

1.2. Fatores limnológicos abióticos

*Maria do Carmo Roberto
Sidinei Magela Thomaz
Thomaz Aurélio Pagioro
Thiago Antonio Marmenthini Lopes
Natalha Fernanda Santana
Heloisa Beatriz Evangelista
André Andrian Padial
Josilaine Taeco Kobayashi
Solana Meneghel Boschilia
Roberta Becker Rodrigues
Lincon Rodrigo Lúcio*

Introdução

Os resultados obtidos há cerca de duas décadas na planície do alto rio Paraná indicam que os habitats aquáticos podem ser discriminados de acordo com os rios aos quais eles se encontram conectados. Em geral, as lagoas conectadas ao rio Paraná possuem elevadas concentrações de íons totais (refletidas pela condutividade elétrica) e de transparência da água e baixos valores de fósforo, comparativamente aos conectados ao rio Ivinheima. Diferentemente, lagoas conectadas ao rio Baía possuem baixos valores de oxigênio dissolvido e pH. Em geral, esse padrão acompanha o que ocorre nos rios principais da planície. Os principais resultados obtidos até o momento são discutidos em detalhes em Thomaz et al. (2004).

Além dos padrões espaciais, a variação temporal das características limnológicas das lagoas e dos principais rios da planície também tem sido estudada. No entanto, essa análise limita-se à variação sazonal, isto é, associada aos períodos do ciclo hidrológico. Os principais resultados indicam o importante efeito dos níveis de água e da precipitação pluviométrica sobre as características limnológicas dos corpos aquáticos deste trecho do rio Paraná (e.g., Thomaz et al., 2004 e Rocha & Thomaz, 2004). Fatores locais, tais como área das lagoas e contribuição por tributários locais, também podem ser considerados importantes na determinação dos fatores limnológicos (Carvalho et al., 2001).

Embora as análises efetuadas até o momento tenham enfatizado as variações espaciais e temporais, não houve estudos contínuos, efetuados em longos períodos de tempo, sobre os fatores limnológicos deste trecho da bacia do rio Paraná. No ano de 2005, houve uma oportunidade rara para testar-se o efeito do fenômeno El Niño sobre as características limnológicas dos corpos aquáticos da planície. Como resultado desse fenômeno, houve uma cheia histórica em janeiro de 2005, cujos resultados puderam ser analisados pela primeira vez e comparados com os resultados obtidos continuamente desde 2001.

No presente relatório, procurou-se analisar o efeito deste evento sobre as características limnológicas das lagoas e rios que vêm sendo monitorados no sítio número 6 do Programa Ecológico de Longa Duração. Além disso, a variação espacial destas características (isto é, entre os ambientes localizados nas diferentes sub-bacias) também foi abordada.

Materiais e métodos

Base de dados analisados

No presente relatório, foram analisados os resultados obtidos entre 2001 e 2005 em todos os ambientes que vêm sendo monitorados na planície de inundação do alto Paraná, ou seja: o rio Paraná e os ambientes a ele conectados (ressaco P. Veio, lagoa das Garças e lagoa Osmar); o rio Ivinheima e as lagoas a ele conectadas (Patos e Ventura); o rio Baía e as lagoas a ele conectadas (Guaraná e Fechada). As coletas de água foram obtidas na superfície, com garrafa de van Dorn e os métodos de análise seguiram a descrição contida no projeto inicial.

Foram selecionadas as variáveis que mais vêm discriminando os ambientes estudados tanto temporalmente quanto espacialmente (ver por exemplo, Thomaz et al., 2004). Além disso, procurou-se

evitar sobreposição de variáveis que indicam características semelhantes, como por exemplo turbidez e Secchi. Com base nesses critérios, foram selecionadas as seguintes variáveis abióticas: condutividade elétrica, pH, turbidez, oxigênio dissolvido, fósforo total (P-total), nitrogênio total (N-total), N-nitrato, N-amoniacoal e clorofila-a. Com os valores log-transformados dessas variáveis, foi realizada uma análise de componentes principais cujos resultados foram usados para discriminar os ambientes e o tempo. Em seguida, foi realizada uma análise temporal dos fatores que mais contribuíram para a discriminação dos ambientes.

