

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

Mateus Ferrareze Feitosa

**Ictiofauna (juvenil e de pequeno porte) e características
limnológicas das lagoas marginais do reservatório de Rosana
(rio Paranapanema, SP/PR)**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas, Área de concentração: Zoologia.

Orientador: Dr. Marcos Gomes Nogueira

Botucatu/SP
2007

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: Selma Maria de Jesus

Feitosa, Mateus Ferrareze.

Ictiofauna (juvenil e de pequeno porte) e características limnológicas das lagoas marginais do reservatório de Rosana (Rio Paranapanema, SP/PR) / Mateus Ferrareze Feitosa. – Botucatu : [s.n.], 2007.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2007.

Orientador: Marcos Gomes Nogueira

Assunto CAPES: 20400004

1. Ictiologia - Paranapanema(SP), Rio 2. Peixe - População
3. Reservatórios

CDD 597

Palavras-chave: Ictiologia; Lagoas marginais; Reservatório de Rosana; Rio Paranapanema; Variáveis limnológicas

Agradecimientos

Dedico este trabalho

*Aos meus pais, Celso e Rita, e aos meus irmãos Guilherme,
Celso e Victor, minha família, meu apoio, minha alegria. Amo
vocês!*

Agradeço

Ao meu orientador e amigo Marcos,

sua orientação se baseia em muito mais do que transmitir conhecimentos, mas também, e principalmente, em mostrar aos alunos o quanto é bom aprender e o quanto ainda nos falta saber. Sem dúvida nenhuma é um mestre muito querido, um exemplo a ser seguido e admirado.

Obrigado Marcos, por toda confiança, carinho e paciência!

À minha namorada Raquel, por todo amor, carinho e amizade. Te amo muito!

Ao professor Raoul Henry por todos os ensinamentos. Sem dúvida contribuiu e muito para a minha formação!

Ao professor Francisco Langeani e orientados pelo auxílio na identificação dos peixes.

Aos professores Jorge Jim, Eduardo, Sílvio, Bicudo, Mingo, Guara e Marcelo pela vivência e ensinamentos ao longo destes anos.

Às professoras Virginia, Zezé, Rita, Beth e Denise pela amizade e ensinamentos ao longo destes anos.

Aos funcionários da Duke Energy, geração Paranapanema, Mauro, Mixa, Norberto, Rodolfo, Celso, Sílvio e em especial, Sandro e João, por toda amizade, receptividade e boa vontade em me acolher e auxiliar na realização e desenvolvimento do meu mestrado.

Aos funcionários do Departamento de Zoologia, Flávio, Hamilton, Pizzani e Juliana pela amizade e ajuda.

Ao amigo Renato Nery Soriano, um irmão que ganhei da vida. Show...

À família Cordeiro por todo amor e amizade.

Ao amigo Emanuel Ricardo Monteiro Martinez, pela amizade e convivência adquirida ao longo do mestrado.

Aos amigos e amigas de Laboratório Gilmar, Rafael, João, Danilo, Juliana, Miriam, Adriana, Sílvia, Daniele, Fabiana, Paula, Fernanda, Rose, Rosa e Luciana pelo apoio e amizade.

Aos amigos e amigas de graduação e pós-graduação, em especial Kulargo, Prumo e Ana Paula, pela amizade e ajuda. Muito obrigado!

Ao amigo Gilson (e aos amigos do inglês) pelo exemplo de vida que nunca esquecerei!

À Meg, companheira de todas as horas, sempre disposta a longos passeios, trilhas, viagens e brincadeiras. Sem dúvida uma amiga fiel e carinhosa com a qual sempre posso contar!

Índice

	Pág.
I Resumo.....	1
II Normas de Publicação.....	3
III Artigos	
III.1 Artigo 1.....	5
III.2 Artigo 2.....	49
IV Anexos	
IV.1 Locais de coleta.....	91
IV.2 Principal espécie por ordem.....	92

Resumo Geral

I RESUMO GERAL

Ictiofauna (juvenil e de pequeno porte) e características limnológicas das lagoas marginais do reservatório de Rosana (rio Paranapanema, SP-PR).

O objetivo deste trabalho foi determinar se as lagoas marginais localizadas na porção superior do reservatório de Rosana estão realmente desempenhando um papel importante no ciclo de vida das assembléias de peixes. Para tanto, foi realizado um estudo da composição, abundância e diversidade de juvenis e espécies de pequeno porte em quatro lagoas marginais e, para fins de comparação, num ponto sob maior influência do canal principal do rio Paranapanema (montante do reservatório de Rosana). Simultaneamente às coletas de peixes, a fim de caracterizar os ambientes, foram feitas análises das seguintes variáveis: clorofila *a*, turbidez, nutrientes totais e dissolvidos, transparência, sólidos em suspensão, temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica. Os trabalhos de campo foram realizados em setembro e novembro de 2004 e janeiro, março maio e agosto de 2005. Um total de 3.424 indivíduos foi coletado, totalizando 2.186,1g de biomassa. A ordem Characiformes foi a mais abundante em riqueza, número e biomassa. O principal táxon em termos de Importância de Espécies foi *Hemigrammus marginatus*. Em geral, foi verificado nos meses chuvosos, principalmente nas lagoas marginais, maior valor médio de riqueza, de abundância absoluta, de biomassa, maior diversidade, menor dominância e menor comprimento médio dos indivíduos, demonstrando ser esta a época e os locais de maior recrutamento. Observou-se que quanto menor a conectividade da lagoa com o rio, maior foi a predominância da ordem Characiformes na comunidade. Os principais fatores responsáveis pela dinâmica limnológica do sistema estudado foram de natureza regional – alternância entre período seco e chuvoso, com grande aporte de sedimentos e nutrientes no último período, que entra no reservatório de Rosana principalmente através dos seus tributários. O canal principal foi mais variável

sazonalmente e as lagoas mostraram serem sistemas mais conservativos. Os processos locais relacionados ao metabolismo das lagoas marginais (e.g. produção, respiração, decomposição) parecem desempenhar um papel secundário. Além das mudanças entre períodos, as variáveis ambientais também apresentaram diferenças claras entre os pontos de coleta. Através da análise de similaridade efetuada verificou-se uma separação entre rio/represa e as lagoas. A análise de correspondência canônica mostrou existir correlação entre a ictiofauna e as variáveis ambientais e segregação espacial de algumas espécies, mostrando serem estes organismos influenciados pelas diferentes condições ambientais. Com os resultados obtidos verificou-se que há uma grande variedade de condições limnológicas entre os ambientes estudados e que as lagoas marginais estão desempenhando um importante papel no ciclo de vida dos juvenis e das espécies de pequeno porte, uma vez que elas servem como área de alimentação, reprodução, crescimento, abrigo contra predação e residência. Isto reafirma a necessidade da incorporação do trecho superior do reservatório, bem como de suas áreas marginais (lagoas e várzeas), em estratégias de conservação ambiental para manutenção da biodiversidade regional.

Palavras-chave: Ictiofauna, lagoas marginais, reservatório de Rosana, rio Paranapanema e variáveis limnológicas.

Normas de Publicação

II. Normas de Publicação:

Instruções aos Autores

Manuscritos submetidos à ACTA LIMNOLOGICA BRASILIENSIA deverão ser originais e não estar sendo considerados para publicação em outra revista. O original mais duas cópias completas do manuscrito, incluindo tabelas e figuras deverão ser enviadas ao Editor Chefe. Os manuscritos deverão ser submetidos em inglês e um resumo em português precisa ser incluído. Para os autores que não tem o inglês como língua nativa, é fortemente recomendado ter o seu manuscrito checado por um colega fluente em inglês antes da submissão. Os manuscritos precisam ser digitados em papel A4, 17x23cm, espaço duplo com margens amplas e impressos em um só lado. Após a análise por dois assessores científicos e, em caso de aceitação, uma versão eletrônica (em Word for Windows) em disquete deverá ser enviada.

Texto: A seguinte ordem precisa ser utilizada. Primeira página: título (em negrito), autores, endereços (incluindo endereços de e-mail). Todos os autores precisam ser identificados por um número sobrescrito. Segunda página: Resumo (em Inglês e português) e palavras-chave. A partir da terceira página: texto do artigo (introdução, metodologia, resultados, discussão, agradecimentos e referências).

Resumo: Um resumo conciso (250-300 palavras) deverá incluir os objetivos, métodos, resultados principais e conclusões. quatro ou cinco palavras-chave deverão ser incluídas. No início do resumo repetir o título (em negrito). O mesmo deve ser feito para o resumo em português.

Tabelas e Figuras: as tabelas deverão ser numeradas consecutivamente com a numeração romana. Cada tabela deverá ser digitada em folhas separadas (no disquete utilizando a extensão doc. de Word for Windows, separado do texto). Figuras deverão ser numeradas consecutivamente utilizando a numeração arábica e digitadas em folhas separadas (utilizando a extensão JPEG em um disquete separado). Fotografias (em preto e branco e colorida) podem ser utilizadas mas, estarão sujeitas ao pagamento de taxas. Tabelas e figuras precisam ser mencionadas no texto em uma forma abreviada (p. ex. Tab. IV; Fig. 6).

Referências: Citações no texto deverão ser nos seguintes formatos: único autor (Silva, 1989); dois autores (Silva & Cardoso, 1994); três ou mais autores (Silva et al., 1998); duas citações (Silva, 1994; Cardoso, 1998); um autor e duas ou mais publicações (Silva, 1994; 1998); um autor e duas ou mais publicações em um ano (Silva, 1994a; 1994b); autores diferentes com o sobrenome semelhante (Silva, L., 1989; Silva, J., 1994). A lista de referências deverão ser arranjadas alfabeticamente a partir do sobrenome do primeiro autor. Os seguintes formatos deverão ser utilizados:

Jornal:

Carlson, R.E. 1977. trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogr.*, 22:361-364;
Bigarella, J.J., Andrade-Lima, D. & Richs, P.J. 1975. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, 44:411-464.

Capítulos ou Seção em Livro:

Descy, J.P. 1976. Utilisation des algues benthiques de la qualité des eaux courantes. In: Pesson, P. (ed.) *La pollution des eaux continentales. Incidence sur les biocénoses aquatiques.* Boras et Gauthier – Villars, Paris. p.75-105

Livro:

Esteves, F.A. 1988. *Fundamentos de Limnologia.* Interciência – FINEP, Rio de Janeiro. 545p.

Tese:

Marinho, M.M. 1994. Dinâmica da comunidade fitoplanctônica de um pequeno reservatório raso densamente colonizado por macrófitas aquáticas submersas (açude do Jacaré, Moji-Guaçu, São Paulo, Brasil). São Paulo, USP, 150p (Master Thesis).

Separatas: Uma cópia suplementar da edição e trinta separatas serão enviadas ao primeiro autor do artigo. Caso a Sociedade Brasileira de Limnologia não tenha recursos disponíveis para a publicação, um pagamento do custo da página será cobrado dos autores do artigo.

Artigo 1

III.1 Artigo 1

ICTIOFAUNA (JUVENIL E DE PEQUENO PORTE) DAS LAGOAS MARGINAIS DO RESERVATÓRIO DE ROSANA (RIO PARANAPANEMA, SP-PR)

FERRAREZE, M. F.¹ & NOGUEIRA, M. G.²

¹ Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências – UNESP, Campus de Botucatu. Caixa Postal 510, CEP 18618-000, Botucatu/SP (mferrareze@ibb.unesp.br)

² Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências – UNESP, Campus de Botucatu. Caixa Postal 510, CEP 18618-000, Botucatu/SP (nogueira@ibb.unesp.br)

RESUMO: Ictiofauna (juvenil e de pequeno porte) das lagoas marginais do reservatório de Rosana (rio Paranapanema, SP-PR). O objetivo deste trabalho foi determinar o papel das lagoas marginais sobre as assembléias de peixe do reservatório de Rosana. O estudo foi feito em base a análise dos juvenis e espécies de pequeno porte. Foram estudadas 4 lagoas marginais e, para fins de comparação, um ponto no canal principal do rio Paranapanema. As coletas foram realizadas em setembro e novembro de 2004 e janeiro, março maio e agosto de 2005, através de cinco arrastos manuais (em cada local/período) junto às macrófitas aquáticas. A ictiofauna amostrada foi representada por 42 espécies de peixes. Um total de 3.424 indivíduos foi coletado, totalizando 2.186,1g de biomassa. A ordem Characiformes foi a mais abundante em riqueza, número e biomassa. O principal táxon em termos de Importância de Espécies foi *Hemigrammus marginatus*. Em geral, foi verificado nos meses chuvosos, principalmente nas lagoas marginais, maior valor médio de riqueza, de abundância absoluta, de biomassa, maior diversidade, menor dominância e menor comprimento médio dos indivíduos, demonstrando ser esta a época e os locais de maior recrutamento. Observou-se que quanto menor a conectividade da lagoa com o rio maior foi a predominância da ordem Characiformes na comunidade. A análise de correspondência canônica mostrou existir correlação entre a ictiofauna e as variáveis ambientais e segregação espacial de algumas espécies, mostrando serem estes organismos sensíveis às diferentes condições ambientais. Com os resultados obtidos verificou-se que as lagoas marginais estão desempenhando um importante papel no ciclo de vida dos juvenis e das espécies de pequeno porte, uma vez que elas servem como área de alimentação, reprodução, crescimento, abrigo contra predação e residência. Isto reafirma a necessidade da incorporação do trecho superior do reservatório, bem como de suas áreas marginais, em estratégias de conservação ambiental para manutenção da biodiversidade regional.

Palavras-chave: Ictiofauna, lagoas marginais, reservatório de Rosana, rio Paranapanema e variáveis limnológicas.

ABSTRACT: Ichthyofauna (juvenile and small fishes) of the floodplains lagoons of Rosana Reservoir (Parapanema River, SP-PR, Brazil). The aim of this work was to determine the importance of floodplain lagoons for the fish assemblages of Rosana Reservoir. The study was based on the analysis of juveniles and small fishes. It were studied four floodplain lagoons and, in order to compare, one point in the main channel of the Parapanema River. The fieldworks were carried out in September and November/2004 and January, March, May and August/2005, through five manual tow net (in each point/period) near the aquatic macrophytes. The ichthyofauna was represented by 42 species. A total of 3,424 individuals, and 2,186.1 g, was colleted. The order Characiformes was more abundant in richness, number and biomass. The main taxon in terms of Species Importance was *Hemigrammus marginatus*. It was observed during the rainy months, especially in the lagoons, higher richness, abundance, biomass and diversity and lower dominance and mean individual length, showing to be this period and these places more important for reproduction. In the lagoons with low connectivity with the river the predominance of Characiformes in the community was higher. The canonical correspondence analysis (CCA) showed that there is a correlation between the ichthyofauna and the limnological variables and a spatial segregation of some species, showing that organisms respond to the different environmental conditions. The results showed that the floodplains lagoons are playing an important role in the life's cycle of juveniles and small fishes, offering habitats for feeding, reproduction, grow, shelter and residence. This stress the necessity of the incorporation of the higher stretch of the Rosana Reservoir and its marginal lagoons in the environmental conservation strategies for the maintenance of the regional biodiversity.

Key-words: Ichthyofauna, floodplains lagoons, Rosana Reservoir, Parapanema River and limnological variables.

INTRODUÇÃO

No Brasil os rios das principais bacias hidrográficas, principalmente na região sudeste, já foram regulados pela construção de reservatórios. Essas represas são formadas para atender diversos fins, tais como: abastecimento de água, regularização, irrigação, navegação, pesca, recreação e, principalmente, obtenção de energia elétrica. Entretanto, os impactos gerados por estes empreendimentos são inúmeros, acarretando na formação de ecossistemas lacustres artificiais e produzindo diferentes alterações, tanto no ambiente aquático como no terrestre adjacente (Tundisi & Straškraba, 1999; Nogueira et al., 2005).

A criação de um novo ecossistema, que passa a ser lântico pela formação do reservatório, representa em um grande impacto na comunidade de peixes que permanece a montante do barramento (Beaumord, 1991; Beaumord & Petreire, 1994; Tundisi & Barbosa, 1995; Carvalho & Silva, 1999). Essa comunidade sofre uma reestruturação, ocorrendo drásticas alterações na composição e abundância das espécies (Castro & Arcifa, 1987; Rodrigues et al., 1990; Agostinho, 1992). Isto acontece porque nem todas as espécies conseguem se adaptar, gerando redução da riqueza específica (Agostinho et al., 1995; Smith, et al., 2003).

As lagoas marginais de rios e reservatórios podem desempenhar um importante papel ecológico, sendo colonizadas por uma comunidade muito rica de plantas e animais. Nestes ambientes, os organismos aquáticos encontram numerosos habitats, os quais são geralmente menos suscetíveis às flutuações ambientais (Pieczynska, 1995; Araújo, 1996; Esteves, 1998). Desta forma, estes locais se tornam regiões muito produtivas e de extrema relevância para a conservação das comunidades de peixes de água doce (Schiemer et al., 1995).

As lagoas marginais servem como área de reprodução e/ou desenvolvimento de peixes, sendo consideradas berçários naturais da ictiofauna (Sabo & Kelso, 1991; Sabo et al.,

1991; Meschiatti et al., 2000), e por isso têm grande valor ecológico, tornando-se essenciais para que diversas espécies de peixes executem as estratégias e táticas de seu ciclo de vida (refúgio, reprodução, alimentação, crescimento, entre outras) (Agostinho & Zalewski, 1995; Silva, 1997).

Diversos estudos feitos em reservatórios e planícies de inundação de rios neotropicais demonstraram os efeitos da presença de macrófitas aquáticas e semi-terrestres, abundantes nas lagoas marginais, para a fauna de peixes. Estes estudos verificaram um amplo domínio de espécies de pequeno porte e juvenis de espécies maiores (Junk, 1973; Cordiviola de Yuan et al., 1984; Araújo Lima et al., 1986; Meschiatti et al. 2000; Vono & Barbosa, 2001; Agostinho et al., 2002; Pelicice et al., 2005). Os dois principais fatores que explicam a alta densidade de pequenos peixes em habitats com vegetação são a disponibilidade de alimento e o abrigo contra a predação (Rozas & Odum, 1988; Diehl & Eklöv, 1995; Schriver et al., 1995).

A ictiofauna desempenha um relevante papel nos ecossistemas, pois além de participar de vários níveis tróficos, possui espécies consideradas bons bioindicadores, por serem sensíveis às condições relativas do ambiente (Silva, 1995; Soto-Galera et al., 1998; Gafny et al., 2000; Barrella & Petreire, 2003). Os peixes possuem ainda grande apelo popular, sendo utilizados como referência em projetos de educação e conservação ambiental, políticas de meio ambiente e sócio-econômicas e atividades de lazer.

O objetivo deste trabalho foi determinar se as lagoas marginais da porção superior do reservatório de Rosana estão realmente desempenhando um papel importante no ciclo de vida das assembléias de peixes, em base ao estudo dos juvenis e espécies de pequeno porte.

Para poder caracterizar e comparar as áreas de estudo e entender melhor os padrões de distribuição da ictiofauna, analisou-se também um conjunto de fatores ambientais (transparência, temperatura, pH, condutividade elétrica da água, turbidez e concentrações de

oxigênio dissolvido, material em suspensão e nutrientes totais dissolvidos) que interferem, direta ou indiretamente, na estrutura e na dinâmica das populações.

ÁREA DE ESTUDO

O reservatório de Rosana está localizado na região oeste do Estado de São Paulo, na Bacia Hidrográfica do rio Paranapanema. Este reservatório é o último de uma série de 11 reservatórios construídos no rio Paranapanema, estando sua barragem localizada a 22° 36'S e 52° 52'W. Sua área de drenagem é de 11.000 km², com superfície do espelho d'água de 276,14 km² e profundidade média de 8 metros (CESP, 1987). Trata-se de um reservatório do tipo “fio d'água” com tempo de residência média da água calculado em 21,3 dias (média para 2000) e 18 dias (média para 2001) (Nogueira et al., 2005). A utilização de dados de transparência da água, concentração de clorofila e de fósforo tem levado a classificação do reservatório como sendo oligotrófico, eventualmente mesotrófico na sua zona superior (Nogueira et al., 2002).

O clima é o subtropical úmido com temperatura atmosférica média anual de 21 °C. Esta região possui duas estações climáticas definidas pelo regime pluviométrico: estação chuvosa e de seca. A pluviosidade apresenta variações regionais, em torno de 1100 a 1300 mm, na margem paulista, e de 1500 a 1600 mm do lado paranaense (Duke Energy, 2001).

Hoje, em ambos Estados (SP e PR), o diagnóstico da situação ambiental na região indica a quase inexistência de matas ciliares, com exceção do Parque Estadual do Morro do Diabo (33.845,33 ha), restando somente poucos fragmentos florestais em alguns municípios, principalmente paulistas (Rosana, Teodoro Sampaio e Euclides da Cunha) (Duke Energy, 2001).

MATERIAIS E MÉTODOS

Os trabalhos de campo foram realizados em 5 pontos de amostragem (Tab. I) localizados no trecho superior do reservatório de Rosana, sendo 4 lagoas (3 naturais e 1 proveniente de cava de mineração inundada), e um ponto fixo no canal principal do reservatório (zona de transição rio-represa), adjacente às lagoas (Fig. 1). As coletas foram realizadas em setembro e novembro de 2004 e janeiro, março, maio e agosto de 2005.

Os dados de precipitação pluviométrica durante o período de estudo foram coletados pela estação climatológica do Parque Estadual Morro do Diabo (Fundação Florestal do Estado de São Paulo), localizada no município de Teodoro Sampaio (SP).

As coletas dos peixes foram realizadas com rede de arrasto (1,5 x 5 m), cuja malha é de 0,3 cm entre nós, nas margens das lagoas. Foram efetuados cinco arrastos manuais junto às macrófitas aquáticas, totalizando 37,5 m² de área amostrada. Foram feitas tentativas de coletas na zona pelágica das lagoas (arrasto por embarcação), entretanto não foi obtida uma quantidade significativa de organismos para ser analisada. O material obtido foi imediatamente acondicionado em frascos de polietileno e fixado em formalina 10%. Posteriormente, os indivíduos foram conservados em álcool 70% e estão depositados no Departamento de Zoologia da Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu.

Em laboratório foi realizada a biometria dos espécimens coletados (peso, comprimento total para as ordens Gymnotiformes e Synbranchiformes e comprimento padrão para as demais ordens). A identificação das espécies foi realizada através de literatura especializada (Britsk, 1972; Britsk et al., 1986; 1999; Nelson, 1994; Graça, 2000; Reis et al., 2003) e consultas a especialistas e coleções científicas.

Os atributos ecológicos (diversidade de Shannon-Winner, diversidade teórica máxima, dominância de Simpson e Equitabilidade de Pielou) (Krebs, 1989) foram usados para comparar as variações espaciais (conjunto de dados por ponto) e temporais (dados por ponto e por amostragem) da ictiofauna. Para cada espécie foram calculadas as porcentagens em número e biomassa, o índice de importância das espécies segundo Nataragam & Jhingian, 1961 (in Beaumord & Petrere, 1994) e a constância (%) de captura (c) (Dajoz, 1973), sendo as espécies classificadas como constantes ($C > 50\%$), acessórias ($25 < A < 50\%$) e raras ($R < 25\%$). Estes dois últimos índices foram calculados utilizando-se o conjunto de dados por ponto de coleta.

Com a finalidade de identificar algum tipo de associação entre os pontos de amostragem foi efetuada uma análise de similaridade (correlação de Morisita-Horn) (NtSys), utilizando-se a abundância absoluta por espécie em cada ponto de amostragem.

A temperatura, o oxigênio dissolvido, o pH e a condutividade foram medidos *in situ*, a cada 0,5 m de profundidade até o fundo, utilizando o analisador de água da marca Horiba (U-22). A transparência da coluna d'água foi determinada com auxílio do disco de Secchi.

A turbidez foi medida com turbidímetro da marca MSTecnoPON.

Para determinação dos nutrientes totais as amostras de água foram armazenadas em frascos de polietileno e imediatamente congeladas. Em laboratório, a análise do nitrogênio total foi feita através digestão da amostra (Valderrama, 1981) e determinação pelo método espectrofotométrico segundo Mackreth et al. (1978). A determinação de fósforo total foi feita segundo Strickland & Parsons (1960).

A determinação do material em suspensão foi realizada seguindo o princípio gravimétrico descrito por Cole (1979). As amostras de água, geralmente 0,5 L, foram filtradas (a vácuo). Os filtros Millipore AP40 utilizados para este fim foram previamente

secos (70 °C, 24 h), numerados e pesados em balança analítica Metler com precisão de 0,00001 g.

