

CARACTERÍSTICAS LIMNOLÓGICAS DE UMA ESTAÇÃO DE AMOSTRAGEM DO ALTO RIO PARANÁ E OUTRA DO BAIXO RIO IVINHEIMA - (PR, MS-BRASIL)

THOMAZ, S. M.*; ROBERTO, M. C.*; LANSAC TOHA, F. A.*; LIMA, A. F.*; ESTEVES, F. A.**

Resumo

O presente estudo teve como principal objetivo analisar a variação sazonal de alguns parâmetros limnológicos de uma estação de amostragem localizada no alto rio Paraná e outra no baixo rio Ivinheima. Além da precipitação pluviométrica local, obtiveram-se para ambos os rios, durante o período de jun/1987 a set/1988, resultados diários dos níveis fluviométricos e mensais da temperatura, transparência da coluna d'água, pH, condutividade elétrica, alcalinidade total, oxigênio dissolvido, P-total, N-Kjeldahl e clorofila-a. No rio Paraná, analisou-se também a variação nictemeral da temperatura e do oxigênio dissolvido. A temperatura apresentou nítida variação sazonal, constatando-se diferenças de 11,6° e 13,3° entre os meses de inverno e verão nos rios Paraná e Ivinheima, respectivamente. Os valores de pH foram predominantemente alcalinos. A condutividade elétrica, alcalinidade total, P-total e N-Kjeldahl apresentaram os maiores valores durante o período de cheia. O oxigênio dissolvido apresentou-se supersaturado em praticamente todos os meses no rio Paraná, enquanto no rio Ivinheima, este parâmetro sofreu acentuada queda no início do período de cheia. As maiores concentrações de clorofila-a e transparência da água foram constatadas durante o período de seca e início da cheia. Dentre as principais diferenças encontradas entre os rios Paraná e Ivinheima, pode-se destacar o fato desse último ter apresentado uma variação sazonal dos parâmetros analisados mais acentuada que o primeiro. Além disso, a grande carga de P-total carregada pelo rio Ivinheima e as altas concentrações de fosfato quando comparadas com lagoas de sua várzea, permitem concluir que esse rio constitui-se numa importante fonte de fósforo para as lagoas de sua várzea.

Abstract - LIMNOLOGICAL CHARACTERISTICS AT A SAMPLING STATION ON THE UPPER PARANA RIVER AND OTHER ON THE LOWER IVINHEIMA RIVER - (PR, MS - BRAZIL)

The main objective of this study was to analyse the seasonal fluctuations of some limnological factors at a sampling station on the upper Paraná River in comparison to a station on the lower Ivinheima River. As well as local precipitation, during the period June 1987 to September 1988, daily measurements of the fluviometric level and monthly results of water

* Universidade Estadual de Maringá/NUPELLA

**Universidade Federal do Rio de Janeiro/Depto de Ecologia

transparency, pH, electric all conductivity, total alkalinity, dissolved oxygen, total P, N-Kjeldahl and chlorophyll *a* were also recorded for both rivers. At the Paraná river station the daily temperature variation and dissolved oxygen were also measured. The temperature showed a clear seasonal variation, with differences of 11.6° and 13.3°C between winter and summer months in Paraná and Ivinheima rivers respectively. The water of both rivers was mainly alkaline. Electrical conductivity, total alkalinity, total p and N-Kjeldahl showed the highest values during the flood period. Dissolved oxygen contents were supersaturated in almost all the sampled months in the Paraná River, but in the Ivinheima River oxygen decreased greatly at the beginning of the flood period. The highest chlorophyll *a* and transparency values were obtained during the dry and at the beginning of flooding periods. Among the main differences recorded between the Paraná and Ivinheima Rivers, the latter showed more accentuated seasonal variations of the factors analysed. Besides, the large amount of total p exported by the Ivinheima River and the high phosphate concentrations in its waters, when compared with lakes of its varzea (flood plain), lead to the conclusion that the Ivinheima River is an important source of phosphorus for the marginal lakes.

Introdução

O rio Paraná constitui a segunda maior bacia hidrográfica da América do Sul drenando uma das áreas mais populosas do Brasil.

Além do grande aporte de efluentes industriais e agropecuários que muitos de seus afluentes recebem, pode-se caracterizar como fonte de impactos para esse ambiente a construção de barragens, que tem se acelerado especialmente nas duas últimas décadas. Dentre estas, destacam-se Jupia, Ilha Solteira e Itaipu, construídas no próprio leito do rio Paraná. Porém, em alguns trechos, este rio drena planícies que são alagadas periodicamente e que conservam algumas de suas características naturais, como é o caso da planície de inundação objeto do presente estudo, limitada pelas coordenadas 53,0 e 54,0°W e 22,5 e 23,0°S, a qual é de fundamental importância para a manutenção de inúmeras espécies de peixes encontradas na região.

Estudos de cunho limnológico têm sido realizados principalmente nos trechos médios e inferior do rio Paraná, em território argentino, podendo-se destacar aqueles de BONETTO, (1975, 1976, 1986), BONETTO & WAIS (1990) e BONETTO et alii (1983).

Com o objetivo de se analisar o comportamento sazonal das características limnológicas do alto curso do rio Paraná, realizaram-se coletas mensais em suas margens esquerda e direita, nas proximidades do município de Porto Rico (PR), durante o período de junho de 1987 a setembro de 1988. Durante o mesmo período estabeleceu-se, também, um ponto de amostragem no rio Ivinheima, um de seu afluentes da margem direita que drena o Estado de Mato Grosso do Sul. Em ambos os rios, além do comportamento do regime de cheias, foram analisados a temperatura, transparência da água, pH, condutividade elétrica, alcalinidade total, e as concentrações de oxigênio dissolvido, P-total, N-Kjeldahl e clorofila-a.

Área de estudo

A localização dos pontos de coleta nos rios Paraná e Ivinheima é mostrada na (Fig. 1). A inclusão dos pontos de coleta no trecho do alto rio Paraná segue a divisão deste rio proposta por MAACK (1981). No entanto, BONETTO (1986, 1990) inclui esta localidade no Paraná superior, sendo que o alto Paraná, segundo este autor, inicia-se nos saltos de Guaira, atualmente encobertos pelo reservatório de Itaipu.

No trecho amostrado, as duas margens do rio Paraná apresentam características distintas, sendo que a esquerda é constituída por terrenos mais elevados oriundos da formação Caiuá, enquanto a direita apresenta uma ampla planície de inundação resultante de intensa sedimentação quaternária (FERNANDEZ, 1990), onde ocorrem em grande número lagoas de várzea, canais, riachos e uma extensa zona transicional entre o ambiente aquático e o terrestre. Estes ambientes são profundamente influenciados pelo regime hidrológico do rio Paraná.

Estabeleceram-se, também, pontos de amostragem em três lagoas marginais: Guaraná e Pousada das Garças, influenciadas pelos rios Paraná e Baía, e lagoa dos Patos, ligada ao rio Ivinheima, com o objetivo de comparar as concentrações de nutrientes (N e P) desses ambientes léticos com os rios analisados.

Embora não tenha sido observada nenhuma comunicação direta do rio Paraná com esta planície durante o período considerado no presente estudo, tal situação é sugerida pelo grande número de "crevasses" que são observados no dique marginal presente na margem direita do rio, havendo, ainda, trocas indiretas entre o rio e a planície, por intermédio do lençol freático.

O rio Ivinheima drena o Estado do Mato Grosso do Sul e, em grande parte do seu percurso, escoo diretamente sobre sedimentos quaternários originados de seu próprio trabalho. Porém, antes da confluência com o rio Paraná, o rio Ivinheima percorre, paralelamente a este último, sobre os sedimentos quaternários trazidos pelo próprio rio Paraná, sendo que nesta região se encontra a estação de amostragem considerada no presente estudo (Fig. 1).