Resultados e discussão

Os dois primeiros eixos da análise de componentes principais explicaram 51% da variabilidade dos dados. O primeiro eixo (33%) foi influenciado principalmente, e de forma positiva, pela condutividade elétrica, e de forma negativa pelas concentrações de P-total. O eixo 2 foi afetado negativamente pelo oxigênio dissolvido e N-nitrato (Figura 1).

O eixo 1 separou principalmente o rio Paraná e os ambientes a ele conectados dos demais, podendo ser interpretado como uma ordenação espacial (Figura 2a). O rio Paraná posicionou-se na porção extrema esquerda deste eixo, por apresentar os maiores valores da condutividade elétrica, baixas concentrações de P-total e reduzida turbidez. O outro extremo, com elevadas concentrações de P-total e baixos valores da condutividade, foi representada por lagoas, principalmente a lagoa Fechada, conectada indiretamente ao rio Baía.

A reduzida concentração de fósforo do rio Paraná tem sido registrada ao longo das últimas duas décadas, sendo atribuída à cadeia de reservatórios de montante, mas esse fato acentuou-se após a construção do reservatório de Porto Primavera (Thomaz et al., 2004). Igualmente, a baixa turbidez desse rio relaciona-se com a retenção de sólidos nos reservatórios de montante. Por outro lado, as lagoas conectadas aos rios Ivinheima e Baía são rasas e submetidas a fortes influências de processos locais (e.g., ressuspensão do sedimento) o que ocasiona aumento da turbidez e fósforo (Carvalho et al., 2001). Também nessas lagoas são registrados florescimentos de algas, que contribuem para a elevação da turbidez.

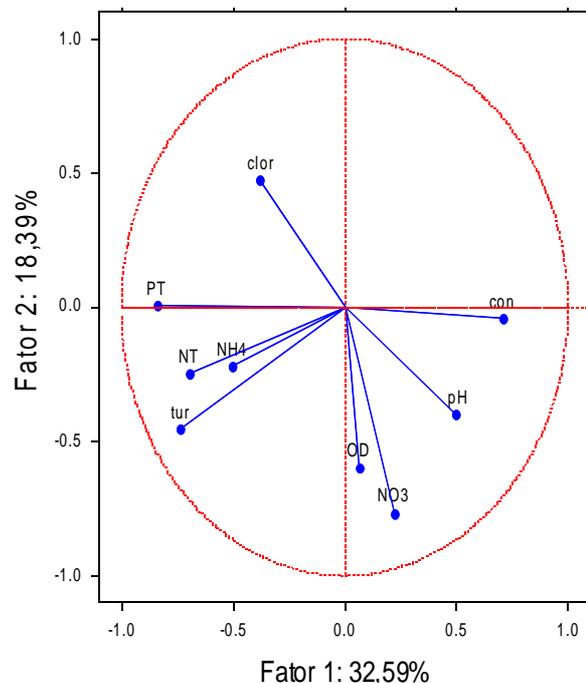


Figura 1: Estrutura de correlação das variáveis e os dois principais eixos da análise de componentes principais.

O eixo dois separou principalmente os ambientes lóticos (rios Paraná e Ivinheima), posicionados na parte inferior da figura, dos ambientes lênticos e rio Baía, posicionados na porção superior. Esse gradiente deve-se, principalmente, às maiores concentrações de oxigênio e nitrato registrados nos dois primeiros rios (Figuras 1 e 2a). Porém, deve-se ressaltar que dentre as lagoas, houve uma acentuada variação no espaço bivariado definido pelos componentes principais, o que demonstra a grande heterogeneidade desses habitats lênticos no que concerne às características limnológicas abióticas.