Para determinar a relação entre abundância de peixes e as características limnológicas de cada ponto de coleta foi realizada uma análise de correspondência canônica (CCA), utilizando duas matrizes, uma matriz com os valores de abundância absoluta por espécie e outra com os valores mensais das variáveis ambientais, através do programa estatístico Pcord, versão 4.1 para Windows (McCune & Mefford, 1999). Para as variáveis obtidas em perfil vertical, foi utilizado o valor médio da coluna d'água.

RESULTADOS

Para distinguir as duas estações climáticas predominantes (seca e chuvosa) foram obtidos dados pluviométricos da região (Fig. 2). Durante os meses amostrados o período chuvoso estendeu-se do mês de setembro de 2004 a janeiro de 2005, com média mensal de 157 mm, enquanto que o período seco abrangeu os meses de fevereiro a agosto de 2005, com média mensal de 70,7 mm. Janeiro de 2005 foi o mês mais chuvoso, 361,2 mm, e agosto do mesmo ano o mais seco, 13,3 mm. Entre setembro de 2004 e agosto de 2005 a precipitação acumulada foi de 1.207,5 mm. Cabe ressaltar que no mês anterior ao início das coletas (agosto de 2004) o acumulado mensal foi de 0,9 mm, a menor valor do ano de 2004.

A ictiofauna amostrada foi representada por 42 espécies de peixes, agrupadas em 33 gêneros, 16 famílias e 6 ordens. Characiformes foi o grupo mais representativo, com 23 espécies e 6 famílias, seguido por Siluriformes, com 7 espécies e 4 famílias, Perciformes, com 6 espécies e uma família, Gymnotiformes, com 4 espécies e 3 famílias e Synbranchiformes e Rajiformes, com uma espécie e uma família cada uma (Tab. II).

Um total de 3.424 indivíduos foi coletado, totalizando 2.186,1g de biomassa. A ordem Characiformes foi a mais abundante em número e biomassa, com 3.265 indivíduos (95,4%) e 1.827,5 g (83,6%), seguida por Perciformes, 86 indivíduos (2,5%) e 245,9 g (11,2%) e Siluriformes, 40 indivíduos (1,2%) e 37,7 g (1,7%). Exemplares das demais ordens encontradas representaram apenas 0,9% dos indivíduos e 3,5% da biomassa. Rajiformes não foram mensurados para fins de biomassa.

O comprimento médio dos espécimens coletados foi de 31 mm. O comprimento médio para cada espécie variou de 14 mm (*Metynnis maculatus*) a 130 mm (*Synbranchus marmoratus*) (Tab. II). O ponto do rio Paranapanema foi o ponto com maior comprimento médio entre os indivíduos coletados, 37 mm, seguido da lagoa Paraná, com comprimento médio de 34 mm. Novembro e janeiro foram os meses com as menores médias entre os indivíduos, com 27 mm e 26 mm, respectivamente. Rajiformes não foram mensurados para fins de biometria.

As principais espécies de cada ordem (em termos de abundância) foram *Hemigrammus marginatus* e *Hyphessobrycon eques*, da ordem Characiformes, *Gymnotus carapo*, da ordem Gymnotiformes, *Hypostomus ancistroides*, da Ordem Siluriformes, *Crenicichla britskii*, da Ordem Perciformes, *S. marmoratus*, da Ordem Synbranchiformes e *Potamotrygon motoro* da Ordem Rajiformes (Tab. II).

Verificando a contribuição individual em relação à ictiofauna total percebeu-se que apenas *H. marginatus* e *H. eques* se destacaram. Ambas as espécies tiveram a maior constância de captura, presentes em 25 das 30 coletas. Além disso, a primeira foi a espécie com maior número de exemplares, 1.288 indivíduos, representando 37,6% do total coletado e a espécie com maior biomassa, com 547,8 g. *H. eques* foi a segunda espécie com maior número de indivíduos capturados, 677 exemplares, representando 19,7% da comunidade e a segunda maior biomassa, com 271,5 g (Tab. II).

Considerando cada ponto de amostragem nos diferentes períodos, o número total de táxons variou de 3, nos pontos 3 (lagoa Paraná) e 4 (rio Paranapanema) durante os meses de setembro e nos pontos 4 (rio Paranapanema) e 5 (lagoa B), durante o mês de agosto, a 19, no ponto 2 (lagoa A), durante o mês de janeiro (Fig. 3). Em geral o período chuvoso apresentou um número médio maior (11 espécies) comparado ao período seco (8 espécies).

Nos meses mais chuvosos também foi coletado um número maior de indivíduos comparado aos meses secos. Foi verificado no ponto 1 (lagoa de mineração) durante o mês de setembro a maior abundância absoluta, com 425 indivíduos coletados, enquanto que no mesmo mês foram capturados apenas 4 indivíduos no rio Paranapanema (P04). O mês de janeiro se destacou por apresentar o maior número médio de indivíduos coletados, 209, e o mês de agosto o menor, com 31 indivíduos capturados (Fig. 4).

A biomassa da ictiofauna variou de 4,5 g, no ponto 3 (lagoa Paraná), durante os meses de agosto, a 252,7 g, no ponto 5 (lagoa B), durante o mês de setembro. Em geral o período chuvoso apresentou uma biomassa maior (1.591,4 g) comparado ao período seco (594,7 g) (Fig. 5).

Para a análise da abundância relativa foi considerado o número total de indivíduos coletados por ponto (Fig. 6). A ordem Characiformes foi a mais abundante, variando de 57,3%, no ponto do rio Paranapanema (P04) a 97,5%, no ponto 1 (lagoa de mineração). A ordem Gymnotiformes variou de 0,14%, no ponto 3 (lagoa Paraná), a 5,8%, no ponto 4 (rio Paranapanema). A ordem Siluriformes variou de 0,11%, no ponto 2 (lagoa A), a 15,4%, no ponto 4 (rio Paranapanema). A ordem Perciformes foi a segunda ordem mais abundante do período estudado, variando de 1,2%, no ponto 1 (lagoa de mineração), a 21,5%, no ponto 4 (rio Paranapanema). A ordem Synbranchiformes só ocorreu nos pontos 2 (lagoa A) e 5 (lagoa B) (0,1%) e a Rajiformes só no ponto 1 (lagoa de mineração) (<0,1%).

Os principais táxons em termos de Importância de Espécies (I) para o ponto 1 (lagoa de mineração), 2 (lagoa A) e 5 (lagoa B) foram *H. marginatus* e *H. eques*, que juntos representaram 94,7%, 83,7% e 56,7%, respectivamente. Para o ponto 3 (lagoa Paraná) *H. marginatus*, *Bryconamericus stramineus* e *Aphyocharax anisitsi*, representaram 50,9%, 21,41% e 19,31%, respectivamente. Para o rio Paranapanema (P04) *H. marginatus* se destacou com 72,7% e *B. stramineus*, com 14,3%. Outros táxons que se destacaram foram *Roeboides paranensis* (P03 e P04), *Serrapinnus notomelas* (P01, P02, P04 e P05) e *Steindachnerina brevipinna* (P02 e P05) (Tab. III).

A lagoa B (P05) apresentou a maior quantidade de espécies constantes (52%) entre os pontos estudados, restando 7% de acessórias e 41% de raras. Das espécies coletadas na lagoa de mineração (P01) 39% são constantes, 26% são acessórias e 35% são raras. Na lagoa A (P02) as espécies constantes e acessórias representam 36% cada, enquanto que as raras representam 28%. Na lagoa Paraná (P03) as espécies constantes e acessórias representam 24% cada, enquanto que as raras representam 52%. No rio Paranapanema (P04) as espécies constantes e raras representam 24% cada, enquanto que as acessórias representam 26%. As espécies *H. marginatus*, *H. eques*, *A. anisitsi* e *C. britskii* foram as únicas constantes para todos os pontos de coleta (Tab. III).

Através da análise dos atributos ecológicos verificou-se uma nítida diferença entre os pontos de coleta, bem como entre os períodos estudados. Temporalmente, apesar de algumas tendências observadas, houve uma grande variabilidade dos dados.

Os valores de diversidade de Shannon-Winner (H') variaram de 2,16 no ponto 1 (lagoa de mineração) a 3,48 no ponto 5 (lagoa B), considerando-se o conjunto de dados por ponto (Tab. IV). Sazonalmente, os valores foram relativamente elevados em janeiro e mais baixos em agosto. O maior valor foi observado na lagoa B (P05), 3,33 em maio e os menores,

em torno de 0,7, nos pontos 2 (lagoa A) e 5 (lagoa B) em agosto e no ponto 3 (lagoa Paraná) em maio (Fig. 7).

Os maiores valores de diversidade teórica máxima (Hmax) variaram de 4,25 no ponto 4 (rio Paranapanema) a 4,81 no ponto 2 (lagoa A), considerando-se o conjunto de dados para cada estação (Tab. IV). Os pontos de coleta apresentaram as maiores diversidades máximas em janeiro, exceto o ponto 3 (lagoa Paraná), cujo valor mais elevado, 3,32, foi calculado para novembro. Valores relativamente baixos foram observados em agosto (Fig. 8).

Os valores de dominância de Simpson (D) variaram de 0,32 no ponto 1 (lagoa de mineração) a 0,13 no ponto 5 (lagoa B), considerando o conjunto de dados em cada estação de amostragem (Tab. IV). Observou-se em janeiro valores de dominância relativamente baixos. Os maiores valores de dominância foram observados em agosto nas lagoas A e B (P02 e P05) (0,7) e em março na lagoa Paraná (P03) (0,8) (Fig. 9).

Os valores de equitabilidade de Pielou (E) variaram de 0,48 no ponto 1 (lagoa de mineração) a 0,73 no ponto 5 (lagoa B) (Tab. IV). Observou-se que em janeiro e março os valores de equitabilidade foram altos (>0,6) para todos os pontos de coleta, exceto para o rio Paranapanema (P04) em março. O valor máximo possível, 1, foi calculado para ponto 4 (rio Paranapanema) em agosto e o mínimo de 0,26, no ponto 3 (lagoa Paraná) em maio (Fig. 10).

A análise de similaridade mostrou as diferenças existentes entre os pontos de coleta. A lagoa de mineração (P01) e o rio Paranapanema (P04) foram os pontos de amostragem mais diferentes entre si. O melhor agrupamento da análise ocorreu entre a lagoa de mineração (P01) e a lagoa A (P02). Um segundo agrupamento na análise foi formado entre a lagoa Paraná (P03) e o rio Paranapanema (P04) (Fig 11).

As variáveis ambientais que melhor indicaram as diferenças nas condições limnológicas foram turbidez, material em suspensão, e transparência (Tab. V). Nos meses secos a transparência da água foi alta, sendo registrado para o mês de agosto transparência

total da coluna d'água em todos os pontos de amostragem. A turbidez apresentou um pico máximo de 148 NTU na lagoa B (P05), durante o mês de janeiro, enquanto que a menor turbidez foi verificada em agosto na lagoa A (P02), com 4,2 NTU. Também houve um forte incremento na concentração média de sólidos totais e de nutrientes durante o verão. A concentração de sólidos chegou à média de 18 mg L⁻¹ entre os pontos de coleta no mês de janeiro, enquanto que no inverno a concentração média atingiu aproximadamente 3,1 mg L⁻¹, no mês de setembro. A concentração de nitrogênio total variou de 192 µg L⁻¹, na lagoa de mineração (P01), durante o mês de setembro, a 662 µg L⁻¹, na lagoa Paraná (P03), durante o mês de janeiro. A média da concentração de fósforo total variou de 7,9 µg L⁻¹, no rio Paranapanema (P04), durante o mês de setembro, a 53,8 µg L⁻¹, na lagoa A (P02), durante o mês de março.

Os resultados da análise de correspondência canônica, CCA, explicaram 60,7% da variabilidade conjunta dos dados em seus três primeiros eixos de ordenação (eixo 1= 29,6%, eixo 2= 26,2% e eixo 3= 4,9%). No lado positivo do eixo 1, situaram-se as espécies *A. anisitsi* (sp4), *Leporinus striatus* (sp13), *Hypostomus* sp2 (sp30) e *Pimelodus maculatus* (sp33) associadas aos menores valores da concentração de nitrogênio total e material em suspensão ($r \geq 0,4$). Enquanto que no lado negativo do eixo, situaram-se as espécies *B. stramineus* (sp5) e *Rhamdia quelen* (sp34) associadas às altas concentrações de nitrogênio total e de material em suspensão ($r \geq 0,4$). No lado positivo do eixo 2, situaram-se as espécies *B. stramineus* (sp5), *R. paranensis* (sp18) e *Serrasalmus maculatus* (sp21) associadas às maiores concentrações de nitrogênio total, fósforo total e de material em suspensão, além de alta temperatura da água, alta turbidez, maior condutividade e maior pluviosidade ($r \geq 0,4$), enquanto que no lado negativo situaram-se as espécies *R. quelen* (sp34) e *C. britskii* (sp37) associados aos maiores valores de pH ($r \geq 0,4$). As associações entre as estações de coleta (nos diferentes períodos estudados) e a ictiofauna foram verificadas na lagoa de mineração no mês

de janeiro com as espécies *Rhamphichthys hahni* (sp27) e *S. marmoratus* (sp42); na lagoa A nos meses de janeiro com a espécie *Galeocharax knerii* (sp7), de março com a espécie *Serrasalmus marginatus* (sp22) e de maio com a espécie *Cichlasoma paranaense* (sp36); na lagoa Paraná nos meses de janeiro com a espécie *Crenicichla haroldoi* (sp38), de março com a espécie *Trachelyopterus galeatus* (sp32) e de maio com as espécies *L. striatus* (sp13) e *Hypostomus* sp2 (sp30); no rio Paranapanema no mês de setembro com a espécie *R. quelen* e na lagoa B no mês de maio com a espécie *P. maculatus* (sp33) (Fig 12 e Tab. VI).

DISCUSSÃO

O levantamento realizado neste estudo revelou a ocorrência de 42 espécies. Este valor é consideravelmente elevado, quando comparado com trabalhos anteriores nas lagoas marginais do reservatório Rosana, que haviam registrado 20 espécies (Casatti, et al., 2003 e Pelicice et al., 2005). A maior riqueza encontrada deve estar relacionada à heterogeneidade de habitats amostrados num ciclo sazonal completo. A fauna de peixes da bacia do Paranapanema é composta por 155 espécies (Duke Energy, 2003). Apesar dos estudos ainda não serem conclusivos, observa-se um gradiente longitudinal crescente da riqueza. Na parte superior da bacia, no reservatório de Jurumirim, foram identificadas 31 espécies (Carvalho & Silva, 1999), enquanto que no baixo Paranapanema foram observadas 78 espécies no reservatório de Taquaruçu (Britto, 2003) e 70 espécies em Rosana (CESP, 1998; project PRONEX/CNPq, H.I. Suzuki, in Pelicice et al., 2005).

Os dados de biometria obtidos indicam que a assembléia de peixes estudada, segundo Vazzoler (1996), é caracterizada pela presença de indivíduos de pequeno porte e juvenis de espécies maiores.

Sazonalmente, foi verificado que os meses chuvosos apresentaram indivíduos com menor média de comprimento. Fica evidente que neste período, principalmente entre novembro a janeiro, a taxa de recrutamento é maior. Na época das chuvas também registrou maior riqueza (número de espécies), abundância absoluta e de biomassa.

Entre os pontos de coleta observou-se uma maior abundância absoluta, uma menor biomassa por indivíduo e um menor comprimento médio das espécies nas lagoas, comparadas ao rio Paranapanema, exceto para a Lagoa B, cujo número de indivíduos foi menor e a biomassa foi maior. Isto evidencia que estas lagoas devem estar servindo de área de recrutamento e desenvolvimento da ictiofauna.

Nas diferentes lagoas estudadas, e no rio Paranapanema, foi possível observar a dominância, em termos de riqueza de espécies, da ordem Characiformes, seguida por Siluriformes e Perciformes. Este resultado confirma o padrão geral de composição da ictiofauna dos rios sul-americanos, predominantemente habitados por espécies das ordens Characiformes e Siluriformes, em seguida Perciformes (Lowe-Mc Connell, 1999; Rodriguez & Lewis, 1997; Pouilly et al., 1999). Em nosso estudo, a riqueza de Characiformes foi mais elevada nos ambientes de lagoa, comparado ao ponto sob maior influência do rio. Uma elevada riqueza de Characiformes também foi observada em uma pequena lagoa marginal da represa de Jurumirim (Carvalho et al., 2005).

Nos levantamentos realizados nos diferentes trechos (P01, P02, P03, P04 e P05) registrou-se a dominância de poucas espécies, principalmente de *H. marginatus*. Esta espécie apresentou maior índice de importância para todos os ambientes, maior abundância, tanto em número quanto em biomassa, enquanto que a maioria teve pequena participação. Este padrão de poucas espécies dominantes, com muitos indivíduos, associado às espécies raras, pouco abundantes, é uma característica das comunidades tropicais com estações definidas (seca e chuvosa) e também nos trópicos úmidos (Odum, 1988). A condição de dominância acentuada

por poucas espécies também foi observada nos reservatórios de furnas e Luís C. Barreto, no rio Grande (Santos, 1999), nos reservatórios de Segredo (Agostinho et al., 1997a) e Foz de Areia (Agostinho et al., 1997b) no rio Iguaçu, em trechos do reservatório de Jurumirim (Carvalho et al., 1998) e em riachos da bacia hidrográfica do rio Paranapanema (Castro et al., 2003).

Observou-se que quanto menor a conectividade da lagoa com o rio maior foi a predominância de Characiformes na comunidade. Confirmando que pequenas espécies buscam residências nestes ambientes em buscas de melhores condições para sua manutenção. Verificou-se também no rio Paranapanema a maior proporção de Perciformes, cuja riqueza foi composta por peixes piscívoros (exceto *Satanoperca pappaterra*). Estes sofrem pouca predação (não precisam procurar refúgio) e tem maior capacidade de explorar ambientes com baixa disponibilidade de alimento, não precisando se estabelecer nas lagoas marginais.

Nas lagoas A, B e de cava observou-se a predominância de espécies constantes, enquanto que na lagoa Paraná teve maior proporção de espécies raras e o rio Paranapanema maior proporção de espécies acessórias. As espécies constantes podem ser consideradas residentes, as acessórias como residentes com flutuações periódicas na abundância ao longo das amostragens, enquanto que as raras seriam imigrantes que se juntam à comunidade residente em determinados períodos do ano, para se alimentar ou reproduzir (Uieda, 1984; Santos, 1999). Também foi observado que as espécies constantes tiveram maior abundância (em número e biomassa) nas lagoas do que no rio Paranapanema, indicando que estas possuem estratégias adaptativas bem sucedidas às condições ambientais, especialmente nos ambientes mais lênticos, como destaca Ferreira et al., 2000.

Através dos atributos ecológicos observou-se, entre as lagoas, a existência de uma diferença espacial. Verificou-se que quanto mais distante da montante do reservatório maior foi a diversidade e a equitabilidade das lagoas e menor a dominância. Provavelmente, isto é

reflexo do aumento da heterogeneidade espacial, decorrente da transição rio/represa e influência dos diferentes ambientes lateralmente dispostos. O rio Paranapanema mostrou valores superiores desses atributos em relação à lagoa de mineração e inferiores às demais lagoas. Considerando a posição espacial deste ponto de coleta e o padrão de variação destes parâmetros, pode-se afirmar que, de maneira geral, as lagoas tiveram melhores atributos ecológicos do que o rio Paranapanema. Cabe ressaltar que os pontos localizados dentro do Parque Estadual do Morro do Diabo tiveram os maiores valores de diversidade teórica máxima e o maior número de espécies coletadas, mostrando a importância desse ambiente lacustre para a comunidade da ictiofauna.

Sazonalmente, verificou-se o aumento da diversidade e a diminuição da dominância durante o período chuvoso, principalmente em janeiro, isto pode estar relacionado com o aumento da abundância e do número de espécies, respectivamente, principalmente das raras capturadas neste período. Isto confirma o pressuposto de que as espécies raras juntam-se às residentes em determinados períodos do ano (Uieda, 1984).

A dominância por um ou poucos táxons, como *H. marginatus* e *H. eques*, é mais evidente quando os dados são agrupados, mas quando são analisados separadamente (por local e período) a dominância esteve mais homogênea. Isto pode ser demonstrado pelos valores de equitabilidade relativamente altos ($>0,6$) observados nos diferentes pontos de coleta. O valor máximo da equitabilidade ocorreu no ponto 4 (rio Paranapanema) em agosto, devido à coleta de apenas 6 indivíduos, sendo 2 para cada espécie coletada.

Neste estudo foi observada a presença de *Cichla monoculus*, cuja captura ainda não havia sido registrada neste reservatório. Além desta, também foram capturadas as espécies *Oligosarcus pintoii* e *G. carapo*, que só foram capturadas recentemente também nas lagoas marginais (Pelicice et al., 2005). A maior abundância de *C. monoculus* foi vista na lagoa de mineração (P01), local com maior número de indivíduos capturados (total de espécies). Isto

pode estar relacionado ao fato de que as lagoas marginais são locais propícios para o estabelecimento de espécies alienígenas, pois nestes ambientes estes organismos encontram disponibilidade de alimento, condições para sua reprodução, melhor qualidade de água e menor flutuação ambiental, conseqüentemente, um ambiente apropriado para sua sobrevivência. A alta disponibilidade de presas tem influência no processo de colonização de espécies piscívoras (Novaes et al., 2004), além disso, a ausência de especialidade alimentar (Hahn et al., 1997) é fator importante no sucesso destas espécies em ambientes onde é introduzida.

Através da análise de similaridade pode-se observar que os locais mais diferentes entre si foram a lagoa de mineração (P01) e o rio Paranapanema (P04). O rio Paranapanema (P04) se distanciou dos demais, pois nesse local foi observado o menor número de espécies coletadas, além da ocorrência exclusiva da espécie *R. quelen*. Também foi verificado neste local o maior número de indivíduos coletados das espécies *Myleus tiete* e *C. britskii* e a ausência da espécie *C. monoculus*.

O posicionamento superior da lagoa de mineração na análise de similaridade foi verificado devido a maior abundância absoluta (1.130 indivíduos) entre os pontos de coleta e a ocorrência exclusiva das espécies *R. hahni* e *P. motoro*. Também foi notado neste ponto a maior captura de indivíduos das espécies *H. marginatus*, *H. eques*, *S. notomelas* e *C. monoculus*, e a não captura da espécie *O. pintoii*.

O melhor agrupamento desta análise aconteceu entre a lagoa de mineração (P01) e a lagoa A (P02). Este agrupamento ocorreu porque nestes pontos foi verificada a maior captura da espécie *H. eques*, a menor captura das espécies *R. paranensis* e *S. maculatus* e a ocorrência exclusiva da espécie *Leporinus octofasciatus*.

A lagoa Paraná (P03) se distanciou das demais lagoas e se aproximou do rio Paranapanema, pois nestes dois pontos ocorreu a maior captura de indivíduos das espécies *B.*

stramineus, *R. paranensis* e *H. ancistroides*, em relação aos demais pontos de coleta. Também foi observada, somente nestes locais, a menor ocorrência de *H. eques* e *C. monoculus* e a ausência das espécies *Moenkhausia intermedia*, *Schizodon nasutus* e *C. paranaense*.

Em geral, as variáveis ambientais estudadas mostraram diferenças claras entre os períodos do ano e, também, entre os pontos de coleta. Devido às precipitações pluviométricas e o aporte de matéria alóctone carregado pela água, os meses mais chuvosos apresentaram maior turbidez, maior concentração de nutrientes, enquanto que o período mais seco apresentou maior transparência, pH mais neutro e maior concentração de oxigênio dissolvido. Entre os pontos de coleta, verificou-se que o canal principal foi mais variável sazonalmente, mostrando serem as lagoas sistemas mais conservativos. Um estudo mais detalhado sobre as características limnológicas destes ambientes é apresentado por Ferrareze & Nogueira (em preparação).

A análise de correspondência canônica mostrou existir correlação entre a ictiofauna e as variáveis ambientais e a segregação espacial de algumas espécies, mostrando serem estes organismos sensíveis às condições ambientais e confirmando a ictiofauna como um bom bioindicador ecológico (Silva, 1995; Soto-Galera et al., 1998; Gafny et al., 2000; Barrella & Petre, 2003).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados obtidos verificou-se que as lagoas marginais do reservatório de Rosana estão desempenhando um importante papel no ciclo de vida dos juvenis e das espécies de pequeno porte, uma vez que elas servem como área de alimentação, reprodução, crescimento, abrigo contra predação e residência.