Material e métodos

Durante o período de junho de 1987 a setembro de 1988 realizaram-se coletas superficiais de água em dois pontos no rio Paraná, sendo um próximo da margem direita e outro da margem esquerda, e um ponto central do rio Ivinheima. Após a leitura do disco de Secchi e da temperatura (termistor FAC), a água coletada através de garrafa de Van Dorn foi acondicionada em frascos de polietileno e levada em caixa de isopor até a base avançada do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura (NUPELIA) da Universidade Estadual de Maringá, onde efetuaram-se as medidas de pH (pHmetro DIGIMED), condutividade elétrica (condutivímetro DIGIMED), oxigênio dissolvido (método de Winkler, modificado por GOLTERMAN et alii, 1978) e alcalinidade total (titulometria, descrito em MACKERETH et alii, 1978). Uma alíquota de cada amostra foi filtrada em filtros Whatman GF/C, que foram utilizados para a determinação das concentrações de clorofila-a (método descrito por GOLTERMAN et alii, 1978). Outra alíquota das amostras foi fixada com H_2SO_4 concentrado e utilizada para a determinação das concentrações de P-total e N-Kjeldahl (segundo MACKERETH et alii, 1978). O P-total e N-

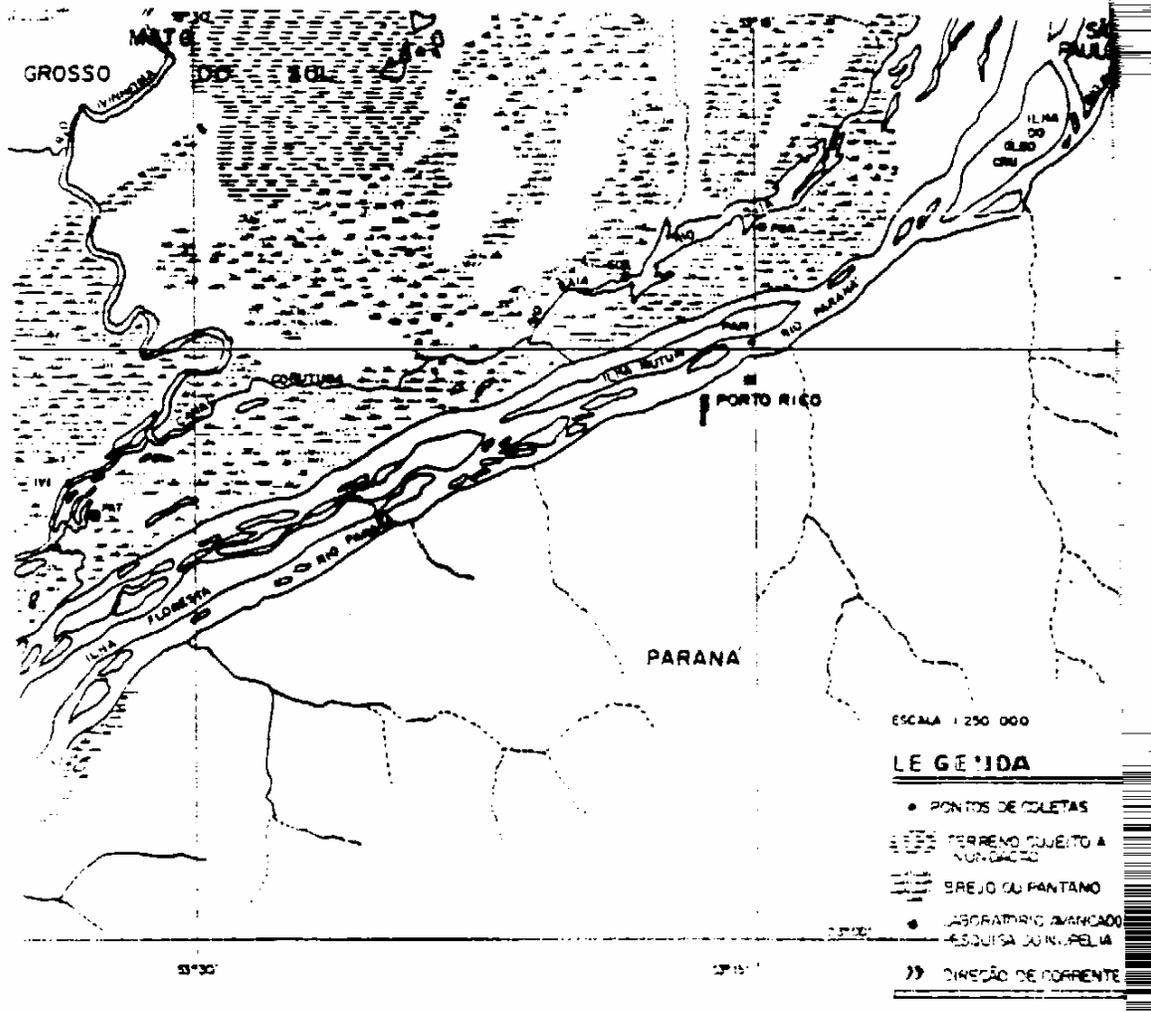


Figura 1 - Localização das estações de amostragem (PAR = Paraná; IVI = Ivinheima; PAT = Patos; GUA = Guaraná; PGA = Pousada das Garças)

Kjeldahl foram também determinados na água de três lagoas de várzea, sendo que os resultados expressos no presente trabalho correspondem aos valores médios entre a superfície, meio e fundo.

Analisou-se também a variação nictemeral da temperatura e do oxigênio dissolvido em ambas as margens do rio Paraná, nos dias 24-25/10/1987 e 28-29/02/1988.

Os resultados dos níveis fluviométricos diários, tomados no município de Porto São José (PR), para o rio Paraná, e em Porto Soneca (MS), para o rio Ivinheima, foram fornecidos pela ITAIPU BINACIONAL. Os resultados da precipitação pluviométrica, obtidos no município de Porto Rico (PR), foram fornecidos pelo DNAEE.

Resultados e discussão

As características ecológicas de vários ecossistemas aquáticos tropicais, como por exemplo os rios que possuem planícies de inundação, são influenciadas, primariamente, pelo regime hidrológico aos quais estes estão submetidos (PAYNE, 1986; JUNK et alii, 1989) e portanto, o conhecimento das variações dos níveis fluviométricos, juntamente com a precipitação, são de fundamental importância em estudos que visam entender a ecologia destes ambientes.

Durante o período do estudo, o rio Paraná apresentou uma fase que pode ser caracterizada como "cheia", que se iniciou em novembro de 1987, com a elevação de, aproximadamente 1m dos níveis fluviométricos, estendendo-se até junho de 1988. Neste período, constatou-se a predominância tanto de altos níveis fluviométricos como de elevados índices pluviométricos (Fig. 2a e b). Os períodos de "seca", com predomínio de baixos índices pluviométricos e níveis fluviométricos, ocorreram entre junho e outubro de 1987 a julho e setembro de 1988.

Este padrão de sazonalidade diferencia-se sobremaneira daquele observado no rio Amazonas, onde ocorre grande simetria quando se consideram a elevação e a queda dos níveis fluviométricos (RAI & HILL, 1982) e, desta maneira, a delimitação das fases de enchente e vazante é menos clara no rio Paraná.

A análise dos valores médios dos níveis fluviométricos do rio Paraná, obtidos em anos anteriores, confirma a sazonalidade das cheias, que ocorrem entre os meses de novembro-dezembro e maio-junho do ano subsequente (Fig. 2c).

Considerando-se a amplitude das cheias, podem-se constatar acentuadas variações quando se comparam diferentes anos, sendo que durante as grandes enchentes, como as de 1966, 1983 (Fig. 2c) e 1990, o rio ultrapassou o dique marginal, transformando toda sua várzea num amplo ambiente lótico. A ocorrência de grandes enchentes, que se superpõem ao ciclo sazonal, foi também constatada por BONETTO (1986) no trecho argentino do rio Paraná e, é comum, também, em outros rios como o Amazonas (SIOLI, 1984) e Paraguai (CARVALHO, 1986).

A possível influência do controle da vazão dos reservatórios também se faz sentir sobre os níveis fluviométricos, que sofrem bruscas oscilações, especialmente durante o período de seca. Ao controle de vazão pode ainda ser atribuída a ausência de um período de cheia como o que foi registrado por BONETTO (1986) para os trechos médio e inferior. Os efeitos destas alterações sobre alguns parâmetros físicos e químicos de lagoas de várzea do rio Paraná foram registrados por THOMAZ (1991), sobre a comunidade zooplânctônica por LANSAC TÔHA et alii (no prelo), sobre a comunidade íctica por BENEDITO-CECILIO et alii (em prep.) e sobre a comunidade bentônica por TAKEDA et alii (no prelo).

O rio Ivinheima apresentou padrão semelhante ao rio Paraná no que diz respeito aos períodos de cheia e seca (Fig. 2d), sendo que o pico da cheia neste rio ocorreu em novembro de 1987, enquanto que no rio Paraná, em março de 1988.

