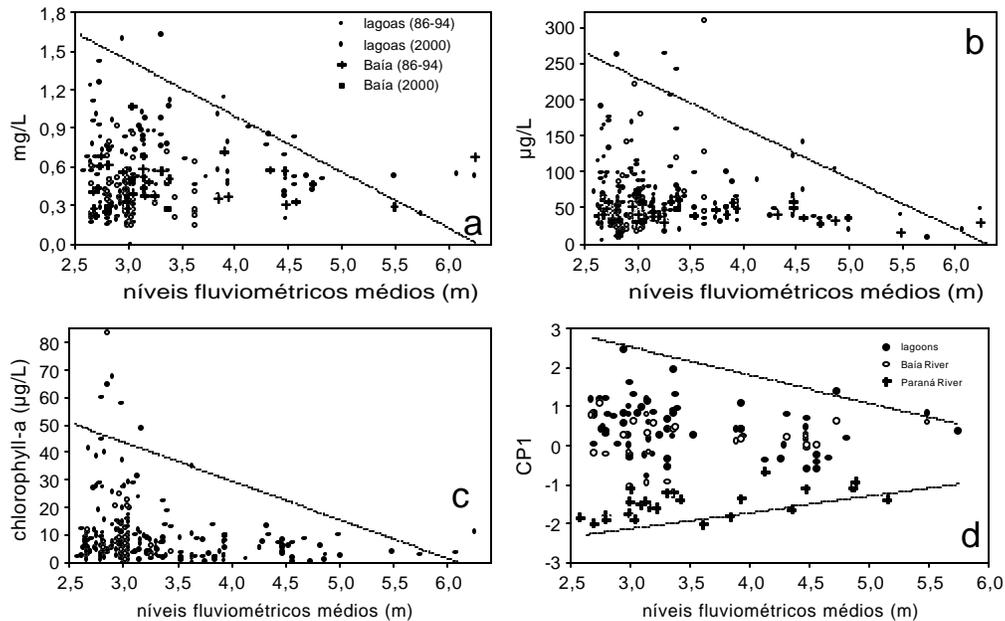


Figura 2: Relações entre os níveis fluviométricos do rio Paraná (valor médio dos 6 dias que precederam as amostragens) e as concentrações de NKT (a), PT (b) e clorofila-a (c). O número de pontos dentro dos envelopes delimitados pela linha pontilhada (triângulo esquerdo) foi significativamente maior do que se tivessem sido obtidos ao acaso, de acordo com testes que utilizaram simulações (Gotelli & Entsminger, 2000). Em (d) são relacionados os escores de uma análise de componentes principais (primeiro componente, realizada com os resultados do Secchi, pH, condutividade elétrica, alcalinidade total, nitrogênio total Kjeldahl e P-total), com os níveis hidrométricos do rio Paraná, evidenciando que os ambientes são mais distintos durante as águas baixas.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A. A. et al. Biodiversity in the High River Paraná floodplain. In: Gopal, B.; Junk, W. J.; Davis, J. A. (Ed.). Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation. Leiden: Backhuys Publishers, 2000. p. 89-118.

CARVALHO, P. et al., 2001. Comparative limnology of South American floodplain lakes and lagoons. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 23, no. 2, p. 265-273.

COMUNELLO, E.. *Dinâmica de inundação em áreas sazonalmente alagáveis na planície de inundação do alto rio Paraná*. Dissertação de mestrado apresentada junto ao PEA, UEM. (inédito). 2001.

GOTELLI, N. J.; G. L. ENTSMINGER. EcoSim: Null models software for ecology. Version 5.0. Acquired Intelligence Inc. & Kesity-Bear. <http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>. 2000.

JUNK, J. W. et al. The flood pulse concept in river floodplain systems. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, Ottawa, v. 106, p. 110-127. 1989.

MACHADO VELHO et al. Testate amoebae (Rhizopoda) diversity in plankton of the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Hydrobiologia* (in press).

NEIFF, J. J. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia*, Caracas, v. 15, n. 6., p. 424-441. 1990.