A alta diversidade encontrada e a ocorrência da espécie sensível à extinção *M. tiete*, reafirmam a necessidade da incorporação deste trecho do reservatório, bem como de suas áreas marginais, em estratégias de conservação ambiental para manutenção da biodiversidade regional.

Também observou a importância das macrófitas aquáticas para espécies de pequeno porte, principalmente Characiformes, confirmando estudos anteriores no reservatório (Casatti et al., 2003; Pelicice et al., 2005) e em outras regiões (Delariva et al., 1994; Meschiatti et al., 2000).

Através dos parâmetros populacionais pôde-se delimitar o período de maior recrutamento da ictiofauna, que ocorreu entre setembro a janeiro, período de maior pluviosidade.

Os parâmetros ecológicos demonstraram diferenças importantes entre as lagoas e o rio Paranapanema, além de mostrar a contribuição da vegetação ripária do Parque para manutenção da diversidade da ictiofauna. Estes parâmetros também confirmaram a ictiofauna como bom indicador ecológico.

Por fim, os resultados demonstraram que os múltiplos usos do reservatório têm que ser feito de maneira ordenada e fiscalizada, uma vez que a introdução de espécies alienígenas para pesca esportiva (e.g. *C. monoculus*), piscicultura, repovoamento e aquarofilismo podem causar conseqüências imprevisíveis sobre a fauna local. Além da competição por recursos (espaciais e alimentares) e predação das espécies nativas (Shibatta et al., 2002), pode haver disseminação de doenças e parasitas (Gabrielli & Orsi, 2000; Léon et al., 2000), além da inibição da reprodução e destruição dos habitats das espécies residentes (Agostinho et al., 2000).

AGRADECIMENTOS

À Coordenadoria de aperfeiçoamento pessoal (CAPES), pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor, à Duke Energy - Geração Paranapanema, pelo apoio financeiro (Fundibio, contrato 010004356), e colaboração na execução dos trabalhos de campo, em especial ao amigo João Carlos dos Santos e ao Prof. Dr. Francisco Langeani pelo auxílio na identificação das espécies.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agostinho, A.A. 1992. Manejo de recursos pesqueiros em reservatórios. In: Agostinho, A.A. & Benedito-Cecílio, E. (eds.) Situação Atual e Perspectivas da Ictiologia no Brasil (Documentos do IX Encontro Brasileiro de Ictiologia). 127p.
- Agostinho, A.A.; Bini, L.C. & Gomes, L.C. 1997a. Ecologia de comunidades de peixes na área de influência do reservatório de Segredo. In: Agostinho, A.A. & Gomes, L.C. (eds.) Reservatório de Segredo: Bases ecológicas para manejo. EDUEM, Maringá. 387p.
- Agostinho, A.A.; Ferretti, C.M.L., Gomes, L.C.; Hahn, N.S.; Suzuki, H.I.; Fugi, R. & Abujanra, F. 1997b. Ictiofauna de dois reservatórios do rio Iguaçu em diferentes fases de colonização: Segredo e Foz de Areia. In: Agostinho, A.A. & Gomes, L.C. (eds.) Reservatório de Segredo: Bases ecológicas para manejo. EDUEM, Maringá. 387p.
- Agostinho, A.A.; Thomaz, S.M.; Baltar, S.L.S.M.A. & Gomes, L.C. 2002. Influence of aquatic macrophytes on fish assemblage structure of Upper Paraná River floodplain

- (Brazil). In: Proceedings of the 11th EWRS International Symposium on Aquatic Weeds, Moliets et Maû, France. p. 69-72.
- Agostinho, A.A.; Thomaz, S.M.; Minte-Vera, C.V. & Winemiller, K.O. 2000. Biodiversity in the Paraná River floodplain. In: Gopal, B.; Junk, W.J.; Davis, J.A. (eds.) Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers, 1: 89-118.
- Agostinho, A.A.; Vazzoler, A.E.A.M. & Thomaz, S.M. 1995. The high River Paraná basin: limnological and ichthyological aspects. In: Tundisi, J.G., Bicudo, C.E.M. & Matsumura-Tundisi, T. (eds.) Limnology in Brazil. ABC/SBL, São Paulo. p. 59-103.
- Agostinho, A.A. & Zalewski, M. 1995. The dependence of fish community structure and dynamics on floodplain and riparian ecotone zone in Paraná River. In: Schiemer, F.; Zalewski, M. & Thorpe, J. E. (eds.) The importance of aquatic-terrestrial ecotones for freshwater fish. Kluwer Academic, Dordrecht. p. 141-148.
- Araújo, F.G. 1996. Composição e estrutura da comunidade de peixes do médio e baixo rio Paraíba do Sul, RJ. Ver. Brasil. Biol., 56(1): 111-126.
- Araújo-Lima, C.A.R.M.; Forsberg, B.R.; Victoria, R. & Martinelli, L. 1986. Energy sources for detritivorous fishes in the Amazon. Washington, DC. Science, 234: 1256-1258
- Barrella, W. & Petrere Jr., M. 2003. Fish community alterations due to pollution and damming in Tietê and Paranapanema Rivers (Brazil). River Res. Applic., 19: 59-76.
- Beaumord, A.C. 1991. As comunidades de peixes do Rio Manso, Chapada dos Guimarães, MT: uma abordagem ecológica numérica. Rio de Janeiro, UFRJ, 107p. (Dissertação de Mestrado)
- Beaumord, A.C. & Petrere Jr., M. 1994. Comunidades de Peces Del Rio Manso, Chapada dos Guimarães, MT, Brasil. Acta Biol. Venez., 15(2): 21-35.

- Britski, H.A. 1972. Peixes de água doce do Estado de São Paulo. In: Poluição e Piscicultura. Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai (ed.) São Paulo. p. 79-108.
- Britski, H.A.; Sato, Y. & Rosa, A.B.S. 1986. Manual de identificação de peixes da região de Três Marias (com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco). Brasília, DF: Câmara dos Deputados/ CODEVASF. 143p.
- Britski, H.A.; Silimon, K.Z.S. & Lopes, S.L. 1999. Peixes do Pantanal, manual de identificação. Brasília: EMBRAPA. Corumbá, MS. 184p.
- Britto, S.G. 2003. Atributos da ictiofauna do reservatório de Taquaruçu (baixo rio Paranapanema, SP/PR), como modelo referencial dos efeitos dos represamentos na bacia hidrográfica. Botucatu, Unesp, 110p. (Dissertação de mestrado)
- Carvalho, E. D. & Silva, V. F. B. 1999. Aspectos ecológicos da ictiofauna e da produção pesqueira do Reservatório de Jurumirim (Alto do Paranapanema, São Paulo). In: Henry, R. (ed.) Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. FAPESP/FUNDIBIO. Botucatu. p. 769-800.
- Carvalho, E.D.; Marcus, L.R.; Foresti, F. & Silva, V.F.B. 2005. Fish assemblage attributes in a small oxbow lake (Upper Paraná River Basin, São Paulo State, Brazil): species composition, diversity and ontogenetic stage. *Acta Limnol. Bras.*, 17(1): 45-56.
- Carvalho, E. D.; Silva, V.F.B.; Fujihara, C.Y.; Henry, R. & Foresti, F. 1998. Diversity of fish species in the River Paranapanema – Jurumirim Reservoir transition region (São Paulo, Brazil). *Ital. J. Zool.*, 65 (suppl): 325-330.
- Casatti, L.; Mendes, H.F. & Ferreira, K.M., 2003. Aquatic macrophytes as feeding site for small fishes in the Rosana Reservoir, Paranapanema River, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. São Carlos, 63(2): 1-8.

- Castro, R.M.C. & Arcifa, M.F. 1987. Comunidades de peixes de reservatórios do sul do Brasil. *Ver. Brás. Biol.*, 47(4): 493-500.
- Castro, R.M.C.; Casatti, L.; Santos, H.F.; Ferreira, K.M., Ribeiro; A.C.; Benine, R.C.; Dardis, G.Z.P.; Melo, A.L.A.; Stopiglia, R.; Abreu, T.X.; Bockmann, F.A.; Carvalho, M.; Gibran, F.Z. & Lima, F.C.T. 2003. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do rio Paranapanema, Sudeste e Sul do Brasil. *Biota Neotrop.*, 3:1-34.
- CESP, 1998. Conservação e manejo nos reservatórios: limnologia, ictiología e pesca. Série divulgação e informação 220, São Paulo. 166p.
- CESP, 1987. A usina hidroelétrica de Rosana e o Parque Estadual do Morro do Diabo: impactos, conservação e perspectivas, São Paulo. 77p.
- Cole, G.A. 1979. Textbook of limnology. 2nd ed. The C.V. Mosby Company, Saint Louis. 426p.
- Cordiviola de Yuan, E.; Oldani, N.; Oliveros, O. & Pignoberi, C. 1984. Aspectos limnológicos de ambientes proximos a la ciudad de Santa Fé (Paraná Médio): populaces de peces ligados a la vegetation. *La Plata. Neotropica*, 84(30): 27-139.
- Dajoz, R. 1973. *Ecologia Geral*. Vozes Ltda. - EDUSP, São Paulo. 474p.
- Delariva, R.L.; Agostinho, A.A.; Nakatami, K. & Baumgartner, G. 1994. Icthyofauna associated to aquatic macrophytes in the upper Paraná River floodplain. *Maringá. Rev. Unimar*, 16 (3): 41-60.
- Diehl, S. & Eklöv, P. 1995. Effects of piscivore-mediated habitat use on resources, diet and growth of perch. *Ecology*, 76: 1712-1726.
- Duke Energy, 2003. Peixes do rio Paranapanema (métodos de amostragem, as espécies e características). *Horizonte Geográfico*, São Paulo. 112p.
- Duke Energy. 2001. Relatório para licenciamento ambiental-UHE Rosana. Vol. I e II: 447p.

- Esteves, F. de A. 1998. Fundamentos de limnologia. 2ª edição. Interciência, Rio de Janeiro. 602p.
- Ferreira, A.G.; Verani, J.R.; Peret, A.C. & Castro, P.F. de. 2000. Caracterização de comunidades ícticas de lagoas marginais do rio Mogi-Guaçu: composição, abundância e biomassa de peixes. In: PPG-CEA. Recursos Hidroenergéticos: Usos, Impactos e Planejamento Integrado. Série Ciências de Engenharia Ambiental. Rima, São Carlos. p.145-163.
- Gabrielli, M.A. & Orsi, M.L. 2000. Dispersão de *Lernea cyprinaceae* (Linnaeus) (Crustácea, Copepoda) na região norte do Estado do Paraná, Brasil. Ver. Bras. Zool., 17(2): 395-399.
- Gafny, S., Goren, M. & Gasith, A. 2000. Habitat condition and fish assemblage structure in a coastal Mediterranean stream (Yarquon, Israel) receiving domestic effluent. Hydrobiologia, 422/423: 319-330.
- Graça, W.J. 2000. Caracterização morfológica dos peixes da planície de inundação do alto rio Paraná – MS. Maringá, UEM, 259p. (Dissertação de Mestrado)
- Hahn, N.S.; Andrian I.F. Fugii, R. & Almeida, V.L.L. 1997. Ecologia trófica. In: Vazzoler, A. E. A. de M., Agostinho, A. & Norma, S. H. (ed.) A planície de inundação do alto Paraná: Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. GT GRAF, Maringá. p.209-228.
- Junk, W.J. 1973. Investigations on the ecology and production-biology of the “floating meadows” (*Paspalo-Eschinochloetum*) on the Middle Amazon. Part II. The aquatic fauna in the root zone of floating vegetation. Amazoniana, Kiel., 4(1): 9-102.
- Krebs, C.J. 1989. Ecological Metodology. New York: Harper Collins Publishers. 654p.

- Léon, G.P.; García-Prieto, L.; Léon-Règagnon, V. & Choudhury, A. 2000. Helminth communities of native and introduced fishes in Lake Pátzcuaro, Michoacán, México. *J. Fish. Biol.*, 57: 303-325.
- Lowe-Mc Connell, R.H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. Vazzoler, A.E.A.M.; Agostinho, A.A. & Cunningham, P.T.M (trad). EDUSP, São Paulo. 535p.
- Mackreth, F.J.H.; Heron, J.; Talling, F.J. 1978. Water analysis: some revised methods for limnologists. Freshwater Biological Association. Scientific Publication n° 36. Titus Wilson & Sons Ltd., Kendall. 120p.
- McCune, B. & Mefford, M.J. 1999. PC-ORD for windows: multivariate analysis of ecological data version 4.1 Oregon: MjM Software Design.
- Meschiatti, A.J.; Arcifa, M.S.; Fenerich-Verani, N. 2000. Fish communities associated with macrophytes in Brazilian floodplain lakes. *Environmental Biology of fishes*. Dordrecht., 58(2): 133-143.
- Nelson, J.S. 1994. Fishes of the world. John Wiley & Sons, New York. p.141-175.
- Nogueira, M.G. Jorcin, A.; Vianna, N.C.& Britto, Y.C.T. 2005. Reservatórios em cascata e os efeitos na limnologia e organização das comunidades bióticas (fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos) – um estudo de caso no rio Paranapanema. Cap. 04. In: Nogueira, M.G.; Henry, R. & Jorcin A. (eds.) *Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistema em cascata*. Rima, São Carlos. p. 83-125
- Nogueira, M.G.; Jorcin, A.; Vianna, N.C. & Britto, Y.C.T. 2002. Uma avaliação dos processos de eutrofização nos reservatórios em cascata do Rio Paranapanema (SP-PR), Brasil. In: Cirelli, A. & Marquisa, G. (ed.) *El Agua en Iberoamerica, de la limnologia a la gestión en Sudamerica, Argentina*. CYTED. p. 91-106

- Novaes, J.L.C.; Caramaschi, E.P.; Winemiller, K.O. 2004. Feeding of *Cichla monoculus* Spix, 1829 (Teleostei, Cichlidae) during and after reservoir formation in the Tocantins River, central Brazil. *Acta Limnol. Bras.*, 16(1): 41-49.
- Odum, E.P. 1988. *Ecologia* –Christopher J. Tribe (trad.). Guanabara S.A, Rio de Janeiro. 434p.
- Pelicice, F.M.; Agostinho, A.A. & Thomaz, S.M. 2005. Fish assemblages associated with *Egeria* in a tropical reservoir: investigating the effects of plant biomass and diel period. *Acta Oecologica*, 27: 9-16.
- Pieczynska, E. 1995. Habitats e comunidades litorâneas. In: Jorgensen, S.E. & Loffer, H. (eds.) *Diretrizes para o gerenciamento de lagos: gerenciamento de litorais lacustres*. Itagura-kabo Co., Ltda. Otsu, Shiga, Japão. p. 40-76.
- Pouilly, M.; Ibañez, C.; Gutierrez, M & Yunoki, T. 1999. Funcionamiento ecológico de las lagunas de la zona de inundación del río Marmoré (Beni – Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología*, 6: 41-54.
- Reis, R.E.; Kullander, S.O. & Ferraris Jr., C.J. 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre. 742p.
- Rodrigues, A.M.; Rodrigues, J.D.; Campos, E.C.; Ferreira, A.E. & Santos, R.A. 1990. Aspectos da estrutura populacional do sagüiru *Curiamata gilberti* Quoy & Gaimard, 1824 (= *Cyphocharax modesta* Fernandez-Yepe, 1948) (Characiformes, Curimatidae), na represa de Ponte Nova, rio Tietê, Estado de São Paulo, Brasil. *B. Inst. Pesca, São Paulo*, 17: 77-89.
- Rodriguez, M.A. & Lewis, W.M.J. 1997. Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes of the Orinoco River. *Ecological Monographs*, 67: 109-128.

- Rosaz, L.P.; Odum, W.E. 1988. Occupation of submerged aquatic vegetation by fishes: testing the roles of food and refuge. *Oecologia*, Berlin, 77: 101-106.
- Sabo M.J. & Kelso, W.E. 1991. Relationship between morphometry of excavated floodplain ponds along the Mississippi River and their use as fishes nurseries. *Transactions of the American Fisheries Society*, 120: 552-561.
- Sabo M.J.; Kelso, W.E; Bryan C.F. & Rutherford D.A. 1991. Physiochemical factors affecting larval fishes densities in Mississippi River floodplain ponds, Louisiana (USA). *Regulated Rivers, Research and Management*, 6: 109-116.
- Santos, G.B. 1999. Estrutura das comunidades de peixes de reservatórios do Sudeste do Brasil, localizados nos rios Grande e Paraíba, bacia do Alto Paraná. São Carlos, UFSCar, 166p. (Tese de Doutorado).
- Schiemer, F.; Zalewisk, M. & Thorpe, J. 1995. Land/inland water ecotones: Intermediate Habitats Critical for Conservation and Management. *Hydrobiologia*, 303(1-3): 259-264.
- Schriver P.; Bogestrand, J.; Jeppesen, E. & Sondergaard, M. 1995. Impact of submerge macrophytes on fish-zooplankton-phytoplankton interactions: large scale enclosure experiments in a shallow eutrophic lake. *Freshwater Biology*, 33: 255-270.
- Shibatta, O.A.; Orsi, M.L.; Bennemann, S.T. & Silva-Souza, A.T. 2002. Diversidade e distribuição de peixes na bacia do rioTibagi. In: Medri, M.E. Bianchini, E; Shibatta, O.A. & Pimenta, J.A. (eds) A bacia do rio Tibagi. Londrina, PR. p. 403-423.
- Silva, C.P.D. 1995. Community structure of fish in urban and natural streams in the Central Amazon. *Amazoniana*, 8: 221-236.
- Silva, V.F.B. 1997. Caracterização qualitativa de larvas, jovens e adultos de peixes na região de transição entre o rio Paranapanema e o reservatório de Jurumirim, São Paulo. Botucatu, Unesp, 94p. (Dissertação de Mestrado)

- Smith, W.S., Pereira, C.C.G.F.; Espíndola, E.L.G. & Rocha, O. 2003. A importância da zona litoral para a disponibilidade de recursos alimentares à comunidade de peixes em reservatórios In: Henry, R. (ed.) Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos. Rima, São Carlos. p. 233-248.
- Soto-Galera, E.; Diaz-Pardo, E.; López-López, E. & Lyons, J. 1998. Fish as indicators of environmental quality in the Río Lerma Basin, México. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 1: 267-276.
- Strickland, J.D.; Parsons, T.R. 1960. A manual of sea water analysis. *Bull. Fish. Res. Bel. Can.*, 125: 1-185.
- Tundisi, J.G. & Barbosa, F.A.R. 1995. Conservation of aquatic ecosystems: present status and perspectives. In: Tundisi, J.G., Bicudo, C.E.M. & Matsumura-Tundisi, T. (eds.) *Limnology in Brazil*. ABC/SBL, Rio de Janeiro. p.365-371
- Tundisi, J.G. & Straškraba, M. 1999. *Theoretical reservoir ecology and its applications*. São Carlos. 529p.
- Uieda, V.S. 1984. Ocorrência e distribuição dos peixes de um riacho de água doce. *Ver. Bras. Biol.*, 44(2): 203-213.
- Valderrama, J.G. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters. *Marine Chemistry*, 10: 109-122.
- Vazzoler, A.E.A.M. 1996. *Biologia de peixes teleósteos: teoria e prática*. São Paulo: SBI. EDUEM, Maringá. 169p.
- Vono, V. & Barbosa, F.A.R. 2001. Habitats and littoral zone fish community structure of two natural lakes in southeast Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 61: 371-379.

Tabela I – Localização, denominação e descrição das macrófitas aquáticas observadas nos diferentes pontos de coleta.

Ponto	Local	Principais macrófitas aquáticas	Coordenadas geográficas
P01	Lagoa de cava de mineração	<i>Tipha dominguensis</i> , <i>Eichhornia azurea</i> , <i>Brachiaria</i> spp., <i>Pontederia chordata</i> e <i>Salvinia</i> sp	22° 34' 03.3''S / 52° 09' 11.4''W
P02	Lagoa A	<i>Eichhornia azurea</i> , <i>Brachiaria</i> spp., <i>Pontederia chordata</i> , <i>Salvinia</i> sp, <i>Pistia</i> sp, , <i>Egeria</i> spp. e <i>Nymphaea</i> sp	22° 36' 56.5''S / 52° 09' 47.3''W
P03	Lagoa Paraná	<i>Eichhornia azurea</i> , <i>Brachiaria</i> spp., <i>Pontederia chordata</i> , <i>Salvinia</i> sp e <i>Egeria</i> spp.	22° 37' 28,9''S / 52° 09' 21.1''W
P04	Rio Paranapanema	<i>Tipha dominguensis</i> , <i>Eichhornia azurea</i> , <i>Eichhornia crassipes</i> , <i>Brachiaria</i> spp., <i>Pontederia chordata</i> , <i>Salvinia</i> sp e <i>Pistia</i> sp	22° 37' 51.6''S / 52° 09' 30.5''W
P05	Lagoa B	<i>Eichhornia azurea</i> , <i>Brachiaria</i> spp., <i>Pontederia chordata</i> , <i>Salvinia</i> sp, <i>Pistia</i> sp e <i>Nymphaea</i> sp	22° 38' 22.0''S / 52° 09' 29.0''W

Tabela II – Lista de táxons, sigla das espécies (para análises estatísticas), comprimento médio (L) em mm, número de indivíduos coletados (n) e sua abundância relativa (n%), e a biomassa total em gramas (Wt) e relativa em porcentagem (Wt%).

Táxons	Família	Sigla	L	n	n%	Wt (g)	Wt%
Ordem Characiformes							
<i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Britski, 2000	Characidae	sp1	25	82	2,4	83,64	3,83
<i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875)	Acestrorhynchidae	sp2	16	3	0,1	10,47	0,48
<i>Apareiodon piracicabae</i> (Eigenmann, 1907)	Parodontidae	sp3	21	10	0,3	16,65	0,76
<i>Aphyocharax anisitsi</i> Eigenmann & Kennedy, 1903	Characidae	sp4	18	169	4,9	87,21	3,99
<i>Bryconamericus stramineus</i> Eigenmann, 1908	Characidae	sp5	23	330	9,6	202,07	9,24
<i>Cyphocharax modestus</i> (Fernández-Yépez, 1948)	Curimatidae	sp6	20	35	1,0	15,45	0,71
<i>Galeocharax knerii</i> (Steindachner, 1875)	Characidae	sp7	31	1	0,0	1,15	0,05
<i>Hemigrammus marginatus</i> Ellis, 1911	Characidae	sp8	18	1288	37,6	547,78	25,06
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	Erythrinidae	sp9	74	4	0,1	35,96	1,64
<i>Hyphessobrycon eques</i> (Steindachner, 1882)	Characidae	sp10	17	677	19,8	271,5	12,42
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	Anostomidae	sp11	32	3	0,1	5,78	0,26
<i>Leporinus octofasciatus</i> Steindachner, 1915	Anostomidae	sp12	20	2	0,1	0,57	0,03
<i>Leporinus striatus</i> Kner, 1858	Anostomidae	sp13	30	1	0,0	1,49	0,07
<i>Metynniss maculatus</i> (Kner, 1858)	Characidae	sp14	14	2	0,1	0,26	0,01
<i>Moenkhausia intermedia</i> Eigenmann, 1908	Characidae	sp15	16	34	1,0	34,35	1,57
<i>Myleus tiete</i> (Eigenmann & Norris, 1900)	Characidae	sp16	16	2	0,1	1,47	0,07
<i>Oligosarcus pintoii</i> Amaral Campos, 1945	Characidae	sp17	22	15	0,4	9,57	0,44
<i>Roeboides paranensis</i> Pignalberi, 1975	Characidae	sp18	28	109	3,2	70,51	3,23
<i>Schizodon nasutus</i> Kner, 1858	Anostomidae	sp19	28	6	0,2	3,71	0,17
<i>Serrapinnus notomelas</i> (Eigenmann, 1915)	Characidae	sp20	19	312	9,1	250,96	11,48
<i>Serrasalmus maculatus</i> Kner, 1858	Characidae	sp21	16	112	3,3	55,85	2,55
<i>Serrasalmus marginatus</i> Valenciennes, 1836	Characidae	sp22	22	1	0,0	2,13	0,10
<i>Steindachnerina brevipinna</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889)	Curimatidae	sp23	30	67	2,0	118,95	5,44
Ordem Gymnotiformes							
<i>Eigenmannia trilineata</i> López & Castello, 1966	Sternopygidae	sp24	47	5	0,15	16,27	0,74
<i>Eigenmannia virescens</i> (Valenciennes, 1842)	Sternopygidae	sp25	100	2	0,06	3,94	0,18
<i>Gymnotus carapo</i> Linnaeus, 1758	Gymnotidae	sp26	47	21	0,61	49,61	2,27
<i>Rhamphichthys hahni</i> (Meinken, 1937)	Rhamphichthyidae	sp27	28	1	0,03	0,08	0,00
Ordem Siluriformes							
<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911)	Loricariidae	sp28	19	22	0,64	13,35	0,61
<i>Hypostomus</i> sp1	Loricariidae	sp29	15	12	0,35	10,13	0,46
<i>Hypostomus</i> sp2	Loricariidae	sp30	28	1	0,03	0,48	0,02
<i>Loricariichthys platymetopo</i> Isbrücker & Nijssen, 1979	Loricariidae	sp31	24	2	0,06	0,21	0,01
<i>Trachelyopterus galeatus</i> (Linnaeus, 1766)	Auchenipteridae	sp32	61	1	0,03	10,97	0,50
<i>Pimelodus maculatus</i> Lacepède, 1803	Pimelodidae	sp33	28	1	0,03	0,55	0,03
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Heptapteridae	sp34	38	1	0,03	1,96	0,09
Ordem Perciformes							
<i>Cichla monoculus</i> Spix & Agassiz, 1831	Cichlidae	sp35	32	18	0,53	28,23	1,29
<i>Cichlasoma paranaense</i> Kullander, 1983	Cichlidae	sp36	29	13	0,38	77,33	3,54
<i>Crenicichla britskii</i> Kullander, 1982	Cichlidae	sp37	25	35	1,02	122,58	5,61
<i>Crenicichla haroldoi</i> Luengo & Britski, 1974	Cichlidae	sp38	19	2	0,06	0,43	0,02
<i>Crenicichla niederleini</i> (Holmberg, 1891)	Cichlidae	sp39	28	3	0,09	2,76	0,13
<i>Satanoperca papaterra</i> (Heckel, 1840)	Cichlidae	sp40	17	15	0,44	14,55	0,67
Ordem Synbranchiformes							
<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795	<u>Synbranchidae</u>	sp41	130	2	0,06	5,15	0,24
Ordem Rajiformes							
<i>Potamotrygon motoro</i> (Müller & Henle, 1841)	Potamotrygonidae	sp42	*	2	0,06	*	

* Animais não mensurados

Tabela III – Índice de importância das espécies (I) (em negrito as 5 espécies mais importantes em cada ponto de coleta) e constância de captura (c), onde C= constante, A= acessórias e R= raras.