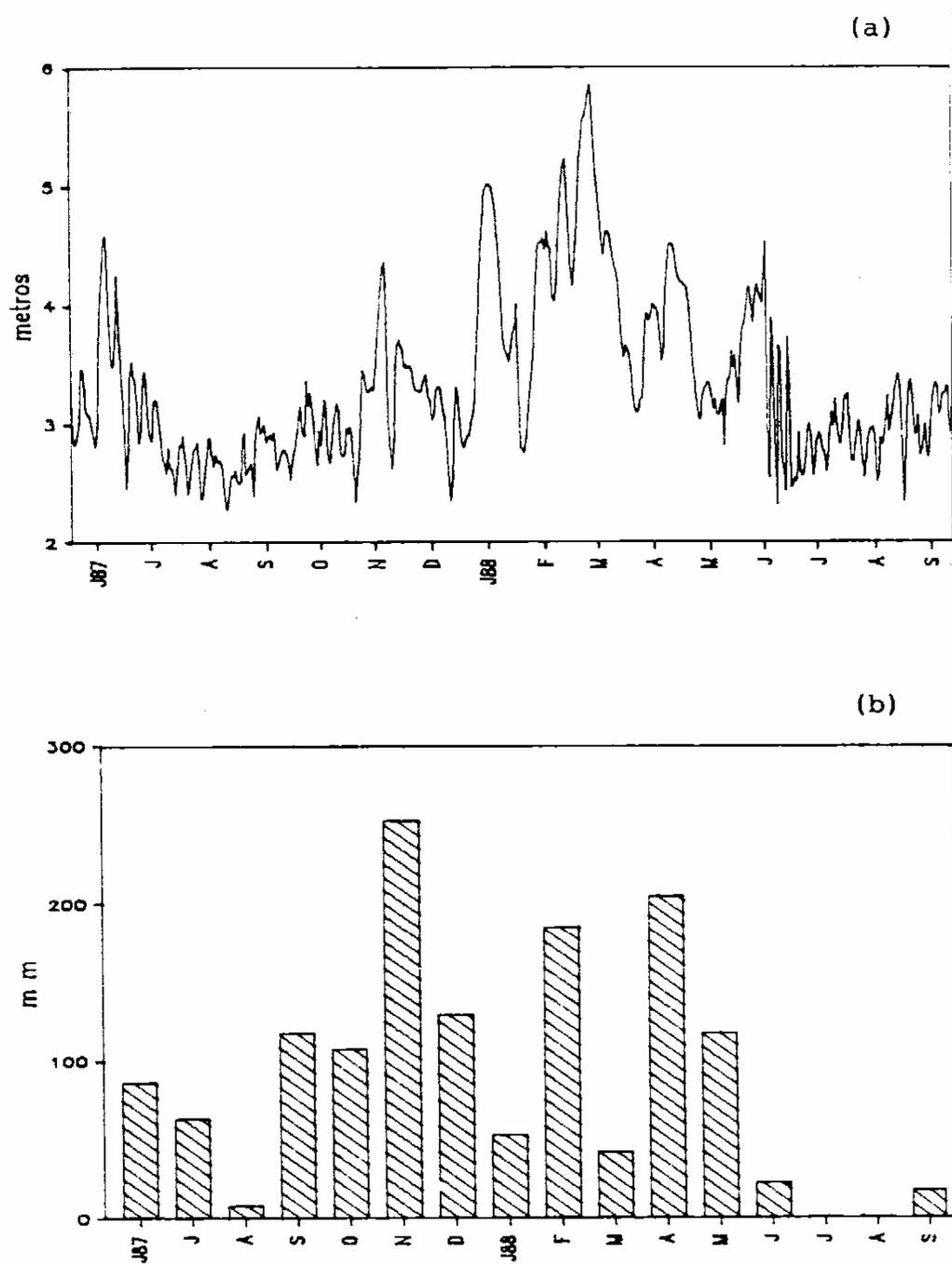


Figura 2 - (a) níveis fluviométricos diários registrados no rio Paraná, entre junho de 1987 e setembro de 1988, no município de Porto São José-PR; (b) índices pluviométricos obtidos em Porto Rico-PR.

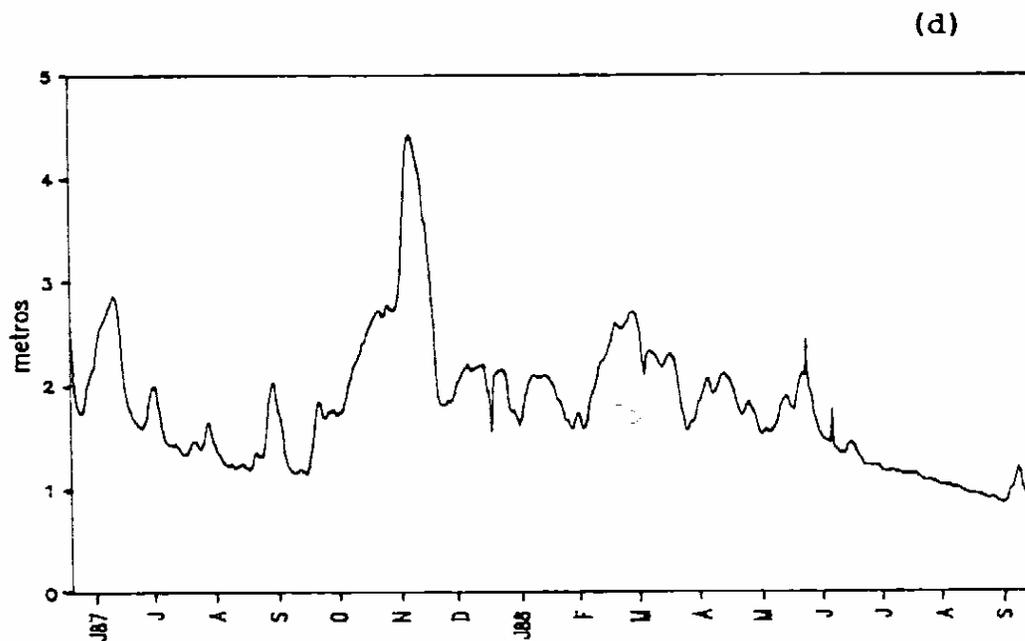
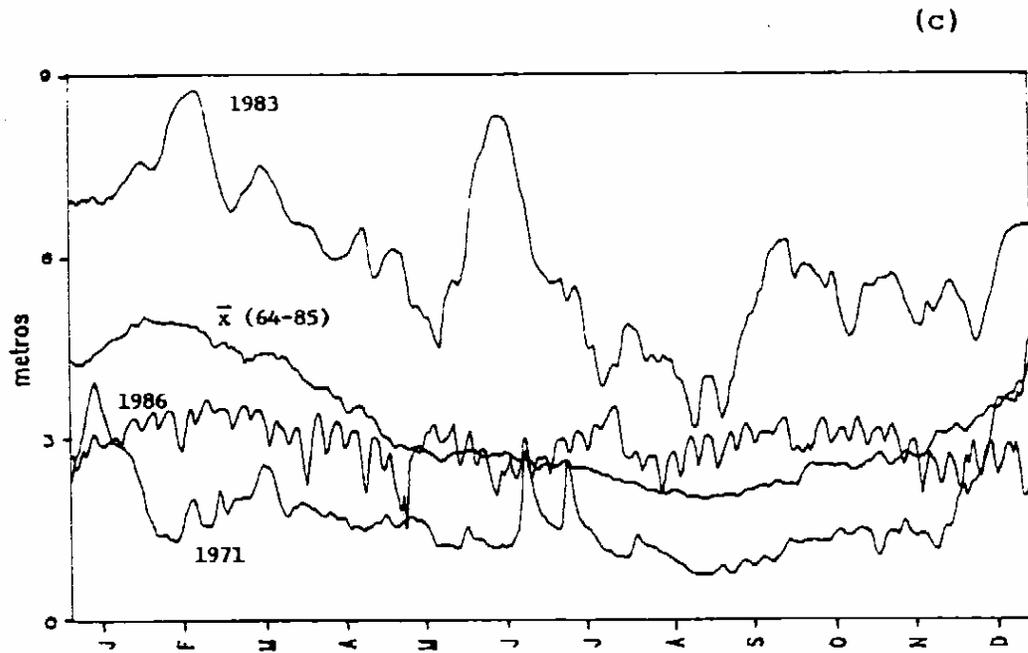


Figura 2 - (continuação): (c) níveis fluviométricos diários registrados no rio Paraná em 1971, 1983, 1986 e valores médios obtidos entre os anos de 1964 e 1985; (d) níveis fluviométricos diários registrados no rio Ivinheima, entre junho de 1987 e setembro de 1988, no município de Porto Sumeca (MS).