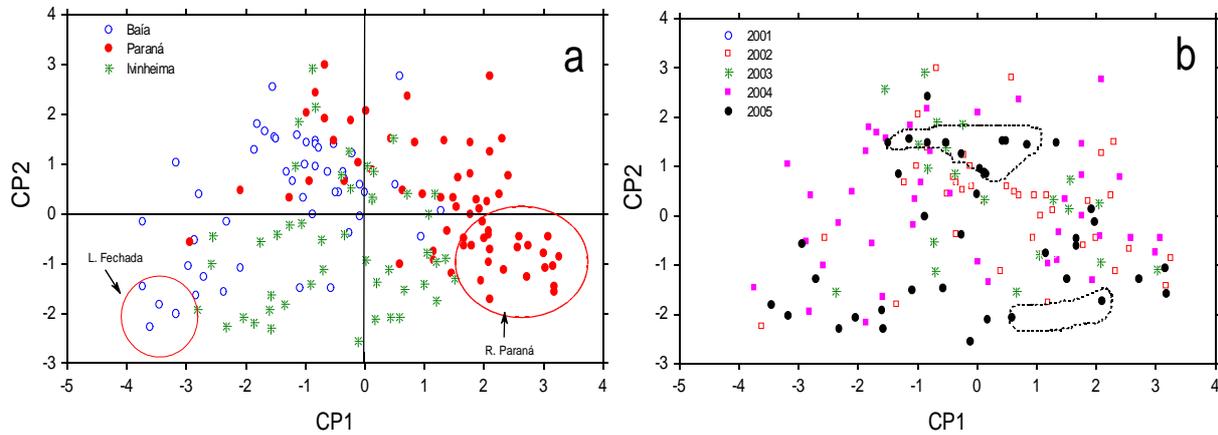


Figura 2: Ordenação espacial (a) e temporal (b) dos ambientes amostrados entre 2001 e 2005, considerando-se os dois primeiros componentes principais. Em (a) são destacados os ambientes que exibiram condições limnológicas extremas, conforme indicado pelo componente principal 1. Em (b), os pontos circundados correspondem às coletas realizadas em março de 2005, logo após a inundação histórica registrada na planície.

Uma segunda análise procurou identificar os efeitos da inundação histórica, registrada em janeiro de 2005, sobre os fatores limnológicos. Essa cheia do rio Paraná correspondeu às que são registradas em intervalos de aproximadamente 7 anos, sendo que a última que atingiu proporções semelhantes foi constatada em 1993. Utilizando-se ainda uma abordagem multivariada, na qual foram discriminados os anos de coleta, não foi possível detectar efeitos marcantes dos anos amostrados sobre os parâmetros limnológicos. Além disso, os resultados obtidos em março de 2005, portanto um mês após o recesso das águas, também não diferiram de forma marcante dos demais resultados (Figura 2b). Portanto, considerando-se o conjunto de variáveis analisadas, os habitats aquáticos selecionados aparentemente se recuperaram rapidamente do distúrbio provocado pela inundação.

Em uma análise mais detalhada procurou-se averiguar os padrões de variação temporal das variáveis limnológicas que mais influenciaram a formação dos dois primeiros componentes principais, ou seja, o P-total e condutividade elétrica (componente 1) e o oxigênio dissolvido e N-nitrato (componente 2). Quanto às concentrações de P-total, baixas concentrações foram registradas no rio Paraná (<20µg/L) e nos rios conectados (Figura 3a). As concentrações mais elevadas foram registradas nas lagoas isoladas (e.g., Fechada, conectada ao rio Baía), onde foram constatadas também as maiores concentrações de clorofila-a (dados não mostrados) e as maiores densidades de algas planctônicas. Em algumas dessas lagoas, as concentrações de P-total foram superiores a 100 µg/L, levando-as a apresentar características de ambientes hiper-eutróficos, quanto ao fósforo. Conforme já comentado, os aportes de fósforo para essas lagoas devem ocorrer por processos de resuspensão do sedimento e decomposição de macrófitas aquáticas. Os rios Ivinheima e Baía apresentaram valores intermediários de P-total, mas deve-se ressaltar que o rio Ivinheima, pelo fato de não ser represado, carrega sempre maiores concentrações de fósforo do que o rio Paraná. Assim, esse rio deve ser importante para os aportes deste elemento para a planície em questão.

Contrariamente ao que foi constatado para o fósforo, o rio Paraná apresenta elevados valores da condutividade elétrica (Figura 3b) e N-nitrato (Figura 3c). A condutividade pode ser associada aos íon bicarbonato, que se encontra sempre em maiores concentrações nesse rio. Essa associação já foi

demonstrada em trabalhos anteriores no rio Paraná e aparentemente permaneceu estável após a construção das represas. O mesmo ocorre com o N-nitrato, mas nesse caso, o decréscimo das concentrações desse íon nas lagoas da planície deve-se basicamente ao consumo pelo fitoplâncton, macrófitas e por bactérias envolvidas no ciclo do nitrogênio (e.g., bactérias amonificantes).