Ordem	P01			P02			P03			P04			P05		
	I	c		I	c		I	c		I	c		I	c	
Characiformes															
<i>A. altiparanae</i>	0	33	A	1,17	33	A	0,67	50	C	0,52	33	A	3,16	50	C
<i>A. lacustris</i>	0	0		0	0		0	0		0,01	17	R	0,03	17	R
<i>A. piracicabae</i>	0	17	R	0,06	33	A	0	0		0,01	33	A	0,03	17	R
<i>A. anisitsi</i>	0,27	67	C	0,1	67	C	19,31	67	C	0,11	50	C	0,37	83	C
<i>B. stramineus</i>	0,34	17	R	5,94	33	A	21,41	33	A	14,26	33	A	4,06	17	R
<i>C. modestus</i>	0	33	A	0,01	33	A	0,05	17	R	0,24	17	R	0,1	17	R
<i>G. knerii</i>	0	0		0	17	R	0	0		0	0		0	0	
<i>H. marginatus</i>	64,17	100	C	55,32	100	C	50,87	50	C	72,66	67	C	37,38	100	C
<i>H. malabaricus</i>	0	0		0,02	17	R	0,05	17	R	0	0		0,06	17	R
<i>H. eques</i>	30,52	100	C	28,42	100	C	2,64	67	C	1,35	50	C	19,32	100	C
<i>L. friderici</i>	0	0		0,02	33	A	0,01	17	R	0	0		0	0	
<i>L. octofasciatus</i>	0	17	R	0	17	R	0	0		0	0		0	0	
<i>L. striatus</i>	0	0		0	0		0	17	R	0	0		0	0	
<i>M. maculatus</i>	0	17	R	0	0		0	0		0	0		0	17	R
<i>M. intermédia</i>	0,09	50	C	0,04	17	R	0	0		0	0		1,19	33	A
<i>M. tiete</i>	0	0		0	17	R	0	0		0	17	R	0	0	
<i>O. pinto</i>	0	0		0,05	33	A	0,02	17	R	0,01	17	R	0,04	50	C
<i>R. paranensis</i>	0,02	33	A	0,41	67	C	2,83	33	A	1,55	33	A	0,54	67	C
<i>S. nasutus</i>	0	33	A	0	17	R	0	0		0	0		0,02	33	A
<i>S. notomelas</i>	4,33	100	C	2	67	C	0,62	33	A	7,28	50	C	22,29	83	C
<i>S. maculatus</i>	0,06	67	C	0,33	50	C	0,67	33	A	0,78	17	R	2,5	83	C
<i>S. marginatus</i>	0	0		0,01	17	A	0	0		0	0		0	0	
<i>S. brevipinna</i>	0,03	50	C	3,58	50	C	0,04	33	A	0	0		7,35	83	C
Gymnotiformes															
<i>E. trilineata</i>	0	17	R	0,04	33	A	0,01	17	R	0	0		0,02	17	R
<i>E. virescens</i>	0	0		0,03	33	A	0	0		0	0		0	0	
<i>G. carapo</i>	0	0		0,83	67	C	0	0		0,03	33	A	0,54	67	C
<i>R. hahni</i>	0	17	R	0	0		0	0		0	0		0	0	
Siluriformes															
<i>H. ancistroides</i>	0,02	50	C	0	0		0,13	67	C	0,06	50	C	0	0	
<i>Hypostomus</i> sp1	0	17	R	0	17	R	0,09	33	A	0,01	17	R	0	0	
<i>Hypostomus</i> sp2	0	0		0	0		0	17	R	0	0		0	0	
<i>L. platymetopon</i>	0	0		0	0		0	17	R	0	0		0	17	R
<i>T. galeatus</i>	0	0		0	0		0,03	17	R	0	0		0	0	
<i>P. maculatus</i>	0	0		0	0		0	0		0	0		0	17	R
<i>R. quelen</i>	0	0		0	0		0	0		0	17	R	0	0	
Perciformes															
<i>C. monoculus</i>	0,05	33	A	0,05	33	A	0,02	17	R	0	0		0,19	50	C
<i>C. paranaense</i>	0,03	33	A	0,48	50	C	0	0		0	0		0,58	50	C
<i>C. britskii</i>	0,05	50	C	1,07	83	C	0,49	50	C	0,96	83	C	0,14	50	C
<i>C. haroldoi</i>	0	0		0	0		0	17	R	0	0		0	0	
<i>C. niederleinii</i>	0	0		0	0		0,01	17	R	0	0		0	17	R
<i>S. pappaterra</i>	0	0		0	0		0	17	R	0,14	50	C	0,08	50	C
Synbranchiformes															
<i>S. marmoratus</i>	0	0		0,01	17	R	0	0		0	0		0,01	17	R
Rajiformes															
<i>P. motoro</i>	0	17	R	0	0		0	0		0	0		0	0	

Tabela IV – Índices de diversidades, dominância e equitabilidade nos diferentes pontos de coleta.

Atributos Ecológicos	P01	P02	P03	P04	P05
Diversidade de Shannon Winner (H')	2,16	2,99	3,02	2,84	3,48
Diversidade Máxima (Hmax)	4,52	4,81	4,64	4,25	4,75
Dominância de Simpson (D)	0,32	0,21	0,18	0,22	0,13
Equitabilidade de Pielou (E)	0,48	0,62	0,65	0,67	0,73

Tabela V – Valores médios (entre as diferentes profundidades), exceto transparência, material em suspensão e nutrientes totais, das variáveis limnológicas obtidas nos diferentes pontos de coleta.

	pH						Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)						Temperatura (°C)					
	set-04	nov-04	jan-05	mar-05	mai-05	ago-05	set-04	nov-04	jan-05	mar-05	mai-05	ago-05	set-04	nov-04	jan-05	mar-05	mai-05	ago-05
P01	7,2	7,5	6,2	6,6	7,3	6,1	8,7	6,5	6,2	8,4	6,2	8,0	23,0	25,5	27,2	27,6	25,4	22,2
P02	7,3	6,6	6,3	6,6	7,3	7,6	8,6	7,7	6,3	5,0	9,5	8,3	22,1	25,5	27,1	27,4	25,3	22,4
P03	7,2	6,3	5,9	6,5	7,2	7,6	9,7	8,0	5,9	5,2	10,0	9,0	20,8	25,7	26,9	27,2	25,2	22,1
P04	7,2	6,2	5,2	6,4	6,9	7,2	9,6	7,8	6,0	6,4	9,2	12,0	20,5	25,2	27,1	26,9	24,6	22,4
P05	7,4	6,2	5,5	5,9	7,0	7,1	8,8	7,6	5,4	9,2	13,2	12,0	21,0	25,6	27,0	27,3	25,2	22,5

	Condutividade (µS cm ⁻¹)						Transparência (m)						Turbidez (NTU)					
	set-04	nov-04	jan-05	mar-05	mai-05	ago-05	set-04	nov-04	jan-05	mar-05	mai-05	ago-05	set-04	nov-04	jan-05	mar-05	mai-05	ago-05
P01	46	70	70	70	48	64	2,8	1,5	0,4	1	2	3,5*	8,2	36,7	52,4	17,3	15,1	9,0
P02	70	70	70	70	44	64	2,3	1,6	0,1	0,8	2,2	2,8*	4,5	33,4	40,2	12,3	7,4	4,2
P03	90	80	90	80	80	65	2,2	1	0,2	1	2,7	3*	5,1	55,1	83,4	14,0	7,8	6,0
P04	60	70	70	70	52	65	2,1	1,3	0,1	0,7	2,2	5,8*	5,1	98,0	135,5	20,3	6,5	5,7
P05	60	70	90	80	85	65	2,7	1,9	0,2	1	2,5	3,5*	5,0	94,7	140,0	21,0	6,9	5,8

	Material em suspensão (mg L ⁻¹)						Nitrogênio total (µg L ⁻¹)						Fósforo total (µg L ⁻¹)					
	set-04	nov-04	jan-05	mar-05	mai-05	ago-05	set-04	nov-04	jan-05	mar-05	mai-05	ago-05	set-04	nov-04	jan-05	mar-05	mai-05	ago-05
P01	4,1	5,77	9,19	4,1	2,17	1,68	192,8	365,6	532,9	320,9	240,5	251,5	14,1	21,7	19,2	33,0	31,6	25,8
P02	2,23	7,17	18,4	4,27	2,73	1,98	236,4	360,8	586,7	363,4	300,6	320,1	9,5	36,7	53,8	45,6	30,4	26,0
P03	4,16	12,96	14,76	3,38	2,44	1,96	242,1	418,2	661,6	373,1	295,7	466,0	9,9	28,7	32,4	38,4	39,8	30,2
P04	2,53	5,28	31,87	5,33	3,43	1,75	305,5	328,9	659,0	340,0	288,2	305,9	7,9	32,8	52,8	50,1	34,5	30,6
P05	2,38	3,22	15,96	3,55	1,99	2,35	224,2	315,6	554,6	364,3	305,5	289,1	5,9	31,6	39,0	38,4	28,7	24,2

* = fundo

Tabela VI – Correlações das variáveis bióticas e abióticas mais significativa ($r > 0,4$) com os componentes principais 1 e 2.

	Sigla	r (Eixo 1)	r (Eixo 2)
Bióticas			
<i>A. anisitsi</i>	sp4	0,515	0,376
<i>B. stramineus</i>	sp5	-0,437	0,531
<i>L. striatus</i>	sp13	0,547	0,365
<i>R. paranensis</i>	sp18	-0,312	0,492
<i>S. maculatus</i>	sp21	-0,371	0,526
<i>Hypostomus sp2</i>	sp30	0,547	0,365
<i>P. maculatus</i>	sp33	0,481	0,265
<i>R. quelen</i>	sp34	-0,423	-0,498
<i>C. britskii</i>	sp37	0,001	-0,578
Abióticas			
Nitrogênio total	Nt	-0,471	0,615
Fósforo total	Pt	0,041	0,561
Pluviosidade	Pluvio	-0,318	0,526
pH	pH	0,284	-0,409
Temperatura	T	0,066	0,451
Condutividade	K	0,174	0,410
Turbidez	Turb	-0,359	0,445
Material em suspensão	SSt	-0,418	0,503

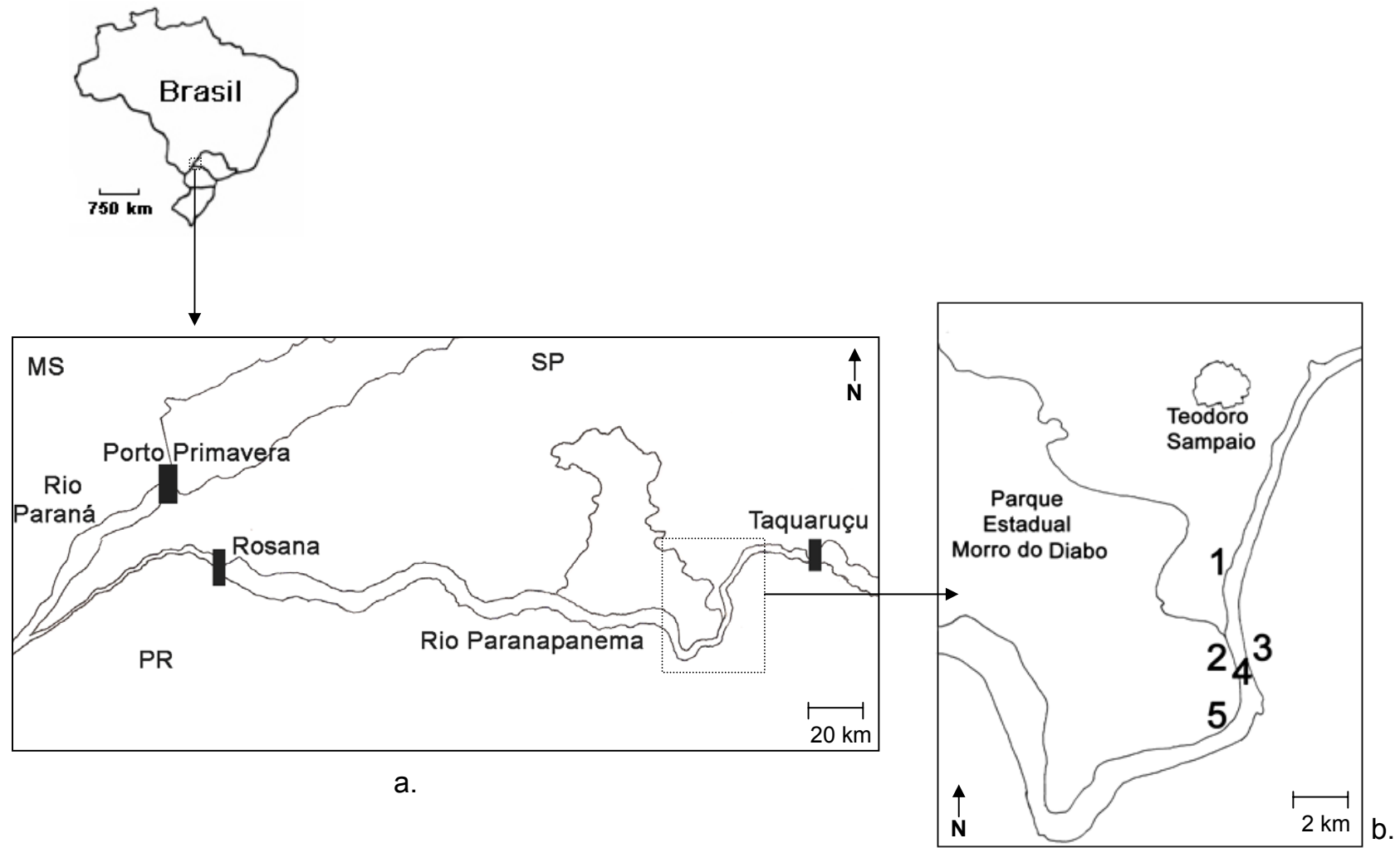


Figura 1 – Mapa do Brasil situando a região do pontal do Paranapanema e, nos detalhes, o reservatório de Rosana (a.) e os respectivos pontos de coleta (b.).

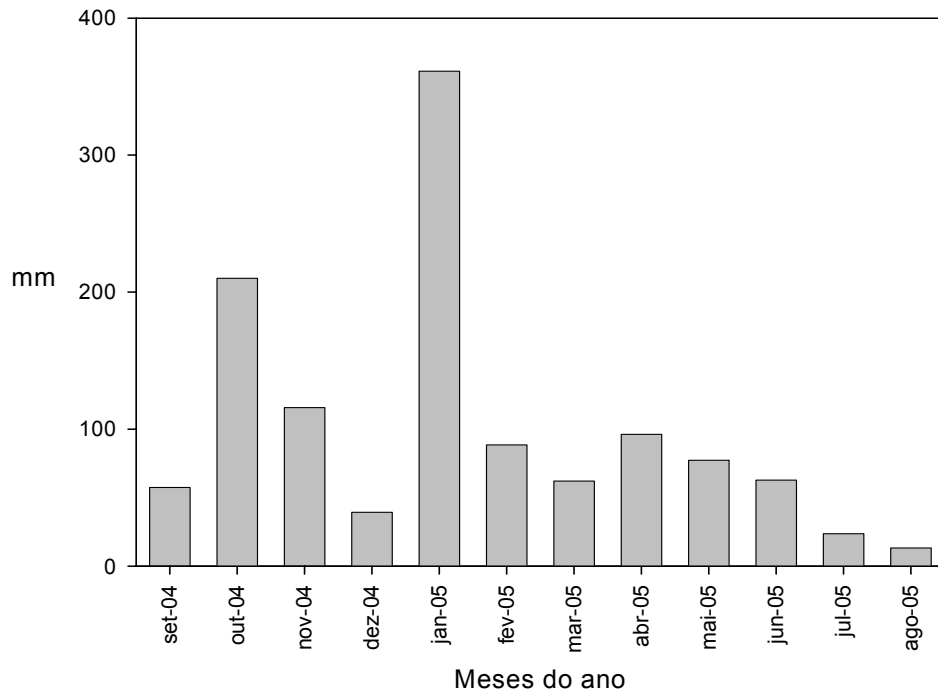


Figura 2 – Acumulado mensal da pluviosidade da área de estudo durante o período de amostragem. Fonte: Parque Estadual do Morro do Diabo.

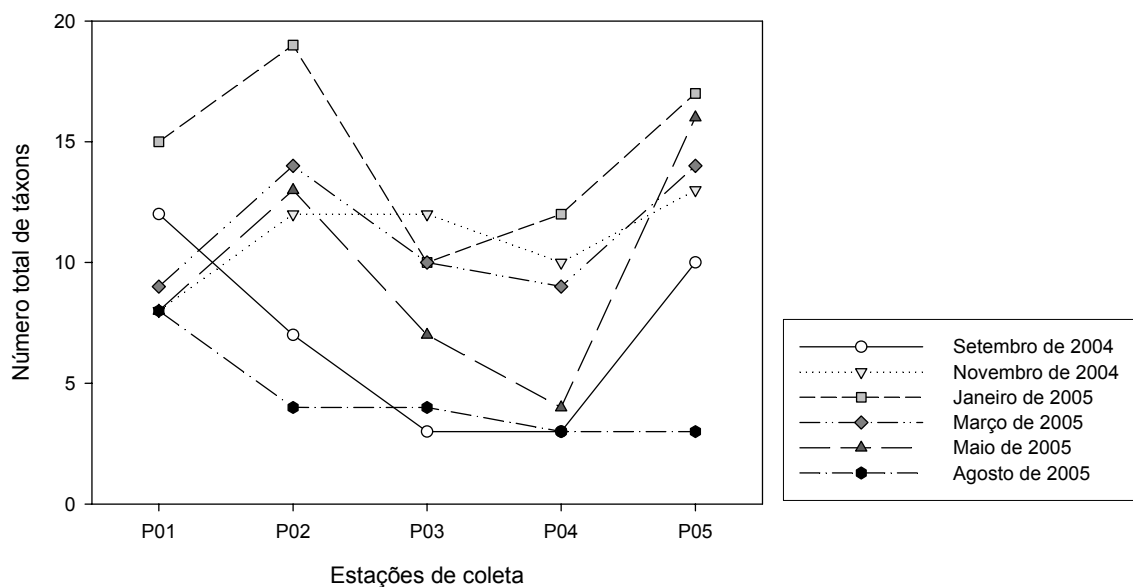


Figura 3 – Número total de táxons da ictiofauna nos pontos de amostragem, considerando os diferentes períodos estudados.

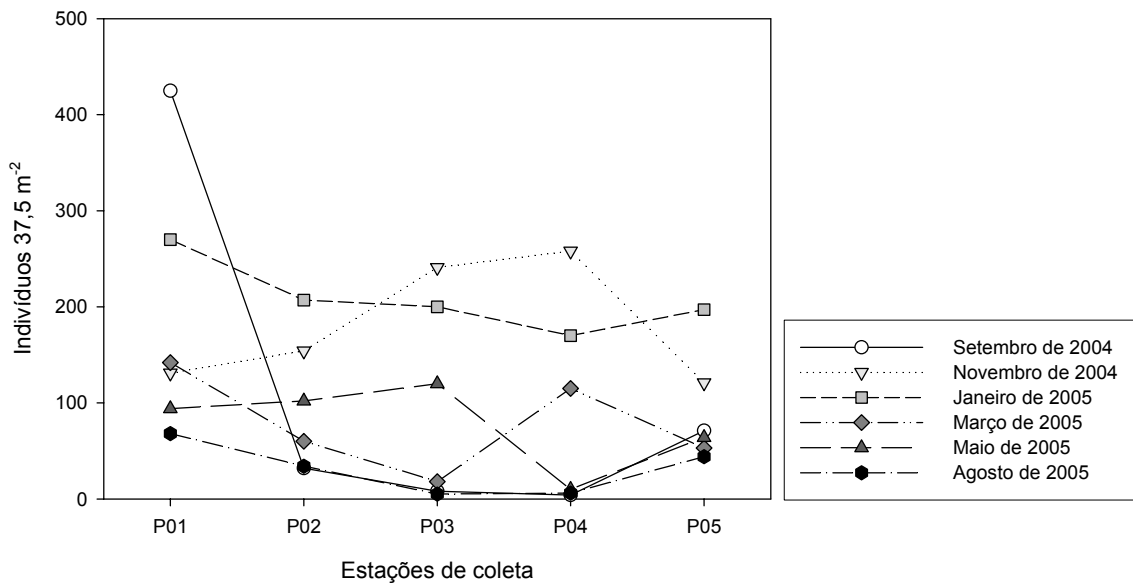


Figura 4 – Abundância absoluta da ictiofauna (indivíduos por 37,5 m² de rede) nos pontos de amostragem, considerando os diferentes períodos estudados.

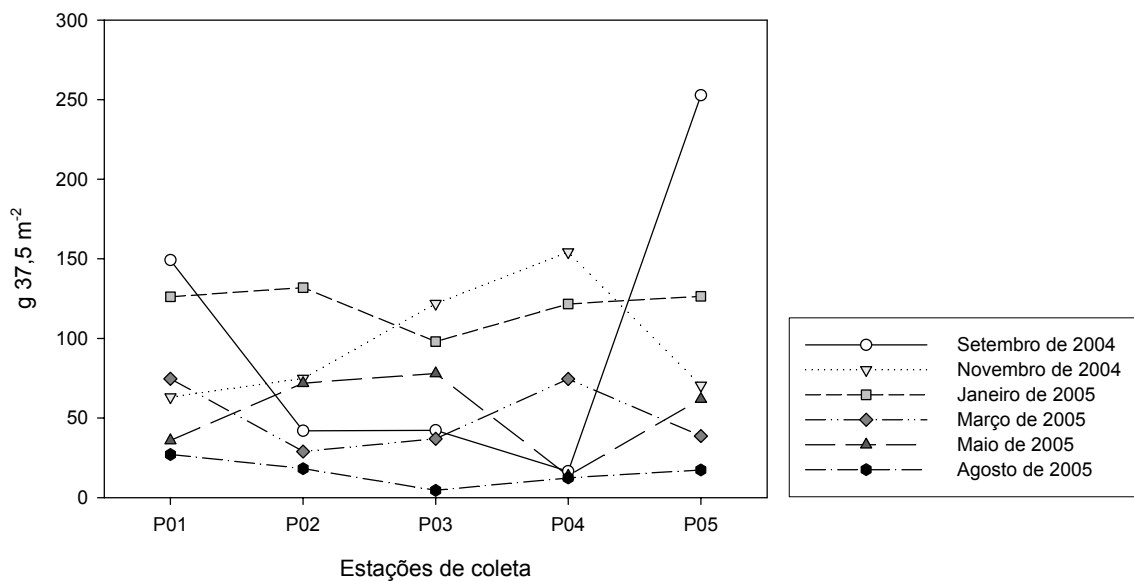


Figura 5 – Biomassa da ictiofauna (gramas por 37,5m² de rede) nos pontos de amostragem, considerando os diferentes períodos estudados.