Os valores de transparência variaram de 0,35 a 2,15 metros no rio Paraná e de 0,15 a 1,55 metros no rio Ivinheima (Fig. 3a). Observaram-se diferenças consideráveis entre as margens direita e esquerda do rio Paraná, principalmente durante o período de seca. Assim, em agosto de 1988 a margem esquerda apresentou valor de 0,95 metros, enquanto a margem direita um valor de 2,15 metros, sendo esta diferença atribuída provavelmente, à entrada do rio Paranapanema cerca de 30km acima do ponto de coleta.

Tanto no rio Paraná como no rio Ivinheima, houve uma redução da transparência com a elevação dos níveis fluviométricos e dos índices pluviométricos, registrando-se os maiores valores durante o período de seca, isto é, de junho a setembro para ambos os anos estudados. Relação inversa entre transparência da coluna d'água e os níveis hidrométricos foi também registrada no rio Amazonas (SCHIMIDT, 1972), rio Mogi Guaçu (MAIER et alii, 1978) e rio Uruguai (DI PERSIA & NEIFF, 1986).

A Fig. 3b mostra a variação mensal da temperatura da água nas margens direita e esquerda do rio Paraná e no rio Ivinheima. Este fator apresentou nítida variação sazonal, sendo que diferenças de 11,6°C e 13,3°C foram obtidas entre os meses de inverno e verão nos rios Paraná e Ivinheima, respectivamente. Entre as duas margens do rio Paraná, diferenças de até 2,2°C foram obtidas.

As curvas diárias de temperatura do rio Paraná evidenciam que a variação deste parâmetro ao longo de 24 horas foi mais acentuada em 24-25/10/1987, quando se obteve uma amplitude diária de 3,2°C (Fig. 3c) do que em 28-29/02/1988 (Fig. 3d), quando a temperatura permaneceu praticamente constante ao longo do dia. Nesta mesma época, THOMAZ (1991) observou amplitudes diárias de temperatura superiores a 5°C na superfície de lagoas marginais da planície de inundação do rio Paraná.

Os valores de pH do rio Paraná variaram entre 7,4 a 7,9 e do rio Ivinheima entre 6,7 e 7,7 (Fig. 4a). Estes valores podem ser considerados relativamente constantes quando comparados àqueles obtidos em lagoas marginais, onde opH variou de 5,1 a 9,5 no mesmo período (THOMAZ, 1991). Os valores alcalinos e relativamente constantes obtidos nos ambientes lóticos podem ser atribuídos à maior capacidade de tamponamento de ambos os rios, expressa pela alcalinidade total, que apresentou valores médios anuais de 0,455 e 0,489 mEq/l dos rios Paraná e Ivinheima, respectivamente, enquanto nas lagoas marginais foram inferiores a 0,297 mEq/l

Os valores de condutividade elétrica oscilaram entre 48 e 72 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no rio Paraná e entre 24 e 55 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no rio Ivinheima (Fig. 4b), sendo que no primeiro os maiores valores foram obtidos na margem esquerda. Estes valores são próximos àqueles obtidos por SCHIMIDT (1972) para o rio Solimões (45 a 84 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e por BONETTO (1976) para o rio Paraná, nas imediações de Itati (Argentina) - 31,1 a 72,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Tanto o rio Paraná como o rio Ivinheima apresentaram os maiores valores de condutividade elétrica durante o período de cheia (fevereiro no primeiro e novembro no último), sendo que no rio Ivinheima, a variação sazonal foi mais acentuada. No rio Amazonas, (SCHIMIDT, 1972) obteve os maiores valores deste parâmetro no início do período de cheia.

Os valores de condutividade podem ser considerados baixos quando comparados com rios de região temperada, sendo este fato comum para a maioria dos rios tropicais, que têm como principal característica a baixa concentração salina (BONETTO, 1986).

A alcalinidade total apresentou valores que oscilaram entre 0,270 e 0,541 mEq/l no rio Paraná e entre 0,220 e 0,493 mEq/l no rio Ivinheima (Fig. 4c). A variação sazonal deste fator foi semelhante àquela observada para a condutividade elétrica, ou seja, os valores mais elevados foram obtidos nos meses de cheia.

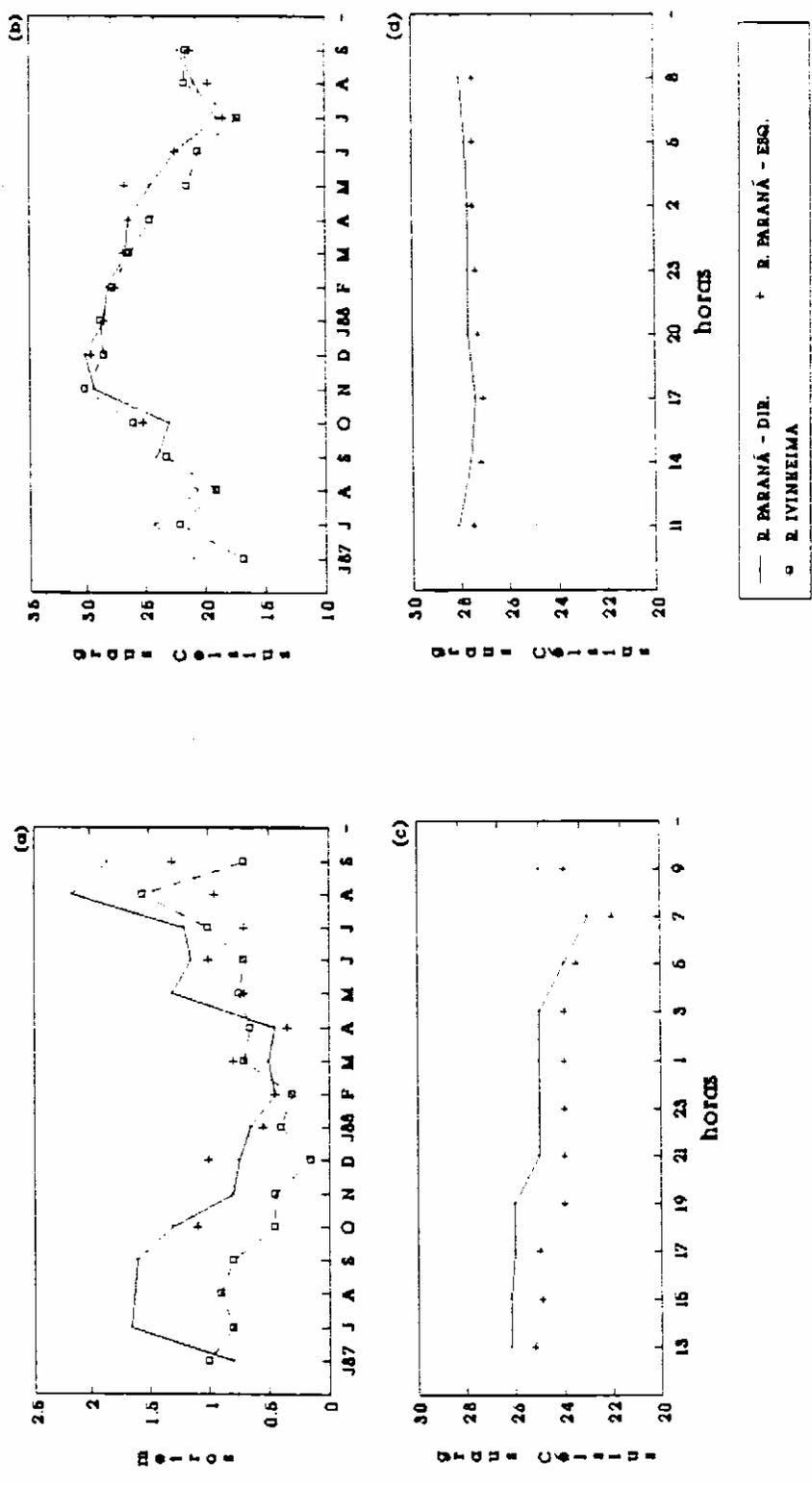


Figura 3 - Variação sazonal da transparência da coluna d'água (a) e da temperatura das margens direita e esquerda do rio Paraná e de um ponto central do rio Ivinheima (b); variação nictemeral da temperatura obtida em 24 - 25/10/87 (c) e 28 - 29/02/88 (d) nas duas margens do rio Paraná.