Para o oxigênio dissolvido, pode-se observar que em geral os ambientes são heterotróficos, pois predominam valores sub-saturados desse gás (Figura 3d). A esse respeito, embora não se tenha constatado nenhuma alteração mais acentuada no rio Paraná, valores sub-saturados foram registrados também nesse rio, fato que não ocorria na década de 80, quando o oxigênio do rio Paraná oscilava predominantemente entre 100 e 120% (Thomaz et al., 2004). As causas desse decréscimo podem ser várias, mas certamente estão relacionadas com maiores aportes de matéria orgânica para esse rio. O material em decomposição no reservatório de Porto Primavera pode estar contribuindo nesse sentido. Porém, redução das taxas fotossintéticas no calha do rio Paraná, em decorrência da oligotrofização desse rio, também pode ser considerada uma possível causa.

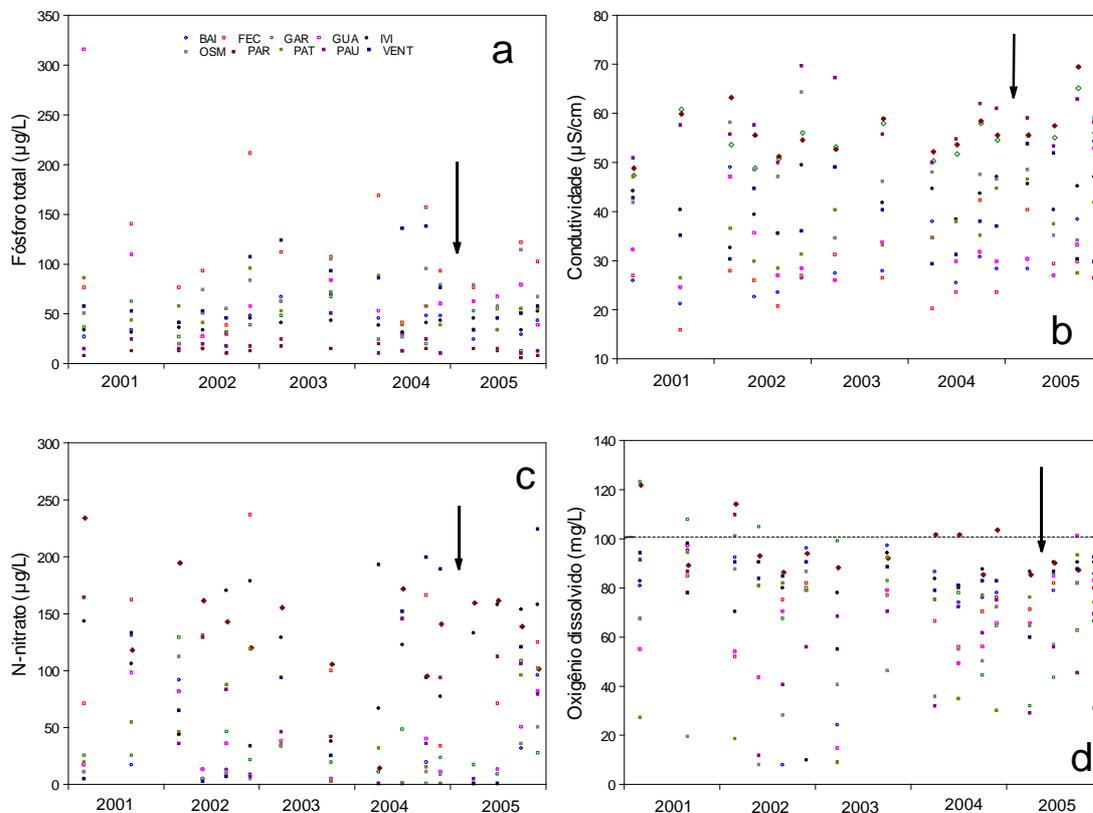


Figura 3: Variação temporal dos valores do P-total (a), condutividade elétrica (b), N-nitrato (c) e oxigênio dissolvido (d). A flecha indica a ocorrência da inundação histórica, em janeiro de 2005.

Novamente, e de forma congruente com o que foi encontrado na análise de componentes principais, não há indícios de alterações evidentes, decorrida a inundação de janeiro de 2005 (Figura 3). Assim, considerando-se também um enfoque univariado, pode-se concluir que os habitats aquáticos analisados recuperam rapidamente as características abióticas após a ocorrência do distúrbio de uma grande inundação.