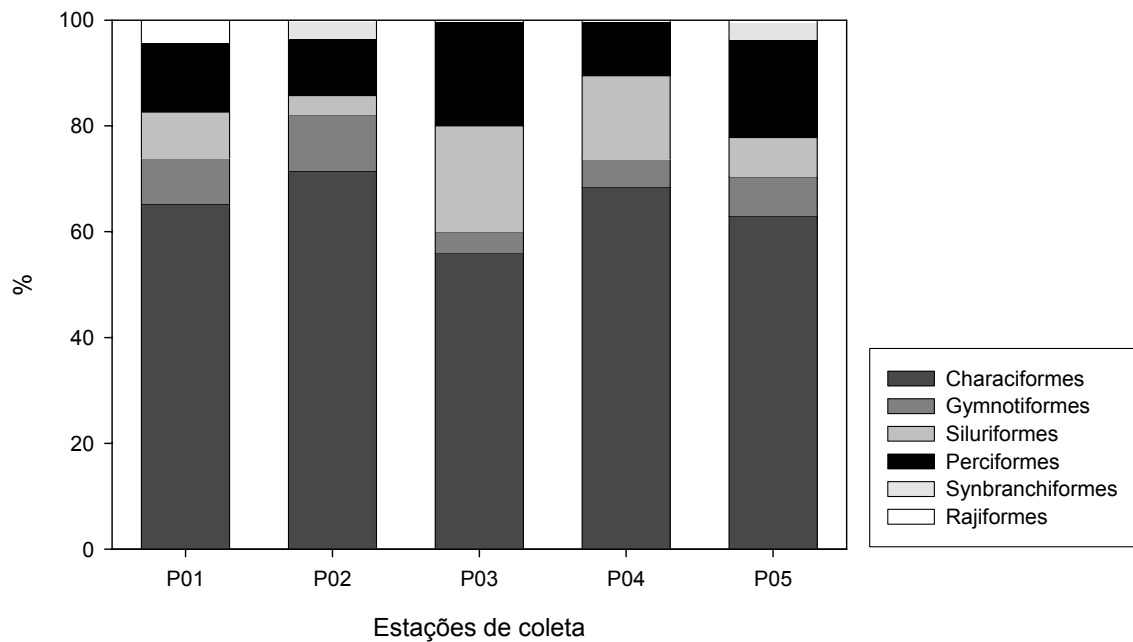


Figura 6 – Abundância relativa da ictiofauna, por Ordem, nos diferentes pontos de amostragem.

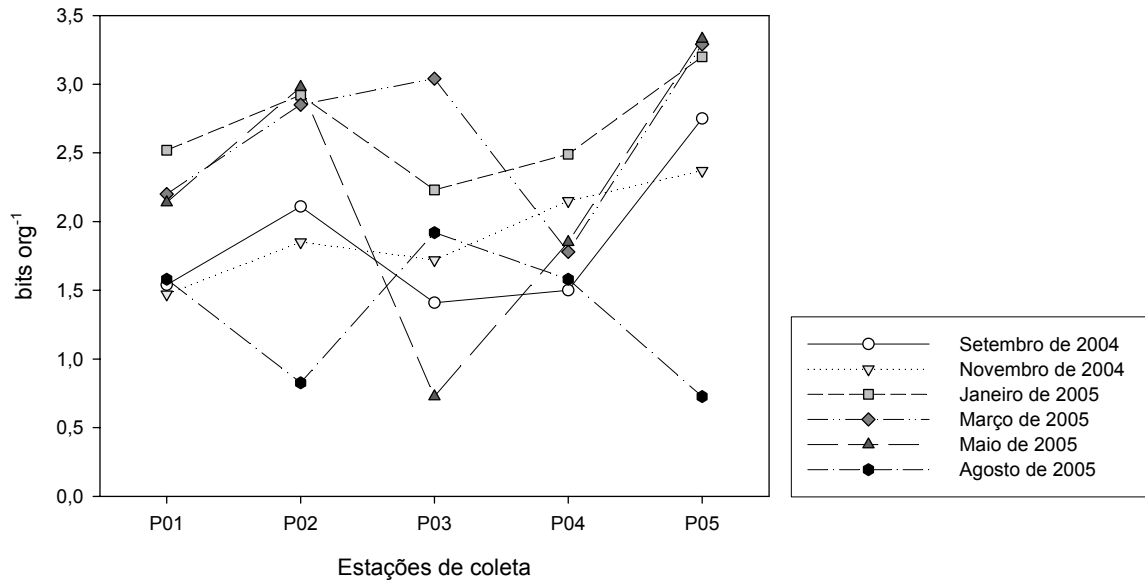


Figura 7 – Índice de diversidade de Shannon-Winner (H') da ictiofauna nos pontos de amostragem, considerando os diferentes períodos estudados.

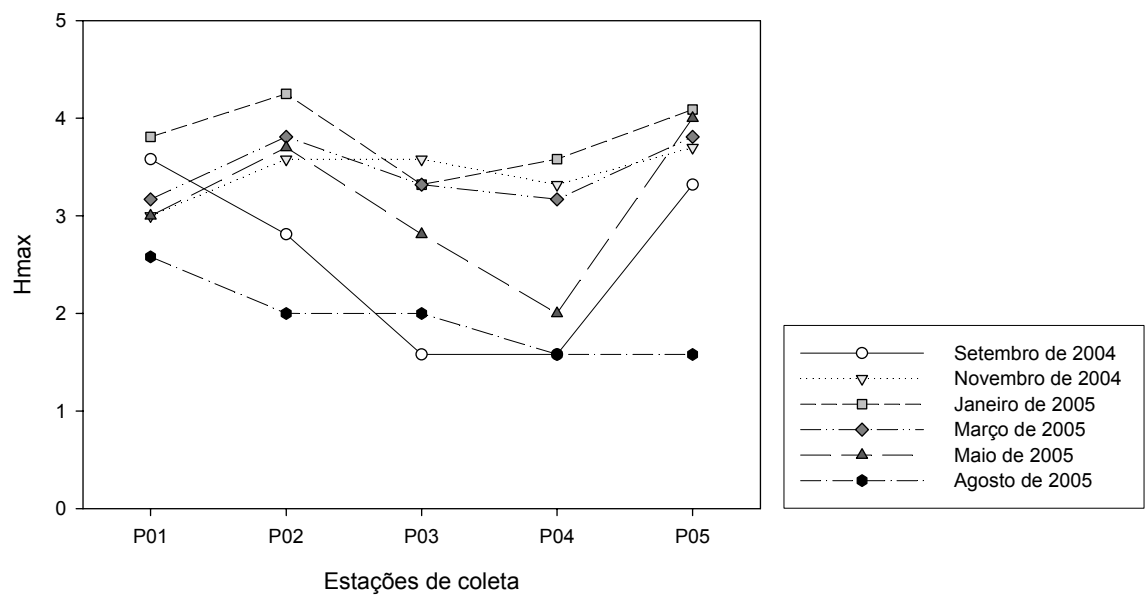


Figura 8 – Índice de diversidade máxima (H_{max}) da ictiofauna nos pontos de amostragem, considerando os diferentes períodos estudados.

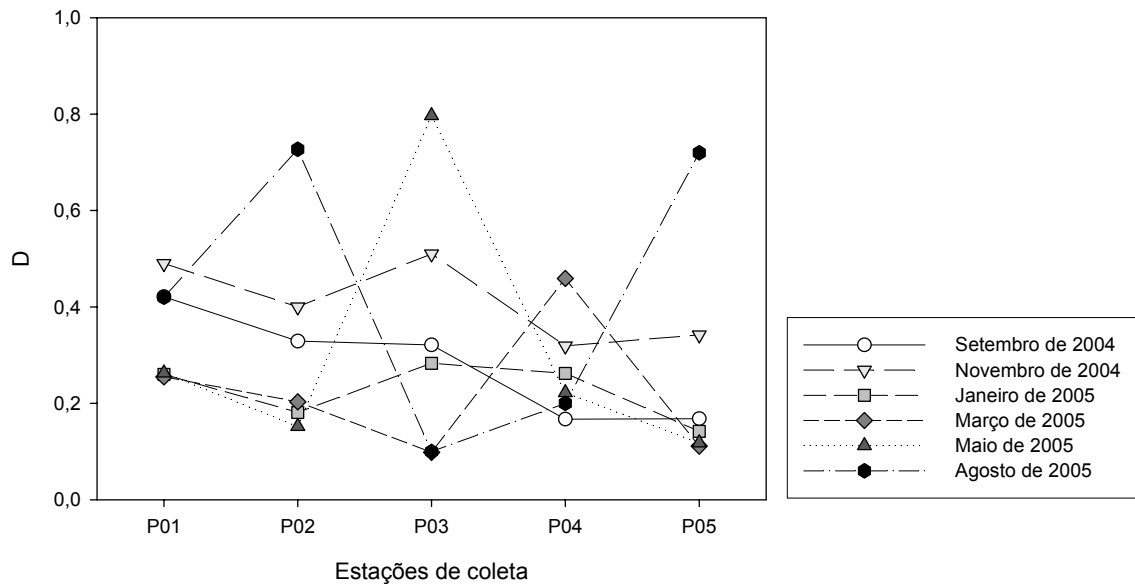


Figura 9 – Dominância de Simpson (D) nos pontos de amostragem, considerando os diferentes períodos estudados.

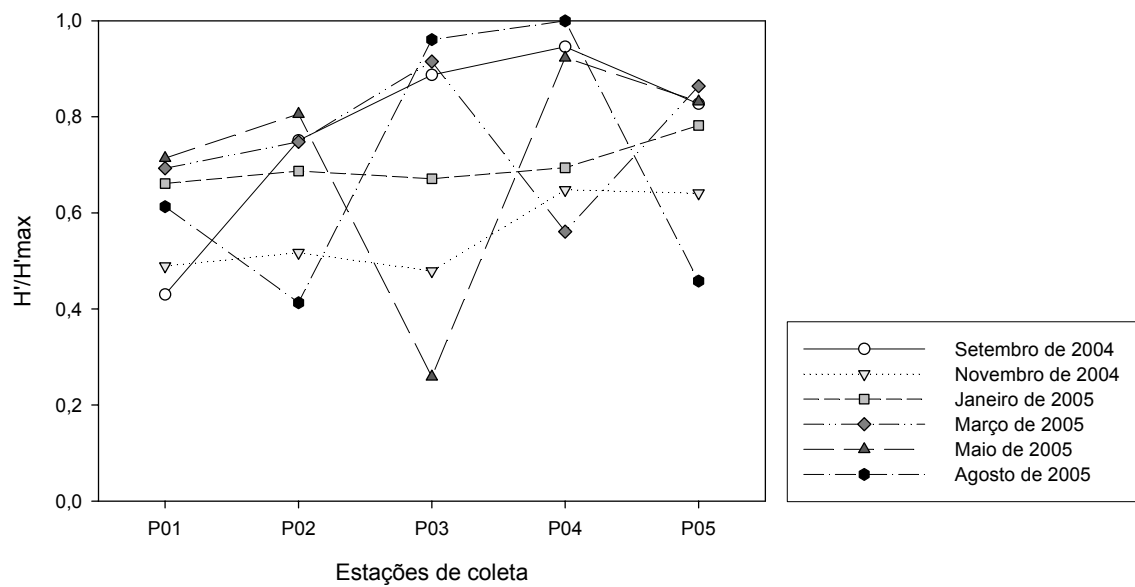


Figura 10 – Equitabilidade de Pielou (E) da ictiofauna nos pontos de amostragem, considerando os diferentes períodos estudados.

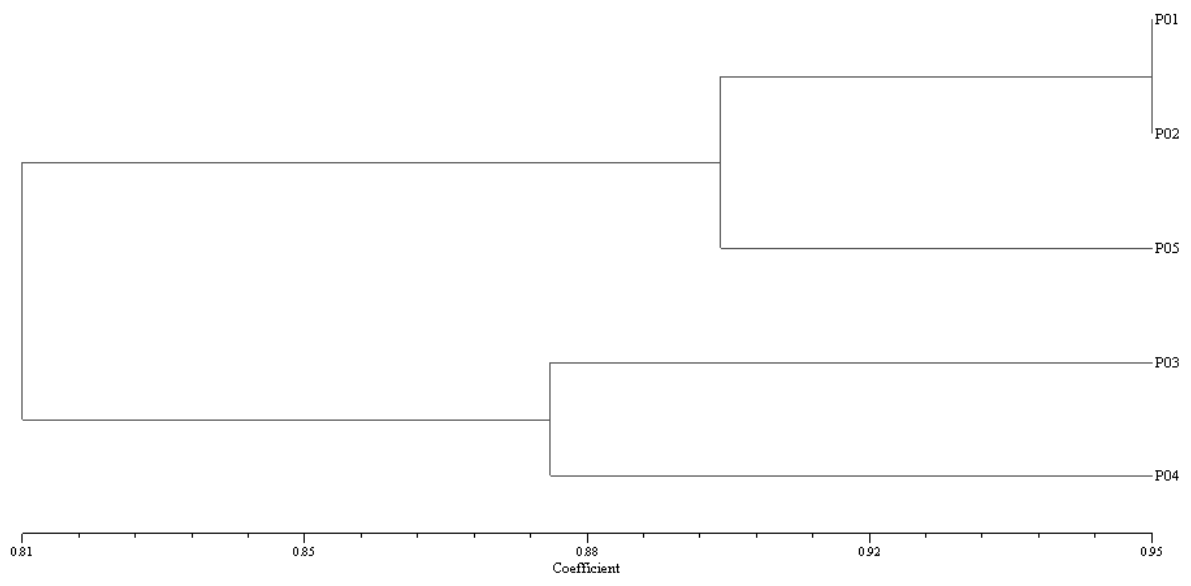


Figura 11 – Resultado gráfico da análise de similaridade dos pontos de amostragem, com base nas espécies da ictiofauna.

Artigo 2

III. 2 Artigo 2

CARACTERÍSTICAS LIMNOLÓGICAS DAS LAGOAS MARGINAIS DO RESERVATÓRIO DE ROSANA (RIO PARANAPANEMA, SP-PR)

FERRAREZE, M. F.¹ & NOGUEIRA, M. G.²

¹ Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências – UNESP, Campus de Botucatu.
Caixa Postal 510, CEP 18618-000, Botucatu/SP (mferrareze@ibb.unesp.br)

² Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências – UNESP, Campus de Botucatu.
Caixa Postal 510, CEP 18618-000, Botucatu/SP (nogueira@ibb.unesp.br)

RESUMO: Características limnológicas das lagoas marginais do reservatório de Rosana (rio Paranapanema, SP-PR). O objetivo do trabalho foi realizar uma análise limnológica de 4 diferentes lagoas marginais do reservatório de Rosana (SP/PR) comparando-as com o canal principal da zona de transição rio Paranapanema/reservatório. As coletas foram realizadas em setembro e novembro de 2004 e janeiro, março, maio e agosto de 2005. As variáveis analisadas foram clorofila *a*, turbidez, nutrientes totais (P e N) e dissolvidos (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^- e SiO_2^-), transparência, sólidos em suspensão, temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica. As chuvas concentradas no período de verão, e o conseqüente aporte de material alóctone, levaram a alterações pronunciadas como o aumento da turbidez, da concentração de material em suspensão e dos nutrientes (exceto sílica) e a diminuição da transparência. O período seco apresentou transparência muito mais elevada, pH tendendo à neutralidade e maior concentração de oxigênio e de clorofila *a*. A análise de PCA evidenciou a marcada influência da sazonalidade. Em um lado do 1º componente situaram-se as estações de coleta amostradas nos meses de setembro de 2004, maio e agosto de 2005 (valores mais altos de pH, de oxigênio dissolvido e de transparência); enquanto que do outro lado do componente os locais amostrados em novembro de 2004 e janeiro e março de 2005 (alta turbidez e concentração de material em suspensão inorgânico). A análise de agrupamento (valores médios por local) mostrou haver uma maior similaridade das lagoas entre si, e o ponto rio/reservatório mantendo uma posição mais distanciada. Os resultados indicaram que os principais fatores responsáveis pela dinâmica limnológica do sistema estudado foram de natureza regional – alternância entre período seco e chuvoso, com grande aporte de sedimentos e nutrientes no último período, que entra no reservatório de Rosana principalmente através dos seus tributários. Os processos locais relacionados ao metabolismo das

lagoas marginais (e.g. produção, respiração, decomposição) parecem desempenhar um papel secundário. No entanto, o conjunto de ambientes - rio, reservatório e lagoas marginais, apresentou uma grande variabilidade das características limnológicas, inclusive num mesmo período de estudo. Isto denota uma alta diversidade de habitats e aponta para a necessidade de sua incorporação em estratégias de conservação regional.

Palavras-chave: Lagoas marginais, reservatório de Rosana, rio Paranapanema, variáveis físico-químicas, clorofila.

ABSTRACT: Limnological characteristics of the floodplains lagoons of Rosana Reservoir (Paranapanema River, SP-PR, Brazil). The aim of this work was to perform a limnological analyzes of four floodplains lagoons of the Rosana Reservoir (SP/PR) and compare to the transitional zone River Paranapanema/reservoir. The fieldworks was carried out in September and November/2004 and January, March, May and August/2005. The analyzed variables were chlorophyll *a*, turbidity, total (phosphorus and nitrogenous) and dissolved nutrients (ammonium, nitrate, nitrite, phosphates and silicate), transparency, suspended solids, temperature, pH, dissolved oxygen and electric conductivity. The summer rains, bringing a high input of allochthonous matter, results in conspicuous changes - high turbidity and nutrient concentrations (except silicate) and low transparency. Higher values of transparency, dissolved oxygen and chlorophyll *a* and neutral pH were found in the dry period. The PCA analysis clearly showed the influence of seasonality. Correlated to the first axis were the sampling points of September, May and August (higher values of pH, dissolved oxygen and transparency); while in the second axis were correlated the points of November, January and March (higher values of turbidity, suspended inorganic solids). The cluster analysis (mean values for each sampling station) showed a separated position of the Paranapanema River/reservoir and a higher similarity among the lagoons. The results indicated that the regional factors were the main responsible for the limnological dynamics of the study environments. The alternation between dry and rainy periods changes significantly river and lagoons, mainly due to tributaries contribution. The local processes, related to the metabolism of lagoons (productivity, respiration, decomposition), seems to have lower importance. Nevertheless, the system as a whole – river, reservoirs and floodplain lagoons, showed

a higher limnological variability. This fact indicates a diversity of habitats, showing the necessity of their incorporation in regional conservation strategies.

Key-words: Floodplain lagoons, Rosana Reservoir, Paranapanema River, physical and chemical variables, chlorophyll.

INTRODUÇÃO

A construção de reservatórios no Brasil tem aumentado consideravelmente nos últimos anos e esta tendência deve-se manter em função do desenvolvimento sócio-econômico e da política energética adotada no país. Estes corpos d' água são formados para atender diversas necessidades da sociedade, tais como: abastecimento de água, regularização, irrigação, navegação, pesca, recreação e, principalmente, obtenção de energia elétrica. Entretanto, os impactos gerados por estes empreendimentos são inúmeros, acarretando na formação de ecossistemas lacustres artificiais e produzindo diferentes alterações tanto no ambiente aquático como no terrestre adjacente. Esses efeitos tornam-se mais acentuados quando observados em sistemas de reservatórios em cascata, como o caso do rio Paranapanema, onde, qualquer processo ocorrendo em um reservatório individual será transferido para aqueles localizados a sua jusante (Tundisi & Straškraba, 1999; Nogueira et al., 2005).

Um tipo de ecossistema que pode ser formado e/ou alterado com a construção de represas são as lagoas marginais, objetos de estudo do presente trabalho. A presença de áreas alagadas, permanentes ou temporárias, nas regiões de cabeceira dos reservatórios, como lagoas e várzeas, é importante para os fluxos de nutrientes, manutenção dos recursos tróficos e da biodiversidade do sistema como um todo (Naiman et al., 1988; Pieczynska, 1990; Wetzel & Likens, 1991; Mitsch, 1996; Thomaz et al., 1997; Straškraba & Tundisi, 2000). Tais atributos estão intimamente associados ao fato destes ambientes funcionarem como zonas de intensa interação (ecótonos) com os ecossistemas terrestres da bacia de drenagem. O grande interesse científico nestas áreas se deve ao fato das mesmas serem consideradas altamente produtivas (Wetzel & Likens, 1991), recebendo aportes significativos de detritos que

variam com a época do ano, inclusive devido aos ciclos fenológicos da vegetação marginal (Henry, 2003).

No caso de Rosana, último de um sistema de onze reservatórios, a interação com a vegetação terrestre deve ser de grande importância, devido à presença de uma extensa área de mata nativa na margem direita do reservatório – onde se localiza o Parque Estadual do Morro do Diabo que abriga a maior área de floresta nativa do interior do Estado de São Paulo.

Outro fator relevante é que a ocorrência de compartimentos laterais favorece o desenvolvimento de macrófitas aquáticas, que por sua vez apresentam uma importante função de absorver e reter nutrientes na sua biomassa (Howard-Williams & Junk, 1977; Kistritz, 1978, Pompêo & Henry, 1998). Estas plantas, ao morrer e se decompor, devolvem ao corpo d'água os nutrientes por elas acumulados, acarretando num aumento destes elementos químicos no ambiente. Assim, pode-se atribuir às macrófitas aquáticas um papel fundamental nos ciclos biogeoquímicos daqueles ecossistemas, onde tais organismos ocorrem em grande abundância (Barbieri & Esteves, 1991; Piedade et al., 1991).

A existência de lagoas marginais laterais aos reservatórios deve retardar o processo de envelhecimento do mesmo, uma vez que estas funcionam como filtros biológicos, retendo o material escoado da bacia de drenagem, degradando a matéria orgânica, além de abrigarem comunidades bióticas complexas. Daí a necessidade de preservar as áreas existentes e criar outras, mesmo artificialmente, dentro de um plano de manejo ambiental com vistas à garantia da qualidade da água nos reservatórios (Straškraba & Tundisi, 2000).

Portanto, a investigação dos diferentes compartimentos de um reservatório, incluindo suas lagoas marginais, faz-se necessária para o entendimento da dinâmica do

sistema como um todo e, conseqüentemente, contribuir para uma gestão responsável do seu uso.

O objetivo do trabalho foi realizar uma análise comparativa entre as diferentes lagoas encontradas na região marginal do reservatório de Rosana, assim como com o canal principal do rio Paranapanema, em base às características limnológicas estudadas nos diferentes períodos do ano.

ÁREA DE ESTUDO

O reservatório de Rosana está localizado na região oeste do Estado de São Paulo e norte do Estado do Paraná, na bacia hidrográfica do rio Paranapanema. Este reservatório é o último de uma série de 11 reservatórios construídos no rio Paranapanema, estando sua barragem localizada a 22° 36'S e 52° 52'W. Sua área de drenagem é de 11.000 km², com superfície do espelho d'água de 276,14 km² e profundidade média de 8 metros (CESP, 1987). Trata-se de um reservatório do tipo “fio d'água” com tempo de residência média da água calculado entre 21,3 dias (média para 2000) e 18 dias (média para 2001) (Nogueira et al., 2005).

O clima é o subtropical úmido com temperatura atmosférica média anual de 21 °C. Esta região possui duas estações climáticas definidas pelo regime pluviométrico: estação chuvosa e de seca. A pluviosidade apresenta variações regionais, em torno de 1100 a 1300 mm, na margem paulista, e de 1500 a 1600 mm do lado paranaense (Duke Energy, 2001).

Hoje, para ambos os Estados (SP e PR), o diagnóstico da situação ambiental na região indica a quase inexistência de matas ciliares, com exceção do Parque estadual do Morro do Diabo (33.845,33 ha), restando somente poucos fragmentos florestais em

alguns municípios, principalmente paulistas (Rosana, Teodoro Sampaio e Euclides da Cunha) (Duke Energy, 2001).

MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos de campo foram realizados em setembro e novembro de 2004 e janeiro, março, maio e agosto de 2005. Os locais de coleta (Tab. I) estão localizados no trecho superior do reservatório (zona de transição rio-represa), sendo 4 lagoas (3 naturais e 1 proveniente de cava de mineração inundada), e um ponto fixo no canal principal do reservatório, adjacente às lagoas (Fig. 1). Todas as lagoas permanecem permanentemente conectadas com o reservatório.