As concentrações do oxigênio dissolvido foram relativamente constantes no rio Paraná, predominando valores acima da saturação (98,2 a 121,1%) - Fig. 5a. No trecho do rio Paraná, compreendido entre a confluência do rio Iguaçu e a cidade de Buenos Aires, BONETTO (1986) registrou valores entre 87 a 109% de saturação.

Os resultados obtidos para o oxigênio, ao longo das 24 horas nos dias 24-25/10/1987 e 28-29/02/1988, em ambas as margens do rio Paraná, estão expressos na Fig. 5b e c. Constatou-se que a variação nictemeral das concentrações de oxigênio dissolvido foi mais acentuada em outubro de 1987 do que em fevereiro de 1988, o que pode ser explicada pela maior transparência da coluna d'água no primeiro mês, possibilitando, assim, condições mais favoráveis para o processo fotossintético. No médio rio Paraná, BONETTO (1976) registrou valores entre 76 e 79% de saturação do oxigênio dissolvido ao longo de um ciclo nictemeral. Em trechos localizados no curso médio de ambientes lóticos, a variação diária do oxigênio dissolvido por ser ainda mais acentuada, como é o caso do rio Maquiné (RS), onde SCHAFFER (1985) obteve uma diferença de 2,4 mg/l durante um ciclo diário.

No rio Ivinheima o maior valor de saturação do oxigênio dissolvido foi de 120,3%, observado em janeiro de 1988, apresentando, no entanto, uma queda significativa no mês de novembro de 1987 (55,7% de saturação) - Fig. 5a. Neste mês, os níveis fluviométricos e os índices pluviométricos foram os mais elevados do período, o que sugere a ocorrência de uma grande entrada de material alóctone, cuja decomposição reduz as concentrações de oxigênio dissolvido. Além disso, a pequena transparência da coluna d'água constatada neste período deve ter afetado diretamente o processo fotossintético.

As concentrações de P-total do rio Paraná variaram entre 6,7 e 53,6 $\mu\text{g/l}$, enquanto o rio Ivinheima apresentou valores entre 27,8 e 132,3 $\mu\text{g/l}$ (Fig. 6a). Para o rio Amazonas, SCHIMIDT (1972) obteve valores consideravelmente superiores àqueles do rio Paraná: 26 a 136 $\mu\text{g/l}$. Embora as concentrações de fósforo estejam predominantemente associadas à geologia da bacia de drenagem (ESTEVES, 1988), a comparação dos rios Paraná e Amazonas sugere que o primeiro é pouco afetado pela pressão demográfica à qual está submetida, visto que a concentração de P-total de um ambiente aquático pode ser utilizada como uma das maneiras de se avaliar a ação antrópica. Esta avaliação baseia-se no princípio de que dentre as fontes de fósforo para os ambientes aquáticos, destacam-se aquelas de origem antropogênica derivadas da agricultura, excretos humanos e detergentes (GOLTERMAN, 1975). Este fato assume relevância se levarmos em consideração que muitos dos afluentes do rio Paraná drenam regiões com elevada densidade demográfica e atividade agrícola, bem como regiões industriais, como é o caso do rio Tietê. O fato de o rio Paraná ser pouco afetado pela pressão demográfica à qual está submetido foi reconhecido por BONETTO (1986). Este autor salienta que a diluição das águas deste rio associada à grande capacidade de autodepuração minimizam os problemas oriundos da poluição.

As maiores concentrações de P-total foram obtidas no período de cheia (fevereiro no rio Paraná e em novembro no rio Ivinheima), sendo que neste último ambiente a variação sazonal foi mais acentuada, apresentando relação direta com os níveis fluviométricos ($r = 0,62$; $p < 0,02$). Segundo ELDER (1975), o regime hidrológico deve apresentar maior influência sobre o transporte do fósforo do que sobre o de nitrogênio em ecossistemas lóticos, visto que o primeiro elemento encontra-se em sua maior proporção como material particulado. No presente estudo, a relação entre o material particulado e o fósforo é indicada pela correlação negativa obtida entre as concentrações de P-total e a transparência do Ivinheima ($r = -0,73$; $p < 0,02$).

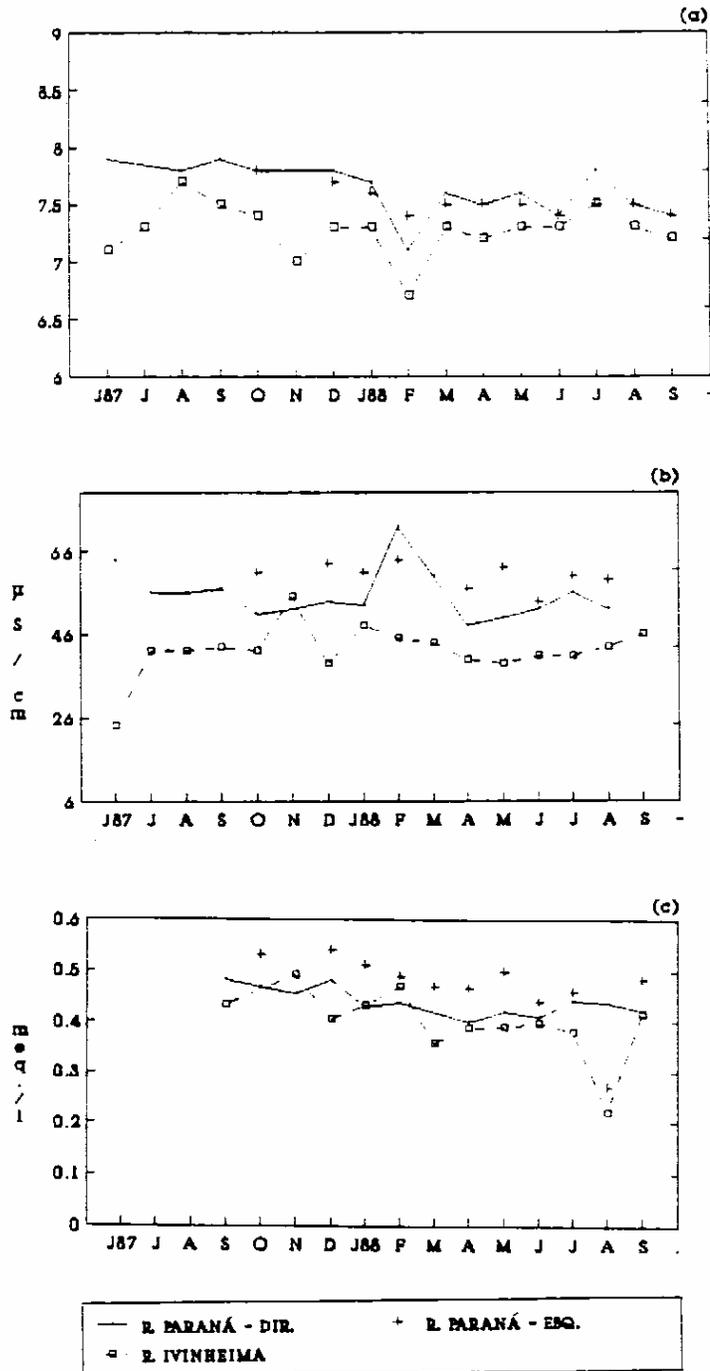


Figura 4 - Variação sazonal dos valores de: (a) pH (b) condutividade elétrica e (c) alcalinidade total, das margens direita e esquerda do rio Paraná e de um ponto central no rio Ivinheima.