Os dados de precipitação pluviométrica durante o período de estudo foram coletados pela estação climatológica do Parque Estadual Morro do Diabo (Instituto Florestal do Estado de São Paulo), localizada no município de Teodoro Sampaio (SP).

A temperatura, o oxigênio dissolvido, o pH e a condutividade foram medidos *in situ*, a cada 0,5 m de profundidade até o fundo, utilizando o analisador de água da marca Horiba (U-22). A transparência da coluna d'água foi determinada com auxílio do disco de Secchi.

As amostras para as análises da turbidez, clorofila *a*, nutrientes (totais e dissolvidos) e material em suspensão foram tomadas a 1,0 m de profundidade.

A turbidez foi medida com turbidímetro da marca MSTecnopon.

A análise da clorofila *a* foi realizada pelo método de maceração manual dos filtros (Millipore AP40) e extração do pigmento em acetona 90% a frio (Talling & Driver, 1963). O volume filtrado por amostra foi de 0,5L.

Para determinação dos nutrientes totais as amostras de água foram armazenadas em frascos de polietileno e imediatamente congeladas. Em laboratório, a análise do nitrogênio total foi feita através digestão da amostra (Valderrama, 1981) e determinação pelo método espectrofotométrico segundo Mackreth et al. (1978). A determinação de fósforo total foi feita segundo Strickland & Parsons (1960).

Para os nutrientes dissolvidos as amostras de água coletadas foram filtradas, armazenadas em frascos de polietileno e imediatamente congeladas. Em laboratório as análises seguiram os seguintes métodos: Nitrito e Silicato - Golterman et al. (1978); Nitrato - Marckereth et al. (1978); Amônia - Koroleff (1976); Fosfatos - Strickland & Parsons (1960).

A determinação do material em suspensão foi realizada seguindo o princípio gravimétrico descrito por Cole (1979). Foram utilizados filtros Millipore AP40, balança analítica Metler com precisão de 0,00001 g e, geralmente, o volume de 0,5L de amostra de água na filtração.

O procedimento de filtração, para as diferentes variáveis, foi feito ainda no campo, imediatamente após a coleta das amostras, utilizando-se bomba à vácuo Tecnal.

Com a finalidade de identificar algum tipo de associação entre os pontos de amostragem foi efetuada uma análise de similaridade (correlação de Pearson) (Estatística 5.0), utilizando-se a média (entre os períodos) das variáveis ambientais. Também foi realizada uma análise de componentes principais, utilizando uma matriz de covariância com os valores mensais das variáveis ambientais previamente padronizados ($\log(x+1)$), exceto o pH, através do programa estatístico Pcord, versão 4.1 para Windows (McCune & Mefford, 1999). Para as variáveis obtidas em perfil vertical, foi utilizado o valor médio da coluna d'água.

RESULTADOS

Durante o período de estudo a época chuvosa estendeu-se de setembro de 2004 até janeiro de 2005, com média mensal de 156,7 mm, enquanto que o período seco abrangeu os meses de fevereiro a agosto de 2005, com média mensal de 60,6 mm (Fig. 2). Janeiro de 2005 foi o mês mais chuvoso, com 361,2 mm, e agosto do mesmo ano o mais árido, com 13,3 mm. Entre setembro de 2004 e agosto de 2005 a precipitação acumulada foi de 1.207,5 mm.

Os valores de transparência, turbidez e a média (entre as profundidades ao longo da coluna d'água) das variáveis pH, oxigênio dissolvido, temperatura e condutividade elétrica da água são apresentados na Tab. II. Os resultados mostraram marcada influência da sazonalidade. As variáveis que melhor indicaram as diferenças temporais nas características limnológica/qualidade de água foram a turbidez, o material em suspensão e a transparência.

Em geral, os valores de pH apresentaram-se levemente ácidos durante o período chuvoso e mais básicos durante o período seco. A maior acidez foi observada no rio Paranapanema (P04), no mês de janeiro, com valor médio de 5,2, e o maior valor foi de 7,6, registrado no mês de agosto, nas lagoas A (P02) e Paraná (P03).

As concentrações de oxigênio dissolvido foram maiores no outono/inverno, provavelmente devido à influência positiva das menores temperaturas. As maiores concentrações foram registradas na lagoa B (P05) (13,2 mg L⁻¹), durante o mês de maio, e no ponto do rio Paranapanema (P04) e da lagoa B (P05) (12 mg L⁻¹), no mês de agosto. O valor mais baixo foi de 6,0 mg L⁻¹, observado no rio Paranapanema (P04), em janeiro de 2005.

Devido às intensas precipitações pluviométricas seguidas do aporte de material alóctone carregado pela água de drenagem, os meses mais chuvosos apresentaram uma menor transparência de água e uma maior turbidez, quando comparados ao período mais seco. Janeiro foi o mês em que a transparência da água esteve mais baixa, atingindo apenas 0,1 m no canal do rio Paranapanema (P04). No inverno a transparência da água foi alta, sendo registrado para o mês de agosto transparência total da coluna d'água em todos os pontos de amostragem. A turbidez apresentou um pico máximo de 148 NTU, na lagoa B (P05), durante o mês de janeiro, enquanto que a menor turbidez foi verificada em agosto, na lagoa A (P02), com 4,2 NTU.

Como era esperado, a temperatura da água foi menor durante o inverno/primavera, sendo o menor valor observado em setembro no rio Paranapanema (P04) (20,5 °C). O maior valor de temperatura foi de 27,6 °C, na lagoa de mineração (P01), em março de 2005. Durante o verão, a temperatura chegou a aumentar em torno de 6 °C em alguns pontos de coleta, alcançando no rio Paranapanema (P04) uma amplitude de 6,6 °C entre os diferentes períodos de amostragem.

Os valores de condutividade estiveram mais baixos no período seco, com valores entre 64 e 65 $\mu\text{S cm}^{-1}$ em todos os ambientes estudados. Os valores máximos foram de 90 $\mu\text{S cm}^{-1}$, registrados em setembro de 2004, na lagoa Paraná (P03) e janeiro de 2005, na lagoa Paraná (P03) e na lagoa B (P05). Alguns valores relativamente baixos de condutividade que foram registrados (em torno de 40 – 50 $\mu\text{S cm}^{-1}$), não são representativos, e provavelmente se devem a problemas de calibração do equipamento utilizado. Os valores relativamente baixos de condutividade medidos em nosso estudo, inferiores a 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$, indicam ambientes com baixo estado de degradação e/ou eutrofização.

As concentrações de clorofila *a* nos ambientes estudados (Fig. 3) foram relativamente baixas, com a maioria dos valores sendo inferior a $4 \mu\text{g L}^{-1}$. A lagoa de mineração (P01) apresentou valor médio de clorofila um pouco mais elevado (c.a. $4 \mu\text{g L}^{-1}$), enquanto que na lagoa A (P02) a média foi mais baixa (c.a. $2 \mu\text{g L}^{-1}$). O rio Paranapanema (P04), bem como as lagoas Paraná (P03) e B (P05) apresentaram valores intermediários de clorofila. Os valores de clorofila aumentaram durante o período chuvoso, sobretudo no mês de janeiro. Neste mês, o valor máximo observado foi de $8,1 \mu\text{g L}^{-1}$ (lagoa de mineração). Ao final do verão o valor de clorofila manteve-se ainda relativamente elevado na lagoa B (P05), com $5,4 \mu\text{g L}^{-1}$. Nos períodos restantes, essa variável permaneceu com valores relativamente baixos ($< 5 \mu\text{g L}^{-1}$), contribuindo para o incremento na penetração de luz na coluna d'água, principalmente nos meses do período seco.

A concentração de sólidos totais dissolvidos (Fig. 4) teve um forte incremento durante o verão, chegando à média de 18mg L^{-1} entre os pontos de coleta no mês de janeiro, valor este influenciado pela alta concentração verificada no rio Paranapanema (P04), com $31,9 \text{mg L}^{-1}$. No final do período seco (mês de setembro) a concentração média atingiu aproximadamente $3,1 \text{mg L}^{-1}$, com um valor mínimo de $2,2 \text{mg L}^{-1}$, observado na lagoa A (P02). O rio Paranapanema (P04), além de apresentar o valor médio (c.a. 8mg L^{-1}) de material em suspensão mais elevado, também se destacou por sofrer a maior variação (acréscimo de 18,2 vezes entre inverno e verão) de sólidos totais durante os meses estudados. Este padrão é provavelmente reflexo do fato de que os tributários (rios Pirapó e Pirapozinho) trazem importantes contribuições de sólidos totais que alteram imediatamente as condições limnológicas na porção superior do reservatório. Nas lagoas a variabilidade nas concentrações de material em suspensão

foi menor, mostrando tratar-se de ambientes menos afetados pelos “pulsos” produzidos pelas grandes chuvas.

Durante o período chuvoso a fração inorgânica (Fig. 5) foi predominante nos sólidos em suspensão, com um pico máximo observado no mês de janeiro em todos os pontos. A fração orgânica diminui acentuadamente no final do verão (março) em todas as estações de amostragem (Fig. 6). O maior valor de sólidos inorgânicos suspensos foi verificado no rio Paranapanema (P04), com $26,4 \text{ mg L}^{-1}$, no mês de janeiro e o menor valor, $0,1 \text{ mg L}^{-1}$, na lagoa de mineração (P01), durante o mês de agosto. Para os sólidos orgânicos dissolvidos, o maior valor foi observado no rio Paranapanema (P04) em janeiro, com $5,5 \text{ mg L}^{-1}$ e o menor valor na lagoa B (P05), com $0,4 \text{ mg L}^{-1}$, durante o mês de março.

Os nutrientes essenciais apresentaram concentrações médias, entre os pontos, maiores nos meses chuvosos quando comparado aos secos.

Os teores de nitrogênio total (Fig. 7) e de fósforo total (Fig. 8) não apresentaram a mesma proporção de incremento da concentração de sólidos totais nos pontos de coleta, mesmo assim, a concentração de nitrogênio total variou de $192 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$, na lagoa de mineração (P01), durante o mês de setembro, a $662 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$, na lagoa Paraná (P03), durante o mês de janeiro. A concentração de fósforo total variou de $57,9 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$, na lagoa B (P05), durante o mês de setembro, a $53,8 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$, na lagoa A (P02), durante o mês de janeiro. Em média, o ponto do rio Paranapanema (P04) apresentou valor de fósforo total um pouco mais elevado que as lagoas. Para o nitrogênio total não foi observado um padrão definido entre rio e lagoas.

O rio Paranapanema (P04) apresentou o maior valor médio de nitrato (c.a. $300 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$), quando comparado com as lagoas (c.a. 230 a $240 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$). Sazonalmente o mês de agosto apresentou a maior média na concentração do íon nitrato, $289,6 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$, com

os pontos da lagoa Paraná (P03) e rio Paranapanema (P04) apresentando o maior valor, $360,9 \mu\text{g L}^{-1}$ (Fig. 9). Para o íon nitrito, a média da concentração no período chuvoso foi aproximadamente o dobro quando comparado ao seco, variando de $4,8$ a $29,3 \mu\text{g L}^{-1}$, na lagoa A (P02) nos meses de novembro e janeiro, respectivamente (Fig. 10). Houve também um forte acréscimo do íon amônio nos pontos de coleta durante o mês de janeiro, principalmente na lagoa de mineração (P01), lagoa Paraná (P03) e rio Paranapanema (P04), com valores de $59,8$, $66,5$ e $71,5 \mu\text{g L}^{-1}$, respectivamente (Fig. 11).

O fosfato total dissolvido (Fig. 12) também apresentou um incremento na média da sua concentração durante os meses de verão (janeiro e março). A maior concentração deste íon foi observada em janeiro no rio Paranapanema (P04), $42,8 \mu\text{g L}^{-1}$. Em média o rio Paranapanema apresentou valor um pouco mais elevado que as lagoas. A fração inorgânica do fosfato dissolvido (Fig. 13) foi superior a fração orgânica (Fig. 14) em todos os períodos de coleta, com exceção do mês de setembro, que apresentou uma concentração média de fosfato orgânico duas vezes superior à concentração inorgânica. A fração inorgânica variou de $30,7 \mu\text{g L}^{-1}$, durante o mês de janeiro, a $0,1 \mu\text{g L}^{-1}$, durante o mês de setembro, no rio Paranapanema (P04). A fração orgânica variou de $12,1 \mu\text{g L}^{-1}$ no rio Paranapanema (P04), durante o mês janeiro a $2,8 \mu\text{g L}^{-1}$, na lagoa B (P05), durante o mês de setembro.

A concentração média de sílica dissolvida (Fig. 15) foi uma exceção no padrão de variação sazonal dos nutrientes dissolvidos. Este íon apresentou uma concentração média superior nos meses de seca (final do verão/outono) comparado aos chuvosos. Com o maior valor, $10,4 \text{mg L}^{-1}$, observado na lagoa Paraná (P03) durante o mês de março e o menor valor, $3,4 \text{mg L}^{-1}$, na lagoa B (P05) no mês de novembro.

Através da análise de similaridade (Fig. 16) pode-se observar um padrão de agrupamento entre os pontos de coleta, com o rio Paranapanema (P04) mantendo uma posição mais distanciada em relação ao conjunto de lagoas, ainda que a similaridade entre todos os pontos tenha sido alta. Houve uma maior similaridade entre as lagoas A (P02) e de mineração (P01) e esta última sendo a que apresentou menor similaridade em relação ao ponto representando condições de rio/represa. Provavelmente, esse agrupamento se deve ao fato de que as concentrações dos nutrientes foram inferiores na lagoa de mineração (P01) comparadas àquelas encontradas nas lagoas naturais (P02, P03 e P05). O rio Paranapanema (P04) apresentou as maiores concentrações de nutrientes comparado às lagoas, além de apresentar a menor média de transparência e de temperatura. Verificou-se que quanto menor a conectividade com o rio, maior é a proximidade entre as lagoas, exemplos disso são as lagoas de mineração (P01) e Paraná (P03). A lagoa de mineração é a que apresenta menor conectividade com o trecho lótico, conseqüentemente, apresentou menor concentração média de nutrientes, ficando mais distante no gráfico em relação ao rio Paranapanema. Já a lagoa Paraná (P03) apresenta inúmeros canais que a conecta com o rio, com isso sofre maior influência do mesmo (maior aporte de nutrientes, maior variabilidade das variáveis limnológicas, etc), sendo o ponto de lagoa mais próximo em relação ao canal principal.

A análise de componentes principais (Fig. 17 e Tab. III) resumiu 91,1% da variabilidade conjunta dos dados em seus três primeiros eixos de ordenação (eixo 1= 73%, eixo 2= 11% e eixo 3= 7,1%). Houve uma nítida separação temporal entre os pontos amostrados. No lado positivo do eixo 1 situaram-se as estações dos meses de setembro de 2004, maio e agosto de 2005, associadas aos elevados valores de pH, alta concentração de oxigênio dissolvido e elevada transparência ($r \geq 0,4$). Enquanto que no lado negativo do eixo, situaram-se os locais de coleta dos períodos de novembro de

2004 e janeiro e março de 2005, associados à alta turbidez, e elevada concentração de material em suspensão e de sólidos inorgânicos dissolvidos ($r \geq 0,4$). A única exceção foi a lagoa de mineração (P01) no mês de novembro de 2004, que se situou no lado positivo do eixo. No lado positivo do eixo 2, situaram-se os pontos dos meses de março, maio e agosto de 2005, associados à maior concentração de amônia ($r \geq 0,4$), enquanto que no lado negativo situaram-se as estações de coleta de setembro e novembro de 2004 e janeiro de 2005, associados às altas concentrações de fósforo total, de fosfato total dissolvido, de fosfato inorgânico dissolvido e de sílica dissolvida ($r \geq 0,4$). As alterações sazonais (aumento da pluviosidade, aumento do aporte de nutrientes no sistema) constituíram as principais forçantes ambientais da variabilidade conjunta das condições ambientais. A análise não possibilitou uma discriminação entre os pontos de rio/represa e lagoas. Somente em janeiro o ponto de rio/represa posicionou-se de forma mais distante (lado negativo do eixo 1).

DISCUSSÃO

Ambientes submetidos a pulsos de inundação podem apresentar como característica um efeito de homogeneização entre o rio principal e as diferentes áreas alagadas durante o período de cheia. Isto acontece, pois a variabilidade dos fatores limnológicos se reduz com o aumento dos níveis hidrométricos, quando há maior influência (conectividade) do rio sobre os ambientes laterais (Thomaz et al., 1997; Agostinho et al., 2000; Thomaz et al., 2006). Os resultados obtidos neste estudo parecem não se enquadrarem nesta hipótese, uma vez que a separação entre os diferentes ambientes estudados foi maior no verão (chuvas) que no inverno (seca), conforme pôde ser observado através da análise de PCA. Isto pode estar relacionado ao

fato de que o nível d'água aumenta pouco durante o período chuvoso, devido ao controle mecânico da barragem de Taquaruçu (reservatório de fio d'água), situada logo acima da área de estudo. Assim, o distúrbio provocado por este aumento talvez não seja forte o suficiente para provocar a diminuição da variabilidade dos fatores limnológicos e, conseqüentemente, a homogeneização dos ambientes lateralmente dispostos. Alguns estudos demonstram que as influências de processos regionais, derivados do pulso de inundação, só ocorrem quando o pulso gerar um aumento do nível superior a 3,2 m, e quando isto não ocorre o efeito de pulso não exerce tanta influência, sendo os processos locais (precipitação local, ressuspensão de sedimentos, ciclagem de nutrientes e decomposição de macrófitas aquáticas) os principais fatores responsáveis pela variabilidade dos ambientes (Veríssimo, 1994; Thomaz et al., 1997).

É devido às intensas precipitações que normalmente ocorrem durante o verão (região central e sudeste do país), que parte das águas do rio principal inundam lagoas ou planícies, estabelecendo neste período uma maior conectividade entre o rio e sua dimensão lateral. Além disto, o escoamento dos solos adjacentes, através da água da chuva, contribui significativamente para a introdução de material alóctone para o interior do sistema aquático.

Os resultados da análise de similaridade e da variação dos nutrientes confirmaram que o aumento da conectividade entre as lagoas marginais e o canal principal do rio, decorrentes dos pulsos hidrológicos, potencializa as trocas de organismos e material (Ward, 1989; Stripari & Henry, 2002). Com o aumento da conectividade, os ambientes laterais ao canal podem receber nutrientes inorgânicos do rio e exportar para o mesmo material orgânico (Junk et al., 1989).

Um estudo feito na bacia do rio Paranapanema demonstrou que o efeito das intensas precipitações de verão tem grande influência na dinâmica dos reservatórios,

provocando diversas alterações nas variáveis abióticas (Ferrareze et al., 2005). A transparência e a turbidez da água são variáveis que podem exemplificar muito bem estas alterações. No presente estudo, durante o período com maior intensidade de chuvas (janeiro de 2005), a transparência não foi superior a 0,4 m e a turbidez teve a maior média entre todos os meses estudados, com 90,3 NTU.

Os valores de condutividade foram semelhantes aos obtidos em trabalhos anteriores realizados na bacia (Nogueira, et al., 2005). Entretanto, diferentemente destes autores, verificou-se os maiores valores de condutividade no período chuvoso. Isto pode ser resultado das concentrações mais elevadas de nutrientes e de clorofila, da alta temperatura e do baixo pH encontrado nas lagoas durante este período. Em águas de baixo valor de pH, o íon H^+ torna-se o principal responsável pelos valores de condutividade elétrica (Esteves, 1998). No presente estudo, verificou-se que ocorreram baixos valores de pH durante o verão e valores relativamente neutros durante o inverno. As condições mais ácidas na época de maior temperatura podem ser decorrentes de uma alta taxa de respiração dos organismos e decomposição da matéria orgânica, associadas ainda a uma situação de baixa produção fotossintética (tempo nublado e chuvoso durante os dias de amostragem).

O aumento da clorofila *a* (densidade do fitoplâncton) e dos valores de transparência durante o período seco constitui-se num padrão de variação comum para grandes rios e lagos de planície de inundação tropical (Schmidt, 1970; Rai & Hill, 1982; Bonetto et al., 1983; Bonetto, 1986; Welcome, 1986; Garcia de Emiliani, 1990; Neiff, 1990; Carvalho et al. 2001). No presente estudo observou-se que apesar da drástica redução da transparência, os valores mais elevados de clorofila *a* foram observados no período chuvoso, originados pelo aumento na abundância das populações fitoplanctônicas como resposta a maior entrada de nutrientes alóctones no

rio e lagoas. Este padrão também foi verificado anteriormente na bacia hidrográfica do rio Paranapanema (Ferrareze & Nogueira, no prelo). Os autores observaram altas densidades de fitoplâncton nos tributários do médio e baixo rio Paranapanema durante o verão. Isto se deve principalmente ao crescimento de grupos fitoplanctônicos mais tolerantes a menor penetração de luz, como as Cryptophyceae e certas Pennales.

O aumento na concentração de material em suspensão observado durante o verão é explicado pela entrada de material externo proveniente da bacia de drenagem no reservatório. O reservatório de Rosana é o maior produtor de sedimentos por unidade de área da bacia do rio Paranapanema (Ferrareze et al., 2006). Grande parte destes sedimentos (originados pela erosão do solo da bacia e das margens, devido à escassez de matas ciliares) é carregada ao reservatório pelos rios tributários que desembocam em sua montante (Pirapó e Pirapozinho), próximo da jusante do reservatório de Taquaruçu. Um dado que corrobora esta afirmação é a alta concentração da fração inorgânica do material suspenso durante o período chuvoso, principalmente no ponto do rio Paranapanema/reservatório. Já no outono/inverno, após uma visível diminuição ocorrida no final do verão (março), ocorreu um incremento da fração orgânica no material em suspensão na coluna d'água, provavelmente originária de organismos planctônicos presentes na coluna d'água. Esta diferença sazonal entre as frações de material em suspensão é um fator importante para a dinâmica dos nutrientes no sistema durante o processo de inundação, como já foi dito anteriormente.

O "input" de material suspenso também explica o incremento de nitrogênio total e fósforo total nas lagoas. A taxa de incremento destes nutrientes não foi proporcionalmente tão alta como a de material em suspensão. Provavelmente, isto está relacionado ao tipo de solo oligotrófico predominante na área de influência do reservatório e seu uso principal, que é voltado para a criação de gado e agricultura não

intensiva (pequenos assentamentos rurais) com pouca adição de fertilizantes industriais. Tais características limitam as concentrações de nitrogênio e fósforo que são carregadas pelas águas da chuva para o ambiente aquático.

Comparado aos demais períodos, observou-se que durante a época chuvosa, principalmente em janeiro, as concentrações de amônia estiveram altas ou relativamente altas, enquanto que as concentrações de oxigênio foram baixas. Isto sugere que a amônia seja produzida pela mineralização (amonificação) dos componentes orgânicos nitrogenados particulados e dissolvidos, principalmente no sedimento das lagoas. A maior fração dos nutrientes nitrogenados dissolvidos nas lagoas foi de nitrato, devido as condições de permanentemente oxidação da coluna d'água. Os valores máximos na concentração de nitrito e nitrato, além das contribuições alóctones, também foram decorrentes da nitrificação da amônia.

O mesmo padrão de variação para as frações de material em suspensão também foi observado para o fósforo dissolvido, maior fração inorgânica no verão e orgânica no inverno. Isto reforça a explicação sobre a grande influência do transporte de sedimentos do solo para a água no período das chuvas, enquanto que o maior valor de fosfato orgânico dissolvido durante o mês de agosto deve estar associado a processos internos, como a ação dos decompositores (bactérias e fungos) na ciclagem dos nutrientes.

As maiores concentrações de silicato foram observadas no final do verão e outono. O padrão de variação da sílica dissolvida e da temperatura e a ação do vento nos meses estudados indica que este nutriente foi o que teve sua concentração mais influenciada pela circulação da coluna d'água. Isto pode estar correlacionado ao fato da sílica ser o segundo elemento dissolvido mais abundante na água, sendo muito influenciado pelo movimento da água. Este nutriente, acumulado nas lagoas durante o

período chuvoso, pode estar sendo ressuspenso durante o início do período seco decorrente da circulação total da coluna d'água (maior homogeneidade da temperatura) e do efeito de “fetch” observados neste período. Este padrão foi de grande importância para a assimilação do nutriente pelo fitoplâncton, principalmente pelas diatomáceas, uma das classes predominante da comunidade fitoplanctônica durante o período seco (Ferrareze & Nogueira, no prelo).