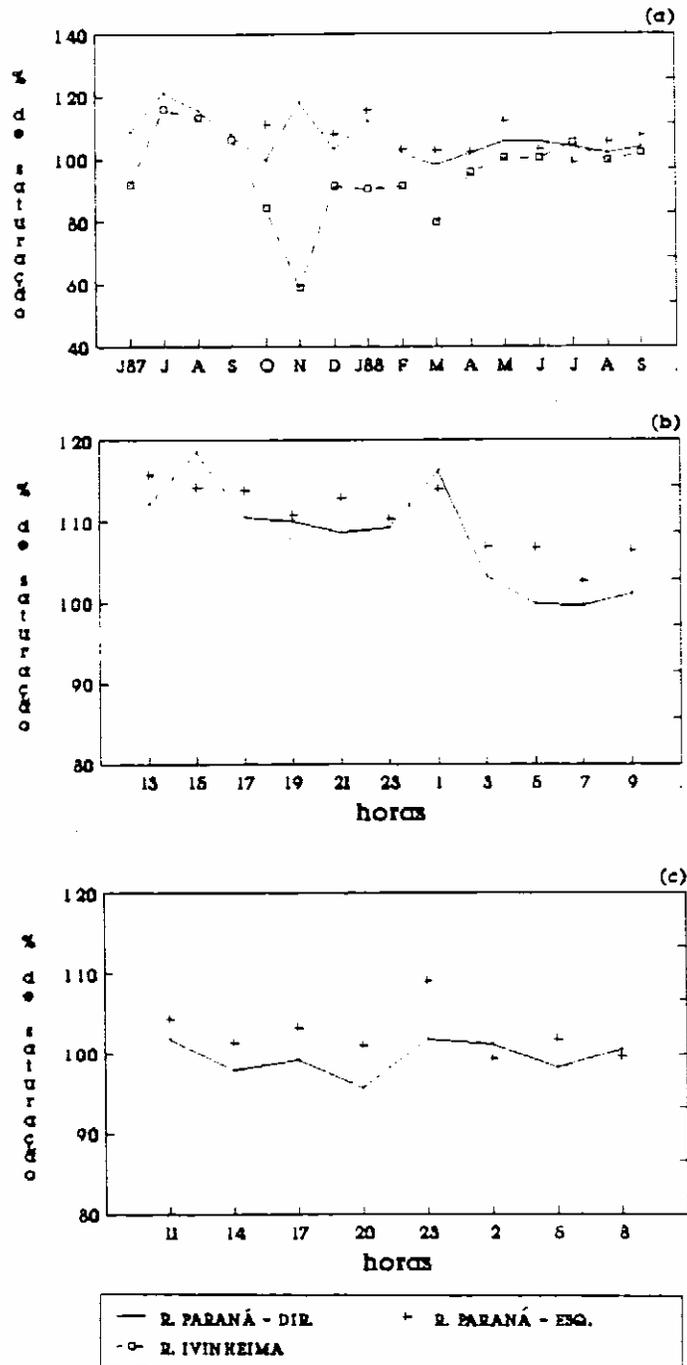


Figura 5 - (a) variação sazonal do oxigênio dissolvido das margens direita e esquerda do rio Paraná e um ponto central do rio Ivinheima; variação nictemeral do oxigênio dissolvido obtida no rio Paraná em: (b) 24-25/10/1987 e (c) 28-29/02/1988.

A alta concentração de P-total observada no rio Ivinheima durante o período de cheia, quando este rio invade sua várzea, aliada ao fato deste rio apresentar maiores concentrações de P-total do que a lagoa dos Patos, uma lagoa de sua várzea (Fig. 6b), indicam que o mesmo constitui-se numa importante fonte de fósforo para as lagoas marginais. O importante papel que os rios de planície de inundação desempenham na fertilização de lagoas marginais foi demonstrado para os rios Solimões (FISHER, 1978), Orinoco (HAMILTON & LEWIS Jr., 1987) e para o próprio Paraná (BONETTO, 1976).

No entanto, no trecho estudado da bacia do rio Paraná, deve-se considerar que as lagoas de várzea por ele influenciadas apresentaram, durante o período amostrado, maiores concentrações de fósforo que o rio (Fig. 6c). Este fato sugere, que durante o período de cheia, este último representa um fator diluidor das lagoas de sua várzea.

As altas concentrações de P-total obtidas no rio Ivinheima, quando comparadas às do rio Paraná, refletiram-se também no transporte de P-total em relação à área da bacia de drenagem: 14kg P-total/km²/ano para o rio Paraná e 26kg de P-total/km²/ano para o rio Ivinheima. PEDROZO et alii (1988) registraram para os rios Paraguai e Paraná valores de 17 e 28kg P-total/km²/ano, respectivamente. Estes autores constataram a redução das concentrações de P-total do rio Paraná, quando compararam seus resultados àqueles obtidos por outros pesquisadores em anos anteriores, atribuindo esta redução à presença de represas. Estas últimas transformaram os rios em ambientes lênticos propiciando, assim, condições favoráveis para a precipitação de fósforo, como foi sugerido por TUNDISI et alii (1988) para a represa de Barra Bonita (rio Tietê-SP). As perdas de fósforo para o sedimento podem se dar pela precipitação de material detritico, fosfato cálcico ou férrico, fosfato adsorvido à partículas de areia, argila, etc. (GOLTERMANN, 1975).

Porém, deve-se considerar que a influência das barragens constituem-se em apenas um dentre inúmeros fatores que determinam o transporte de nutrientes por ambientes lóticos, podendo-se destacar dentre estes, a geologia da bacia de drenagem e sua cobertura vegetal (PAYNE, 1986).

A carga anual de P-total transportada por estes rios foi estimada em $9,427 \times 10^3$ ton. P-total/ano para o rio Paraná e de $0,810 \times 10^3$ ton. P-total/ano para o rio Ivinheima. Embora o rio Paraná tenha apresentado uma carga de P-total onze vezes maior que aquela do rio Ivinheima, deve-se ressaltar que este último apresenta uma descarga de água vinte e oito vezes menor que o primeiro.

As concentrações de N-Kjeldahl variaram entre 0,168 e 0,518 mg/l no rio Paraná e entre 0,098 e 0,697 mg/l no rio Ivinheima (Fig. 7a), sendo que, em ambos os rios, os maiores valores foram observados durante o período de cheia. Estes resultados aproximam-se daqueles obtidos por SCHIMIDT (1972) no rio Amazonas (0,33 a 0,77 mg/l).

As baixas concentrações de N-Kjeldahl dos ambientes lóticos, quando comparadas às dos ambientes lênticos de suas várzeas (Fig. 7b e c), indicam o importante papel de acumuladores de nutrientes destes últimos, como foi sugerido por BONETTO (1976) e HAMILTON & LEWIS Jr. (1987). Nas lagoas marginais, os nutrientes são submetidos a processos internos de reciclagem (HAMILTON & LEWIS Jr., op. cit.: JUNK et alii, 1989) e, conseqüentemente, estes ambientes constituem-se em locais propícios para que ocorram altas taxas de produtividade primária das comunidades fitoplânctônicas, perifíticas e de macrófitas aquáticas (RAI & HILL, 1984).