A análise dos nutrientes mostrou que as entradas difusas correspondem aos aportes predominantes para o reservatório de Rosana (via rios tributários) e que a ciclagem de nutrientes proveniente da decomposição das macrófitas aquáticas, apesar de sua grande abundância nas lagoas marginais, parece ter papel secundário nos ciclos biogeoquímicos dos ambientes estudados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variáveis estudadas mostraram diferenças claras entre os períodos do ano. Isto ficou evidente através da análise estatística de PCA. O canal principal (rio/represa) mostrou-se ainda mais variável sazonalmente, indicando que as lagoas são sistemas mais conservativos. Especialmente, algumas variáveis também se mostraram bem diferenciadas quando comparadas as lagoas com o canal principal, por exemplo: transparência, temperatura e sólidos totais dissolvidos. Num mesmo período observou-se uma grande variabilidade química (e.g. oxigênio e pH) e físico-química (e.g. condutividade elétrica) entre os ambientes. Isto indica que existe um efeito importante da complexa organização espacial do sistema, com metabolismos (produção, respiração, decomposição) diferenciados. Isto foi demonstrado pelo posicionamento

mais distanciado do ponto rio/reservatório em relação às lagoas na análise de agrupamento.

Os dados obtidos em nosso estudo, como baixos valores de condutividade elétrica, clorofila e nutrientes e elevada transparência no período seco, mostram que tanto o reservatório de Rosana, como as suas lagoas marginais encontram-se em condições de oligotrofia/mesotrofia, confirmando classificações propostas previamente (Nogueira et al., 2002). Contudo, existe uma grande influência dos processos erosivos que atuam na bacia, sobretudo no período chuvoso, que só não é maior devido à presença do Parque Estadual do Morro do Diabo (que apesar de ser restrita a um trecho do reservatório é de suma importância) e o tipo de uso do solo é voltado para pecuária e não para a agricultura intensiva. Entretanto, cabe ressaltar que algumas medidas devem ser tomadas, por exemplo, a recuperação das sub-bacias dos principais rios tributários, como Pirapó (PR) e Pirapozinho (SP), a fim de diminuir as cargas introduzidas. É necessário ainda, monitorar e fiscalizar a ação antrópica, pois esta pode modificar as características do sistema, pois tem sido implantada no reservatório uma série de empreendimentos aquícolas – criações em tanques-rede (o que leva a um aumento na concentração de nutrientes). Além disso, municipalidades como Teodoro Sampaio despejam seus resíduos diretamente no rio com pouco ou sem nenhum tratamento (adição de nutrientes e poluentes químicos na água).

O conjunto - rio, reservatório e lagoas marginais, apresenta uma grande variabilidade ambiental (diversidades de habitats), sendo necessária sua incorporação em estratégias de conservação regional.

AGRADECIMENTOS

À Coordenadoria de aperfeiçoamento pessoal (CAPES), pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor e à Duke Energy - Geração Paranapanema, pelo apoio financeiro concedido ao segundo autor (Fundibio contrato 010004356) e colaboração na execução dos trabalhos de campo. Em especial ao amigo João Carlos do Santos, pela alegria e dedicação profissional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agostinho, A.A.; Thomaz, S.M.; Minte-Vera, C.V. & Winemiller, K.O. 2000. Biodiversity in the Paraná River floodplain. In: Gopal, B.; Junk, W.J.; Davis, J.A. (eds.) Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers, 1: 89-118.
- Barbieri, R. & Esteves, F.A. 1991. The chemical composition of some aquatic macrophyte species and implications for the metabolism of a tropical lacustrine ecosystem — Lobo Reservoir, São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia*, 213(2): 133-140.
- Bonetto, A.A. 1986. The Paraná River System. In: Davies, B.R.; Walker, K.F. (eds.) *The ecology of River Systems*. The Netherlands: Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht. p.541-555.
- Bonetto, A.A.; Zalocar de Domitrovic, Y. & Vallejos, E.R. 1983. Fitoplancton y producción primaria del río Alto Paraná (Argentina). *Physsa*, 41(101): 81-93.

- Carvalho, P.; Bini, L.M.; Thomaz, S.M.; Gonçalves, L.G.; Robertson, B.; Tavechio, W.L.G. & Darwisch, A.J. 2001. Comparative limnology of South American floodplain lakes and lagoons. *Acta Scientiarum*. Maringá, 23(2): 265-273.
- CESP. 1987. A usina hidroelétrica de Rosana e o Parque Estadual do Morro do Diabo: impactos, conservação e perspectivas. São Paulo. 77p.
- Cole, G.A. 1979. Textbook of limnology. 2^a ed. The C.V. Mosby Company, Saint Louis. 426p.
- Duke Energy. 2001. Relatório para licenciamento ambiental-UHE Rosana. Vol. I e II: 447p.
- Esteves, F. de A. 1998. Fundamentos de limnologia. 2a edição. Interciência, Rio de Janeiro. 602p.
- Ferrareze, M.; Nogueira, M.G. & Vianna, N.C. 2005. Transporte de nutrientes e sedimentos no rio Paranapanema (SP/PR) e seus principais tributários nas estações seca e chuvosa. Cap. 18. In: Nogueira, M.G.; Henry, R. & Jorcin A. (eds.) Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistema em cascata. Rima, São Carlos. p.435-459
- Ferrareze, M.; Nogueira, M.G. & Vianna, N.C. 2006. Transporte de nutrientes e sedimentos no rio Paranapanema (SP/PR) e seus principais tributários nas estações seca e chuvosa. Cap. 18. In: Nogueira, M.G.; Henry, R. & Jorcin A. (eds.) Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistema em cascata. 2^a edição. Rima, São Carlos. p.435-459
- Ferrareze, M. & Nogueira, M. G. No prelo. Phytoplankton assemblages in lotic systems of the Paranapanema Basin (Southeast Brazil). *Acta Limnol. Brasil.*, 8(4).
- Garcia de Emiliani, M.O. 1990. Phytoplankton ecology of the middle Paraná River. *Acta Limnol. Brasil.*, 3: 391-417.

- Golterman, H.L.; Clymo, R.S. & Ohstad, M.A. 1978. Methods for physical & chemical analysis of fresh waters. IBP N.8. 2nd. ed. Oxford, Blackweel Scientific Publications. 213p.
- Henry, R. 2003. Os ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos: conceitos, tipos, processos e importância. Estudo de aplicação em lagoas marginais ao Rio Paranapanema na zona de sua desembocadura na Represa Jurumirim. In: Henry, R. (ed.) Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos. Rima, São Carlos. p. 1-28.
- Howard-Williams, C. & Junk, W.J. 1977. The chemical composition of Central Amazonian macrophytes with special references to their role in the ecosystem. Archiv. Für. Hydrobiologie, 79: 446-464.
- Junk, W.J.; Bayley, P.B. & Sparks, R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 106: 110-127.
- Kistritz, R.U. 1978. Recycling of nutrients in an enclosed. aquatic community of decomposing macrophytes (*Myriophyllum spicatum*). Oikos., 30: 561-569.
- Koroleff, F. 1976. Determination of nutrients. In: Grasshoff, K. (ed.) Methods of seawater analysis. Weinhein, Verlag.
- Mackreth, F.J.H.; Heron, J. & Talling, F.J. 1978. Water analysis: some revised methods for limnologists. Freshwater Biological Association. Scientific Publication n° 36. Titus Wilson & Sons LTD, Kendall.120p.
- McCune, B. & Mefford, M.J. 1999. PC-ORD for windows: multivariate analysis of ecological data version 4.1 Oregon: MjM Software Design.
- Mitsch, W.J. 1996. Manging the world's wetlands – Preserving and enhancing their ecological functions. Verh. Intern. Verein. Limnol., 26: 139-147.
- Naiman, R.J.; Déchamps, H. Pastor, J. & Johnston, C.A. 1988. The potencial importance of boundaries to fluvial ecosystems. J. N. Am. Benthol. Soc., 7(4): 289-306.

- Neiff, J.J. 1990. Aspect of primary productivity in the lower Paraná and Paraguay riverine system. *Acta Limnol. Brasil.*, 3: 77-113.
- Nogueira, M.G. Jorcin, A.; Vianna, N.C.& Britto, Y.C.T. 2005. Reservatórios em cascata e os efeitos na limnologia e organização das comunidades bióticas (fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos) – um estudo de caso no rio Paranapanema. Cap. 04. In: Nogueira, M.G.; Henry, R. & Jorcin A. (eds.) *Ecologias de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistema em cascata*. Rima, São Carlos. p. 83-125
- Nogueira, M.G.; Jorcin, A.; Vianna, N.C. & Britto, Y.C.T. 2002. Uma avaliação dos processos de eutrofização nos reservatórios em cascata do Rio Paranapanema (SP-PR), Brasil. In: Cirelli, A. & Marquisa, G. (eds) *El Agua en Iberoamerica, de la limnologia a la gestión en Sudamerica, Argentina*. CYTED. p. 91-106.
- Pieczynska, E. 1990. Littoral habitats and communities. In: *Guidelines of Lake Management*, 3: 39-71.
- Piedade, M.T.F.; Junk, W.J. & Long, S.P. 1991. The productivity of the C₄ grass *Echinochloa polystachya* on the Amazon floodplain. *Ecology*, 72: 1456-1463.
- Pompêo, M.L.M. & Henry, R. 1998. Decomposition of macrophyte *Echinochloa polystachya* (H.B.K.) Hitchcock, in a Brazilian Reservoir (Paranapanema River mouth zone). *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 26: 1871-1875.
- Rai, H. & Hill, G. 1982. Establishing the patterns of heterotrophic bacterial activity in three central Amazonian lakes. *Hydrobiologia*, 86: 121-126.
- Schmidt, G.W. 1970. Number of bacteria and algae and their interrelations in some Amazonian waters. *Amazoniana*, 2(4): 393-400.
- Straškraba, M. & Tundisi, J.G. 2000. Abordagens e métodos de gerenciamento de bacias hidrográficas. Cap.10. In: *Straškraba, M. & Tundisi, J.G. (eds.) Diretrizes para o*

- gerenciamento de lagos. v.9. Gerenciamento da Qualidade da Água de Represas. ILEC/IEE, São Carlos. p.141-151.
- Strickland, J.D. & Parsons, T.R. 1960. A manual of sea water analysis. Bull. Fish. Res. Bel. Can., 125: 1-185.
- Stripari, N. de H. & Henry, R. 2002. The invertebrate colonization during decomposition of *Eichhornia azurea* Kunth in a lateral lake in the mouth zone of Paranapanema River in to Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil). Braz. J. Biol., 62(2): 293-310.
- Talling, J.F. & Driver, D. 1963. Some problems in the estimation of chlorophyll a in phytoplankton. In. Proceedings, conference of primary productivity measurements, marine and freshwater. Hawaii. p.142-146.
- Thomaz, S.M.; Roberto, M.C & Bini, L.M. 1997. Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In: Vazzoler, A E. A de M.; Agostinho, A A & Hahn, N. S. (eds.) A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. EDUEM, Nupélia, Maringá. p. 73-102.
- Thomaz, S.M.; Pagioro, T.A.; Bini, L.M.; Roberto, M.C. & Rocha, R.R. de A. 2006. Limnology of the Upper Paraná Floodplain habitats: patterns os spatio-temporal variations and influence of the water levels. In: Agostinho, A.A.; Rodrigues, L.; Gomes, L.C.; Thomaz, S.M. & Miranda, L.E. (eds) Structure and functioning of Paraná River and its floodplain. Nupélia. Maringá. p. 37-42.
- Tundisi, J.G. & Straškraba, M. 1999. Theoretical reservoir ecology and its applications. São Carlos. 529p.
- Valderrama, J.G. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters. Marine Chemistry, 10: 109-122.

- Veríssimo, S. 1994. Variações na composição da ictiofauna em três lagoas sazonalmente isoladas, na planície de inundação do alto rio Paraná, ilha Porto Rico, PR-Brasil. São Carlos, UFSCAR, 77p. (Dissertação de Mestrado).
- Welcome, R.L. 1986. The Niger River system. In: Davies, B.R.; Walker, K.F. (eds.) The ecology of River systems. Dordrecht. Dr. W. Junk Publishers. p. 9-23.
- Ward, J.V. 1989. The four-dimensional nature of lotic system. *Journal of the North American Benthological Society*, 8: 2-8
- Wetzel, R.G. & Likens, G.E. 1991. *Limnological Analysis*. 2ed. Springer-Verlag, New York. 391p.

Tabela I – Localização e denominação dos diferentes pontos de coleta.

Ponto	Local	Coordenadas geográficas
P01	Lagoa de cava de mineração	22° 34' 03.3''S / 52° 09' 11.4''W
P02	Lagoa A	22° 36' 56.5''S / 52° 09' 47.3''W
P03	Lagoa Paraná	22° 37' 28,9''S / 52° 09' 21.1''W
P04	Rio Paranapanema	22° 37' 51.6''S / 52° 09' 30.5''W
P05	Lagoa B	22° 38' 22.0''S / 52° 09' 29.0''W

Tabela II – Valores médios (entre as diferentes profundidades), exceto transparência, das variáveis físico-químicas obtidas nos diferentes pontos de coleta.

	pH						Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)						Temperatura (°C)					
	set-04	nov-04	jan-05	mar-05	mai-05	ago-05	set-04	nov-04	jan-05	mar-05	mai-05	ago-05	set-04	nov-04	jan-05	mar-05	mai-05	ago-05
P01	7,2	7,5	6,2	6,6	7,3	6,1	8,7	6,5	6,2	8,4	6,2	8,0	23,0	25,5	27,2	27,6	25,4	22,2
P02	7,3	6,6	6,3	6,6	7,3	7,6	8,6	7,7	6,3	5,0	9,5	8,3	22,1	25,5	27,1	27,4	25,3	22,4
P03	7,2	6,3	5,9	6,5	7,2	7,6	9,7	8,0	5,9	5,2	10,0	9,0	20,8	25,7	26,9	27,2	25,2	22,1
P04	7,2	6,2	5,2	6,4	6,9	7,2	9,6	7,8	6,0	6,4	9,2	12,0	20,5	25,2	27,1	26,9	24,6	22,4
P05	7,4	6,2	5,5	5,9	7,0	7,1	8,8	7,6	5,4	9,2	13,2	12,0	21,0	25,6	27,0	27,3	25,2	22,5

	Condutividade (µS cm ⁻¹)						Transparência (m)						Turbidez (NTU)					
	set-04	nov-04	jan-05	mar-05	mai-05	ago-05	set-04	nov-04	jan-05	mar-05	mai-05	ago-05	set-04	nov-04	jan-05	mar-05	mai-05	ago-05
P01	46	70	70	70	48	64	2,8	1,5	0,4	1	2	3,5*	8,2	36,7	52,4	17,3	15,1	9,0
P02	70	70	70	70	44	64	2,3	1,6	0,1	0,8	2,2	2,8*	4,5	33,4	40,2	12,3	7,4	4,2
P03	90	80	90	80	80	65	2,2	1	0,2	1	2,7	3*	5,1	55,1	83,4	14,0	7,8	6,0
P04	60	70	70	70	52	65	2,1	1,3	0,1	0,7	2,2	5,8*	5,1	98,0	135,5	20,3	6,5	5,7
P05	60	70	90	80	85	65	2,7	1,9	0,2	1	2,5	3,5*	5,0	94,7	140,0	21,0	6,9	5,8

* = fundo

Tabela III – Correlações das variáveis abióticas com os componentes principais 1 e 2.

Variável	Sigla	r (eixo1)	r (eixo2)
Nitrogênio total	Nt	-0,1120	-0,0242
Amônia	Amônia	-0,1281	0,3959
Fósforo total	Pt	-0,1436	-0,4431
Fosfato total dissolvido	FTD	-0,1907	-0,3967
Fosfato inorgânico dissolvido	FID	-0,2616	-0,5664
Sílica dissolvida	Sílica	0,0242	-0,3962
pH	pH	0,6422	0,0177
Oxigênio dissolvido	OD	0,3964	-0,0053
Transparência	Trans	0,4002	-0,0383
Turbidez	Tur	-0,4466	0,2328
Material em suspensão	Stt	-0,4548	0,1951
Sólidos inorgânicos	Sinor	-0,4471	0,2499

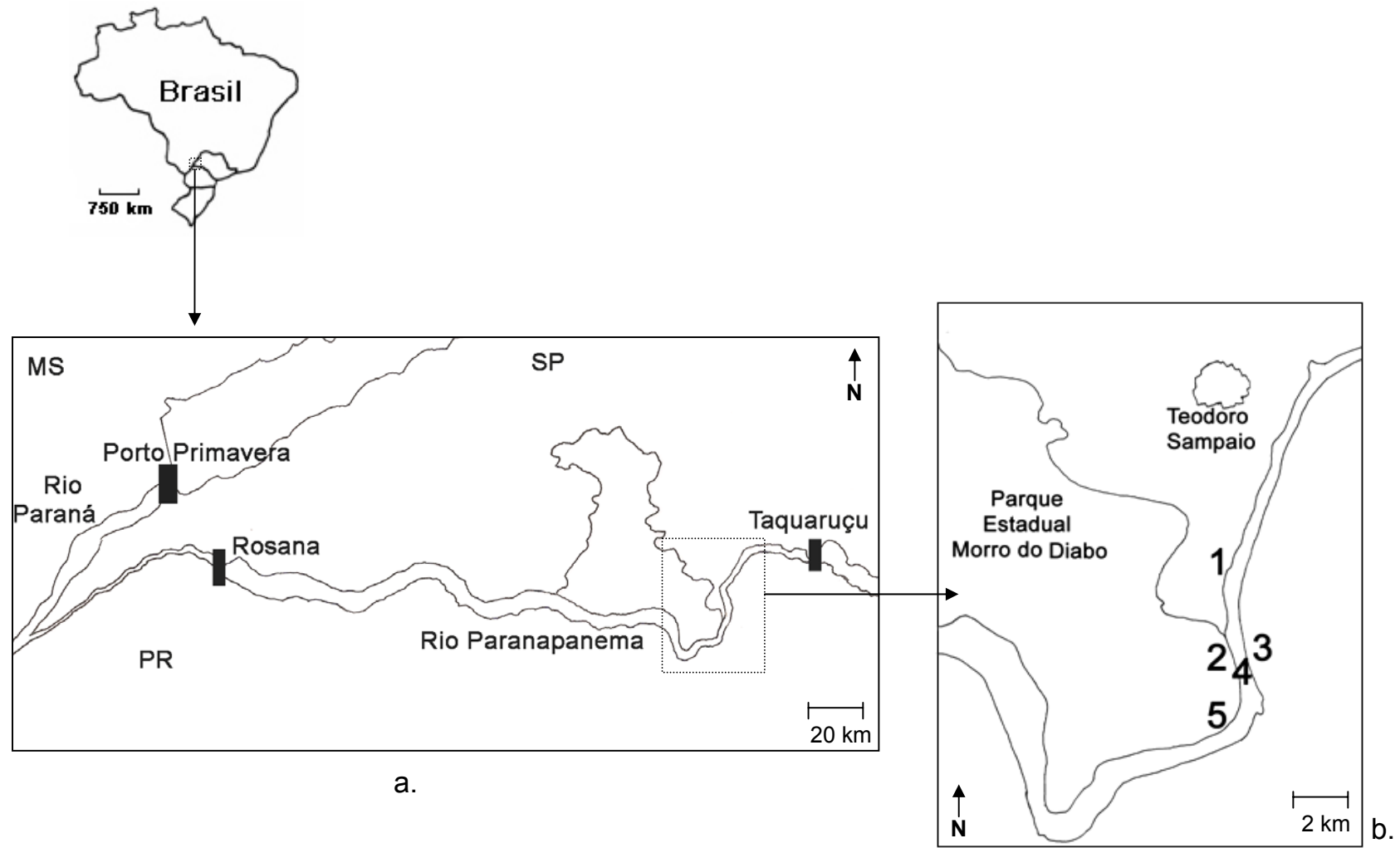


Figura 1 – Mapa do Brasil situando a região do pontal do Paranapanema e, em detalhe, o reservatório de Rosana (a.) e os pontos de coleta (b.).

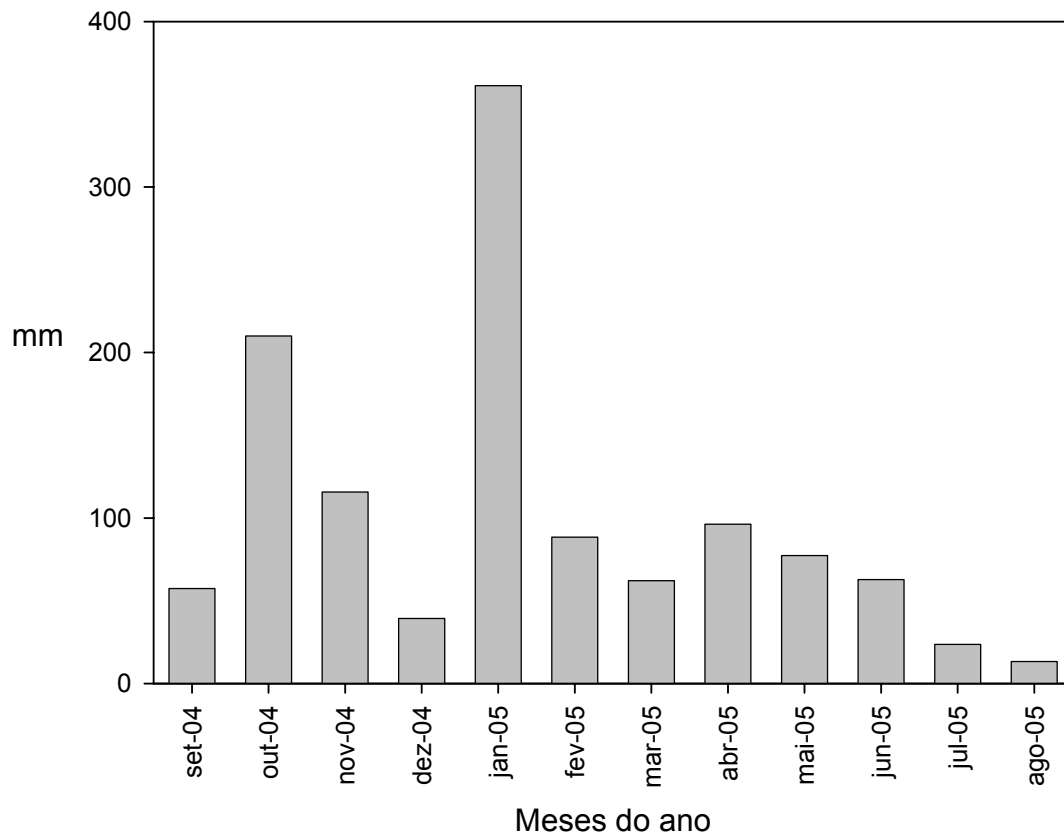


Figura 2 – Acumulado mensal da pluviosidade da área de estudo durante o período de amostragem. Fonte: Parque Estadual do Morro do Diabo.

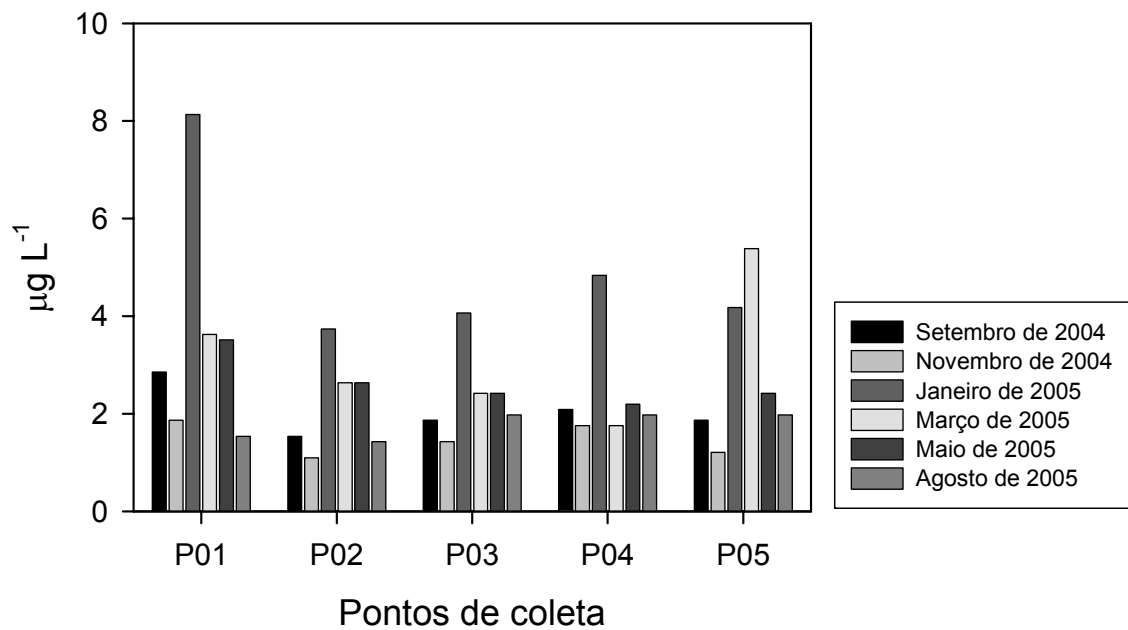


Figura 3 – Concentração de clorofila *a* nos pontos de amostragem, considerando os diferentes períodos estudados.