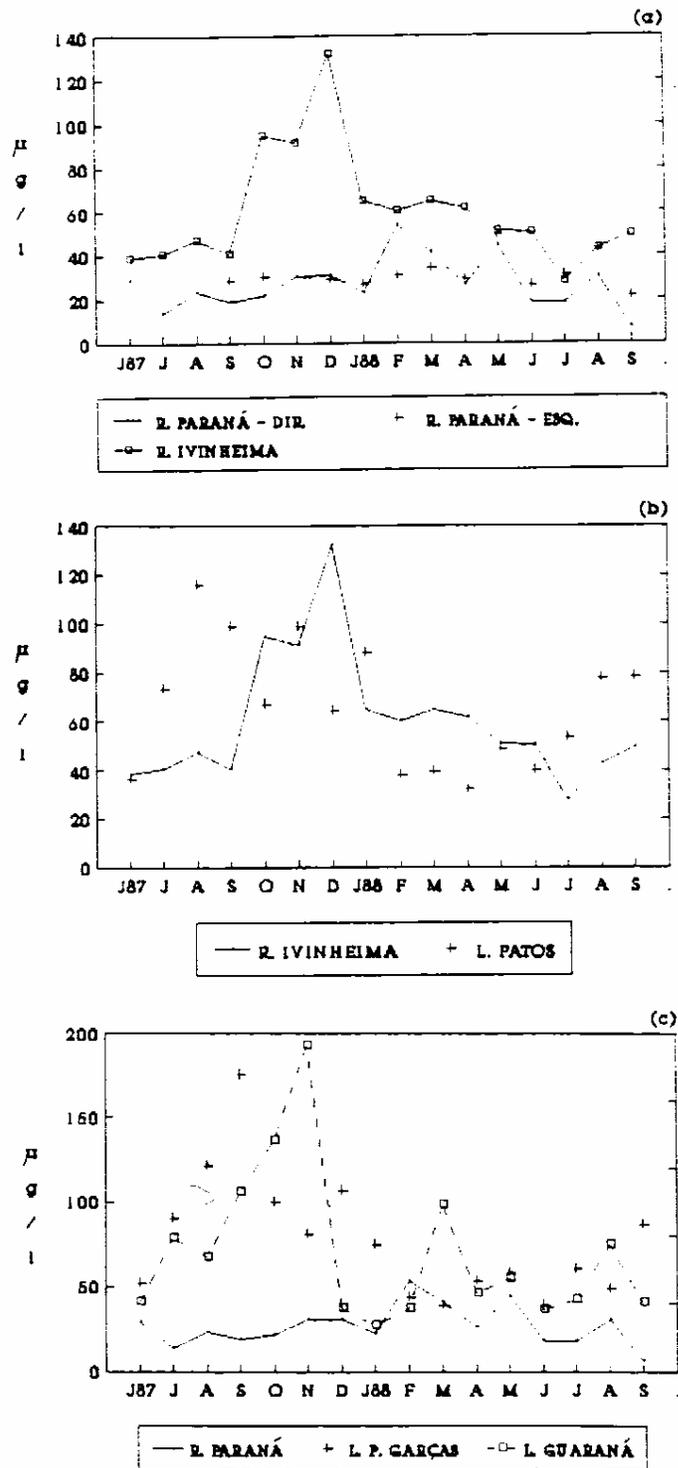


Figura 6 - Variação sazonal das concentrações de P-total: (a) margens direita e esquerda do rio Paraná e um ponto central do rio Ivinheima; (b) rio Ivinheima e lagoa dos Patos; (c) rio Paraná e lagoas Pousadas das Garças e Guaraná.

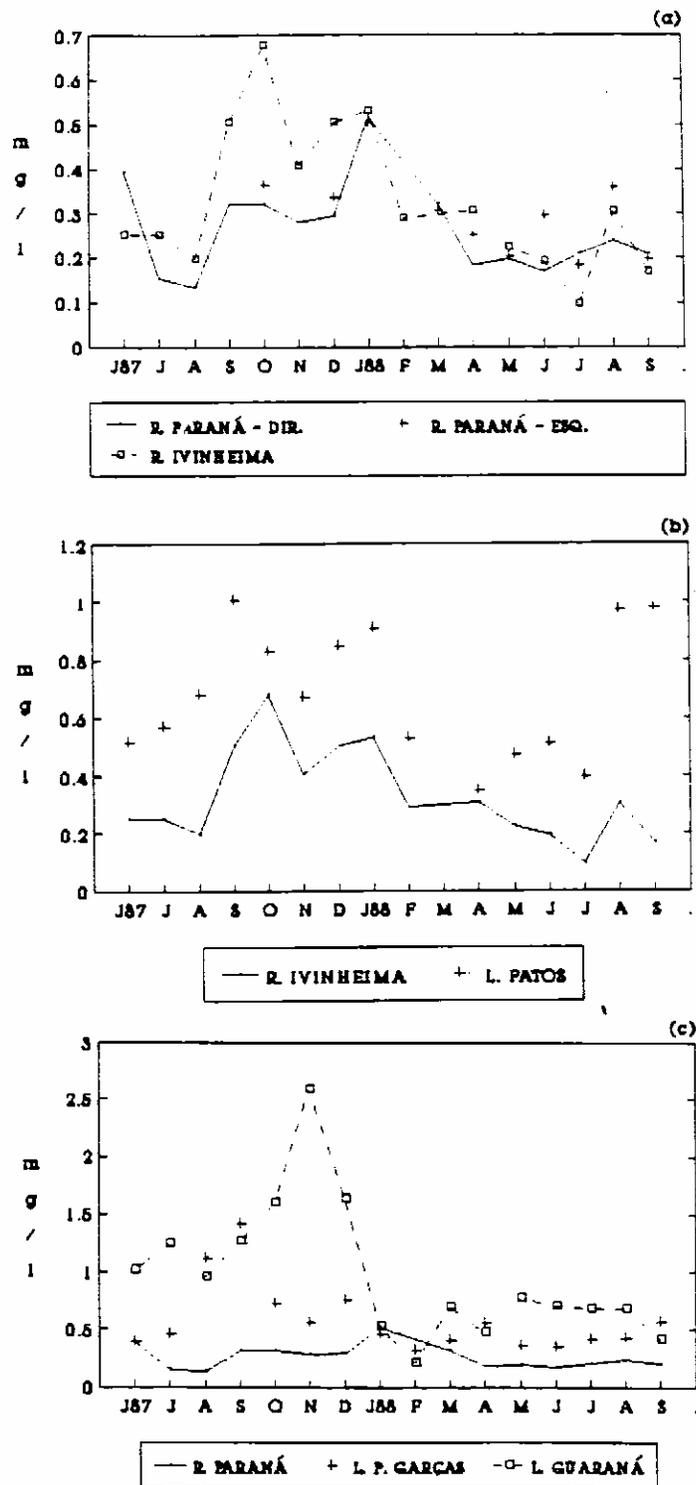


Figura 7 - Variação sazonal das concentrações de N-kjeldahl: (a) margens direita e esquerda do rio Paraná e um ponto central do rio Ivinheima; (b) rio Ivinheima e lagoa dos Patos; (c) rio Paraná - lagoas Pousada das Garças e Guaraná.

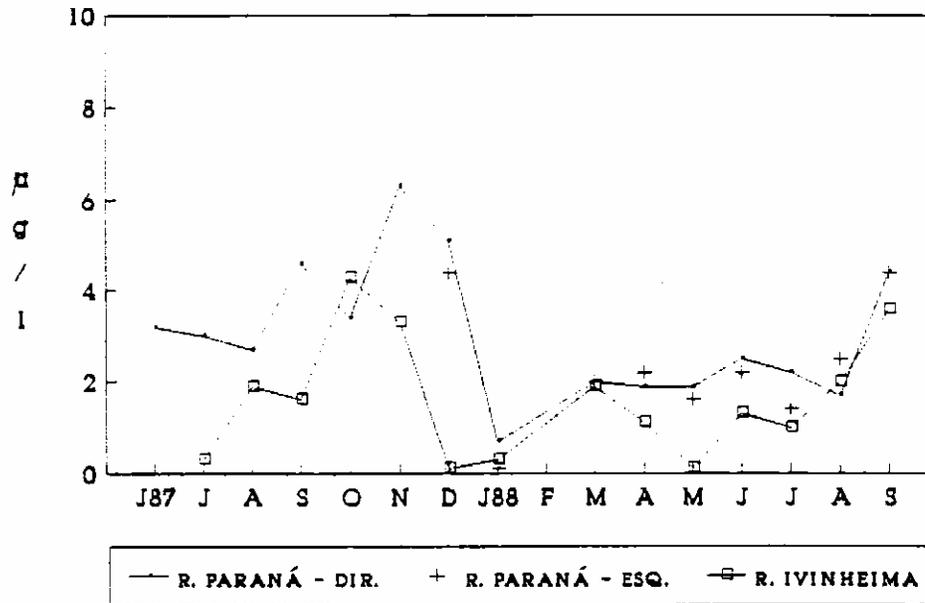


Figura 8 - Variação sazonal das concentrações de clorofila *a* das margens direita e esquerda do rio Paraná e de um ponto central do rio Ivinheima.

O transporte de N-Kjeldahl pelos ambientes lóticos aqui pesquisados resultou num valor vinte e três vezes maior no rio Paraná ($11,071 \times 10^4$ ton./ano) do que no rio Ivinheima ($0,487 \times 10^4$ ton./ano). Porém, quando se considera o transporte por área de bacia de drenagem estes valores se aproximam: $134 \text{ kg N-Kjeldahl/km}^2/\text{ano}$ para o primeiro e $136 \text{ kg N-Kjeldahl/km}^2/\text{ano}$ para o último.

Estes resultados são relativamente baixos quando comparados àqueles apresentados por SALATTI et alii (1982), que obtiveram para o rio Amazonas valores entre 400 e 600 kg N-total/ km^2/ano (segundo estes autores, 90% do N-total foi constituído pelo N-orgânico).

As concentrações de clorofila-a variaram entre 0,1 e 6,3 $\mu\text{g/l}$ no rio Paraná e entre 0,1 e 4,3 $\mu\text{g/l}$ no rio Ivinheima (Fig. 8). Estes resultados são consideravelmente baixos quando comparados às lagoas de várzea de ambos os rios, onde as concentrações de clorofila-a oscilaram entre 0,4 e 62,6 $\mu\text{g/l}$ durante o mesmo período (THOMAZ, 1991).

A variação sazonal deste parâmetro, observada em ambos os rios, resultou em valores mais elevados durante o período de seca, quando se constataram os maiores valores de transparência da coluna d'água e as menores descargas nos dois rios analisados, evidenciadas pela predominância de baixos níveis fluviométricos. A importância da descarga do rio sobre a determinação da biomassa fitoplanctônica foi sugerida por BONETTO et alii (1983) que registraram, durante os meses de estiagem no rio Paraná (Argentina), as maiores concentrações de células fitoplanctônicas, avaliadas no presente estudo pelas concentrações de clorofila-a.

Deve-se ressaltar, no entanto, que todos os fatores limnológicos considerados neste trabalho devem sofrer alterações sazonais diferenciadas daquelas aqui constatadas em função da variação do regime hidrológico. Além disso, a sazonalidade dos fatores limnológicos, bem como do próprio regime hidrológico do rio Paraná, que é fundamental para a manutenção da estrutura e funcionamento de sua planície de inundação, poderão ser substancialmente alterados com a construção da UHI Porto Primavera, visto que esta barragem encontra-se alguns quilômetros acima da área considerada no presente estudo.

Referências bibliográficas

- BENEDITO CECÍLIO, E.; MENDES, V. P.; GOMES, L. C.; AGOSTINHO, A. A.; NAKATANI, K. Influência das cheias sobre as condições nutricionais e distribuição de comprimento do curimba *Prochilodus scrofa* (Osteichthyes, Prochilodontidae) em uma planície de inundação do rio Paraná. (em preparação).
- BONETTO, A. A. (1975). Hydrologic regime of the Parana River and its influence on ecosystems. In: A. D. Hasler (ed.). Coupling of Land and Water Systems. New York. Springer Verlag. p.175-197.
- (1976). Calidad de las aguas del rio Paraná: Introducción a su estudio ecológico. Argentina. INCYTH-ONU. 202p.
- (1986). The Paraná River system. In: Davies, B. R. & Walker, K. F. eds. The Ecology of River Systems. The Hague, W. Junk. p. 541-555.
- & WAIS, I. R. (1990). The Parana river in the framework of modern paradigms of fluvial systems. Acta Limnol. Brasil. 3:139-172.
- BONETTO, C. A.; ZALOCAR DE DOMITROVIC, Y.; VALLEJOS, E. R. (1983). Fitoplancton Y Produccion Primaria del Rio altoParaná (Argentina). Physis, Buenos Aires, Secc. B. 41:81-93.
- CARVALHO, N. O. (1986). Hidrologia da bacia do alto Paraguai. In: Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio Econômicos do Pantanal, 1, Corumbá, 1984. Anais. Corumbá, EMBRAPA.
- DI PERSIA, D. H. & NEIFF, J. J. (1986). The Uruguay River system. In: Davies, B. R. & Walker, K. F. eds. The Ecology of River Systems. The Hague. W. Junk. p. 599-621.
- ELDER, J. F. (1985). Nitrogen and Phosphorus Speciation and Flux in a Large Florida River Wetland System. Water Res. Research, 21:724-732.
- ESTEVES, F. A. (1988). Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro, Interciência/FINEP. 575 p.
- FERNANDEZ, O. V. Q. (1990). Mudanças do canal fluvial do rio Paraná na escala histórica e processos de erosão marginal associada: região de Porto Rico, Pr. Rio Claro, UNESP. 96 p. (Dissertação de Mestrado).
- FISHER, R. T. (1978). Plâncton e produção primária em sistemas aquáticos da bacia da

- Amazônia Central. Supl. Acta Amazônica 8:43-54.
- GOLTERMAN, H. L. (1975). *Physiological limnology*. Amsterdam. Elsevier. 489p.
- ; CLYMO, R. S.; OHMSTAD, M. A. M. (1978). *Methods for physical and chemical analysis of fresh waters*. Oxford. Blackwell Scientific Publication. 214p.
- HAMILTON, S. K. & LEWIS Jr., W. M. (1987). Causes of seasonality in the chemistry of a lake on the Orinoco River floodplain, Venezuela. *Limnol. Oceanogr.* 32:1277-1290.
- JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. (1989). The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. In: Dodge, D. P. ed. *Proceedings of the International Large River Symposium*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquatic. Sci. 106:110-126.
- LANSAC TÔHA, F. A.; LIMA, A. F.; THOMAZ, S. M.; ROBERTO, M. C. Zooplâncton de uma planície de inundação do rio Paraná. II. Variação sazonal e influência dos níveis fluviométricos sobre a comunidade. *Acta Limnol. Brasil.* 4 (no prelo).
- MAACK, R. (1981). *Geografia física do estado do Paraná*. Rio de Janeiro, J. Olympio. 450p.
- MACKERETH, F. Y. H.; HERON, J. G.; TALLING, J. J. (1978). *Water analysis: some revised methods for limnologists*. Freshw. Biological Assoc. 36. 120p.
- MAIER, M. H.; BASILE-MARTINS, M. A.; CIPOLLI, M. N.; VIEIRA, A. L.; De CHIARA, E. G. (1978). Estudo limnológico de um trecho do rio Mogi-Guaçu. I. Características Físicas. *B. Inst. Pesca.* 5:91-107.
- PAYNE, A. I. (1986). *The ecology of Tropical Rivers and Lakes*. New York. Willey. 301p.
- PEDROZO, F.; BONETTO, F. A.; ZALOCAR, Y. (1988). A comparative study on phosphorus and nitrogen transport in the Paraná, Paraguay and Bermejo rivers. In: TUNDISI, J.G.; ed. *Limnologia e manejo de Represas*. EESC-USP/CRHEA/ACIESP, p.91-117.
- RAI, H. & HILL, G. (1982). Establishing the pattern of heterotrophic bacterial activity in three Central Amazonian lakes. *Hydrobiologia*, 86:121-126.
- RAI, H. & HILL, G. (1984). Primary production in the Amazonian aquatic ecosystem. In: Sioli, H. ed., *The Amazon. Limnology and landscape of a mighty tropical river and its basin*. The Hague, W. Junk. p. 311-335.
- SALATTI, E.; SYLVESTER-BRADLEY, R.; VICTORIA, R. L. (1982). Regional gains and losses of nitrogen in the Amazon basin. *Plant and Soil*, 67:367-376.
- SCHAFFER, A. (1985). *Fundamentos de Ecologia e Biogeografia de Águas Continentais*. Porto Alegre. Editora UFRS. 532p.
- SCHIMIDT, G. W. (1972). Amounts of suspended solids and dissolved substances in the middle reaches of the Amazon over the course of one year (August, 1969-July, 1970). *Amazoniana*, 3:208-223.
- SIOLI, H. (1984). The Amazon and its main affluents: hydrography, morphology of the river courses, and river types. In: Sioli, H. ed., *The Amazon. Limnology and landscape*

- ecology of a mighty tropical river and its basin. The Hague, W. Junk. p.127-165.
- TAKEDA, A.M.; SHIMIGU, G.; HIGUTI, J. Zoobentos de uma lagoa marginal (Lagoa Fechada, rio Baía, Alto Paraná). *Cienc. Cult.* 42 (no prelo).
- THOMAZ, S. M. (1991). Influência do regime hidrológico (pulsos) sobre algumas variáveis limnológicas de diferentes ambientes aquáticos da planície de inundação do Alto rio Paraná, MS, Brasil. São Carlos, UFSCar. 294 p. (Dissertação de Mestrado).
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; HENRY, R.; ROCHA, O.; HINO, K. (1988). Comparação do estado trófico de 23 reservatórios do Estado de São Paulo: eutrofização e manejo. In: J. G. Tundisi ed. Série: Monografias em Limnologia, Vol. I (tomo 1). EESC-USP/CRHEA/ACIESP. p:165-204.

Endereço dos autores

THOMAZ, S. M.; ROBERTO, M. C.; LANSAC TÔHA, F. A.; LIMA, A. F.
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ, NUPELIA
AV. COLOMBO 3690 - MARINGÁ - PR 87020
ESTEVES, F.A.
UFRJ - DEPTº DE ECOLOGIA - CCS - BLOCO A
CIDADE UNIVERSITÁRIA - I. FUNDÃO
21941 - RIO DE JANEIRO - RJ - BRASIL