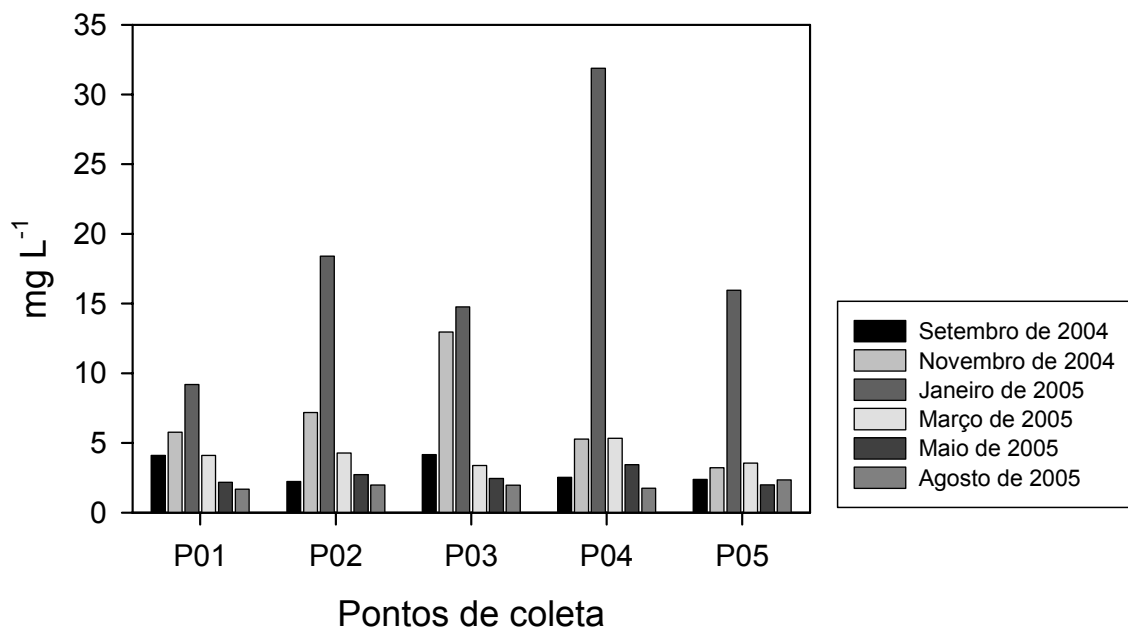


Figura 4 - Concentração de material em suspensão total nos pontos de amostragem, considerando os diferentes períodos estudados.

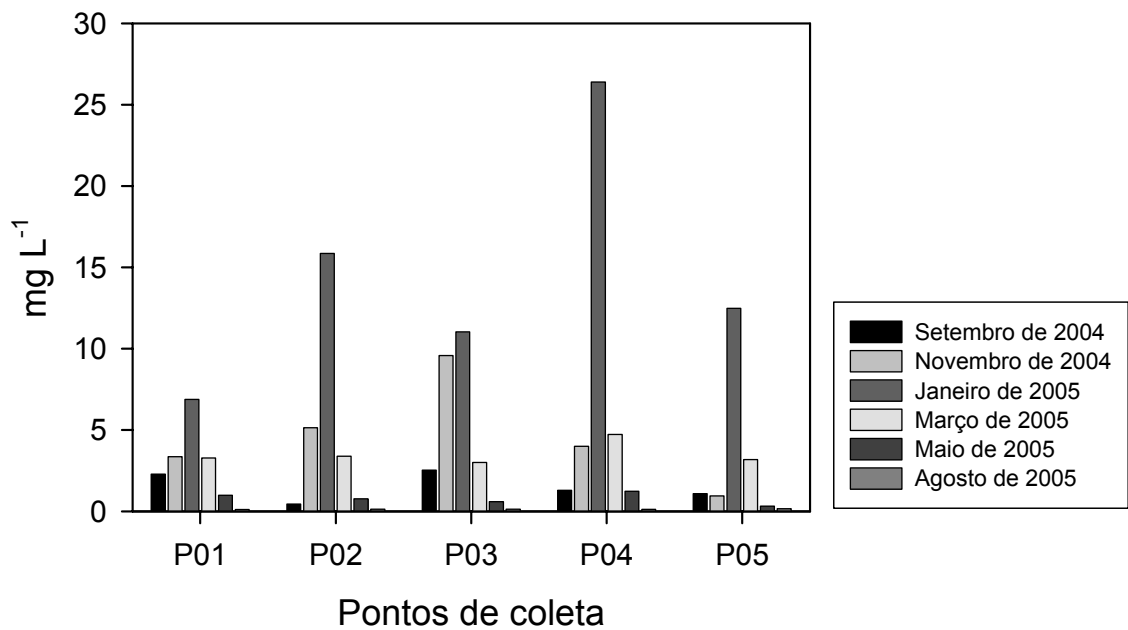


Figura 5 - Concentração de material em suspensão inorgânico nos pontos de amostragem, considerando os diferentes períodos estudados.

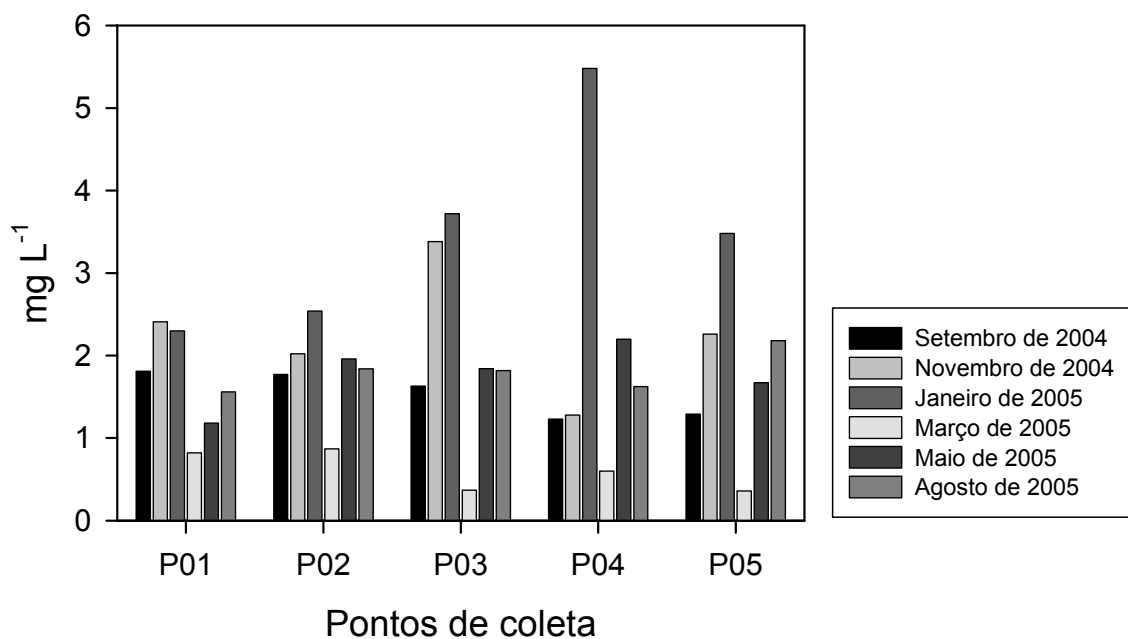


Figura 6 - Concentração de material em suspensão orgânico nos pontos de amostragem, considerando os diferentes períodos estudados.

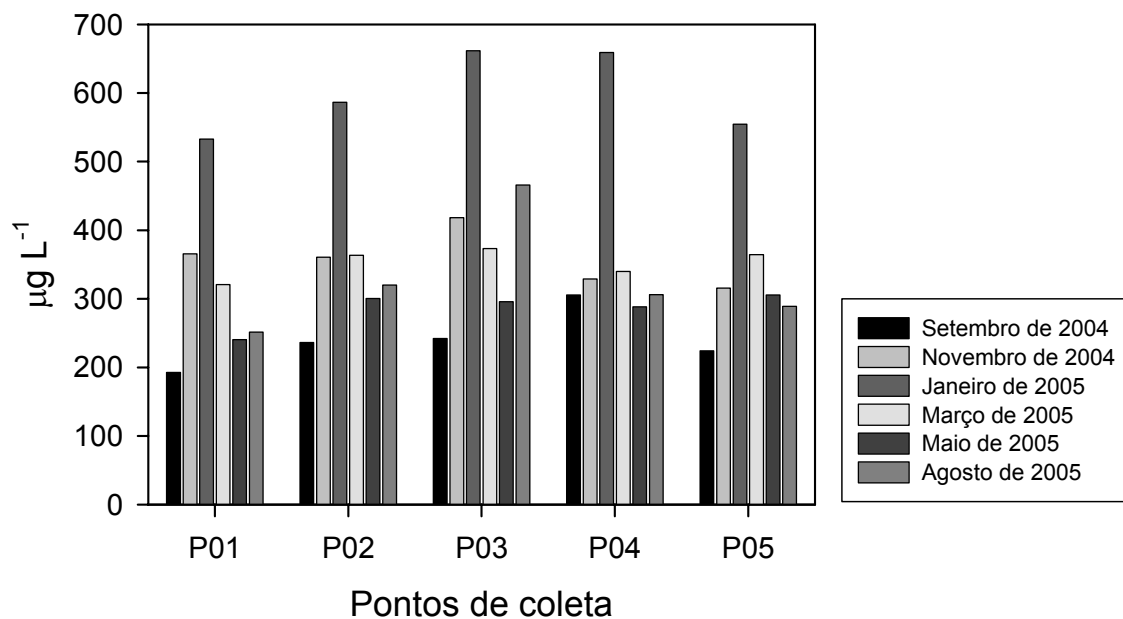


Figura 7 - Concentração de nitrogênio total nos pontos de amostragem, considerando os diferentes períodos estudados.

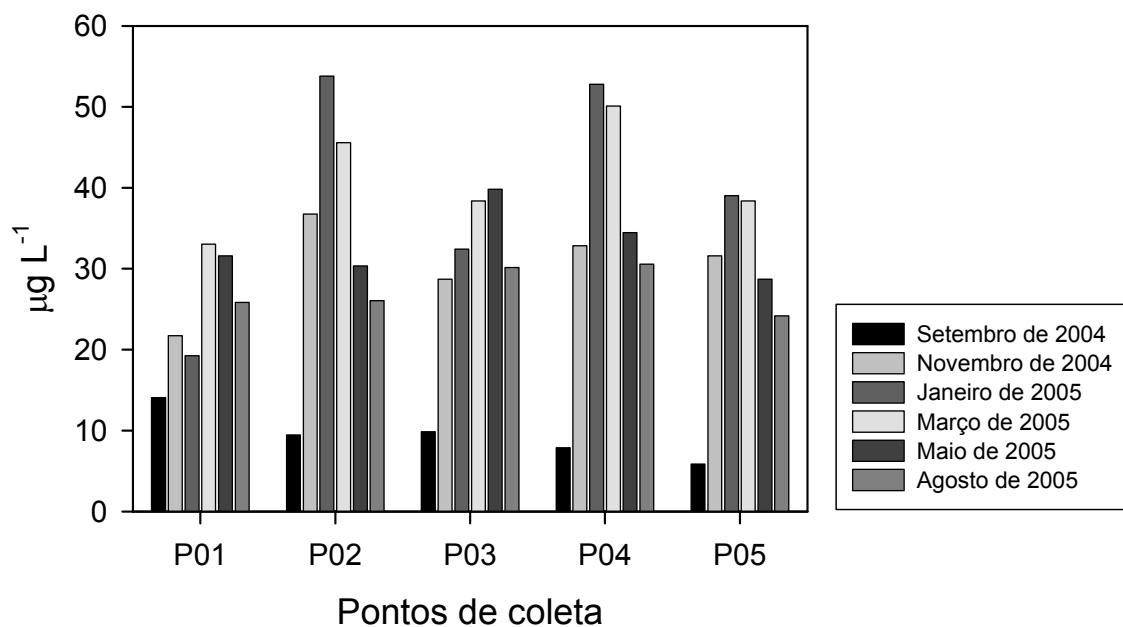


Figura 8 - Concentração de fósforo total nos pontos de amostragem, considerando os diferentes períodos estudados.

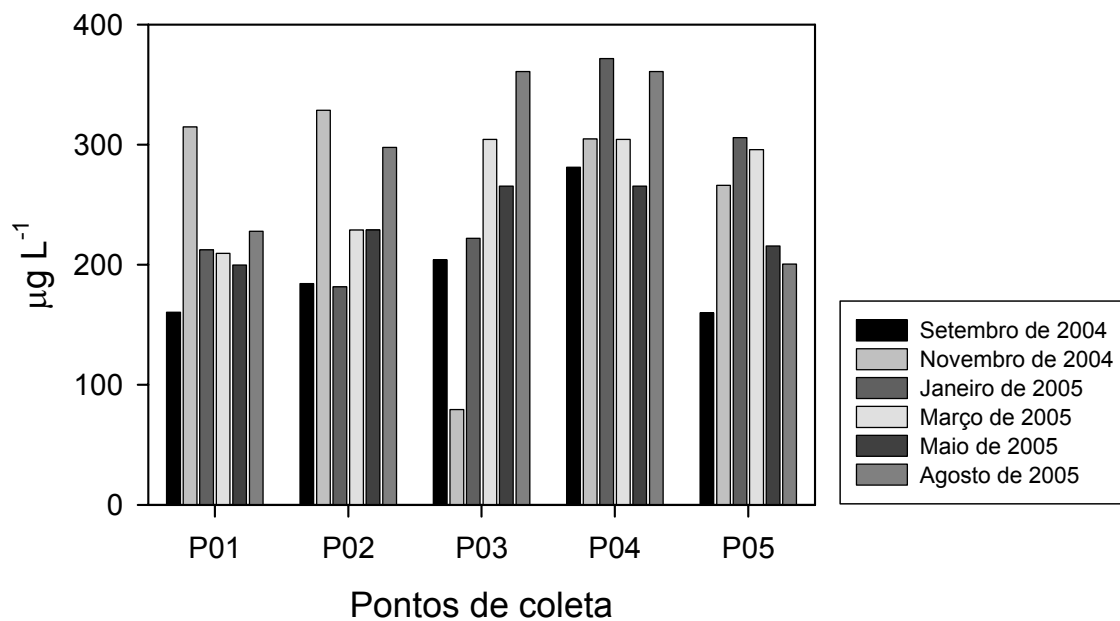


Figura 9 - Concentração de nitrato nos pontos de amostragem, considerando os diferentes períodos estudados.

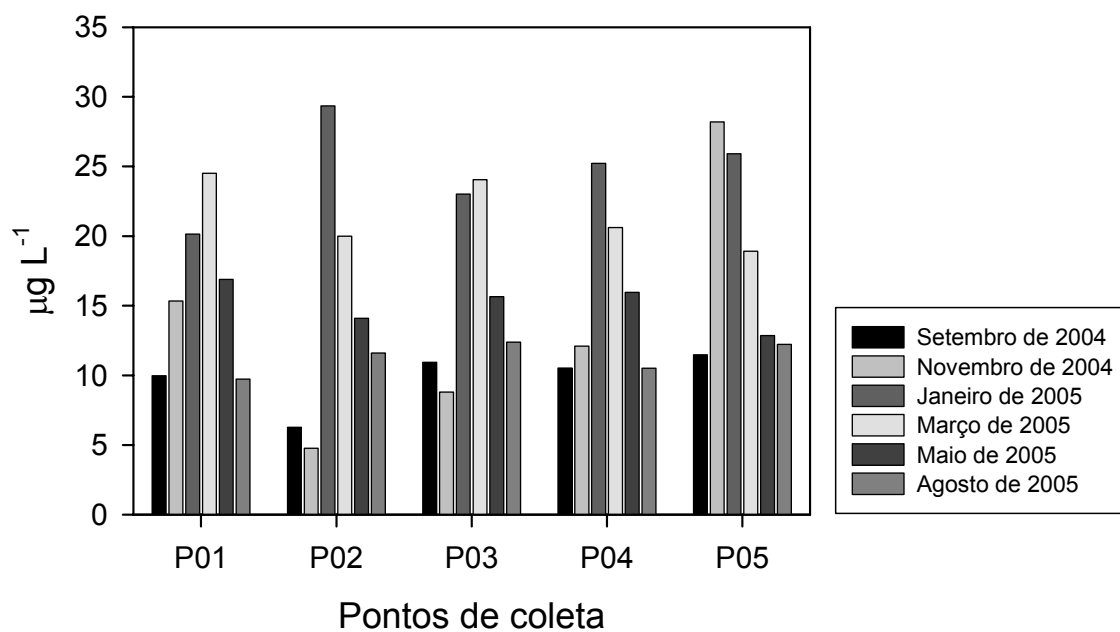


Figura 10 - Concentração de nitrito nos pontos de amostragem, considerando os diferentes períodos estudados.

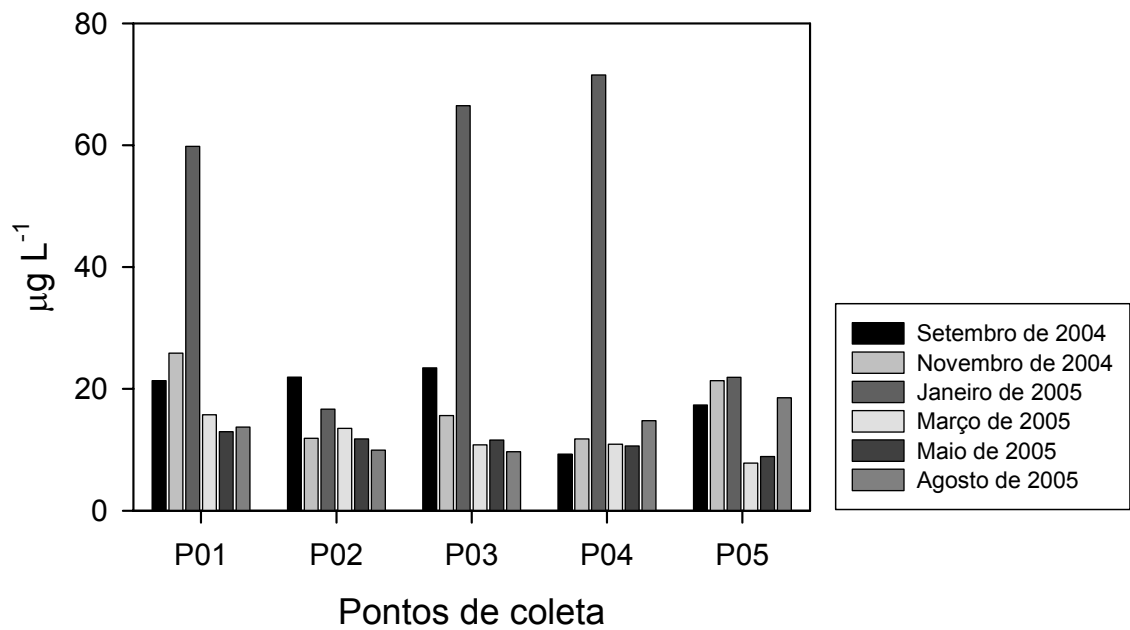


Figura 11 - Concentração de amônia nos pontos de amostragem, considerando os diferentes períodos estudados.

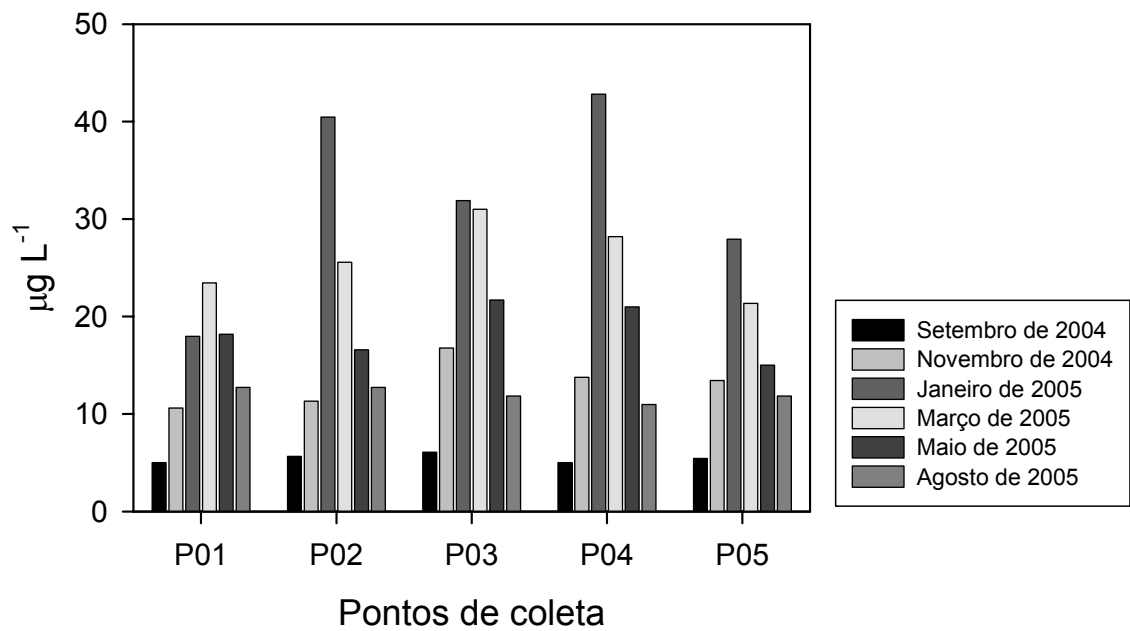


Figura 12 - Concentração de fosfato total dissolvido nos pontos de amostragem, considerando os diferentes períodos estudados.

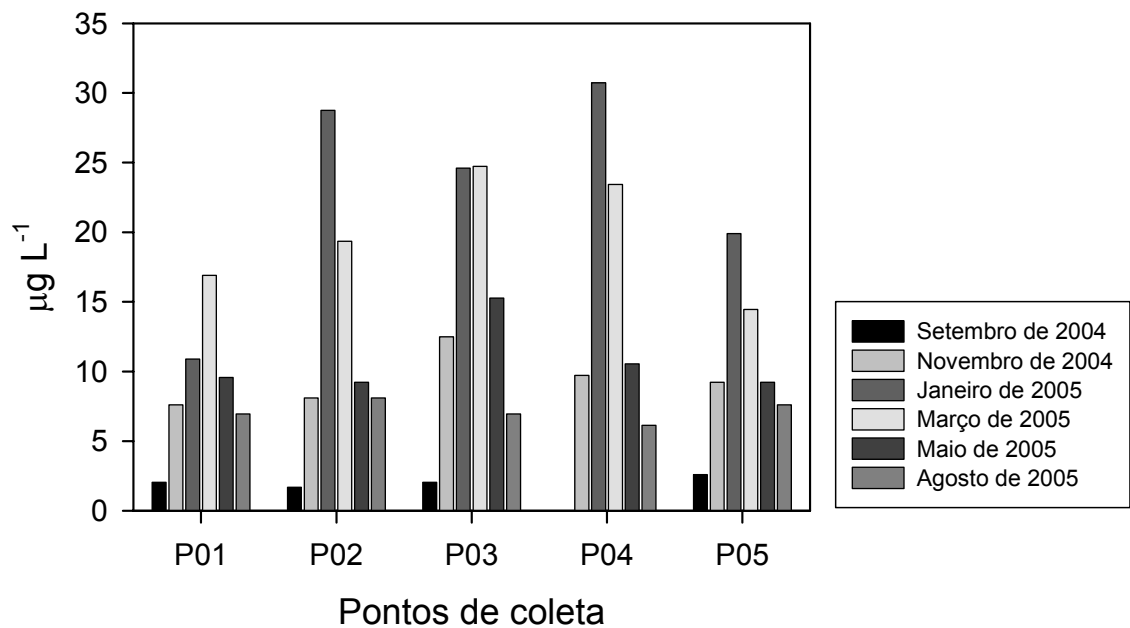


Figura 13 - Concentração de fosfato inorgânico dissolvido nos pontos de amostragem, considerando os diferentes períodos estudados.

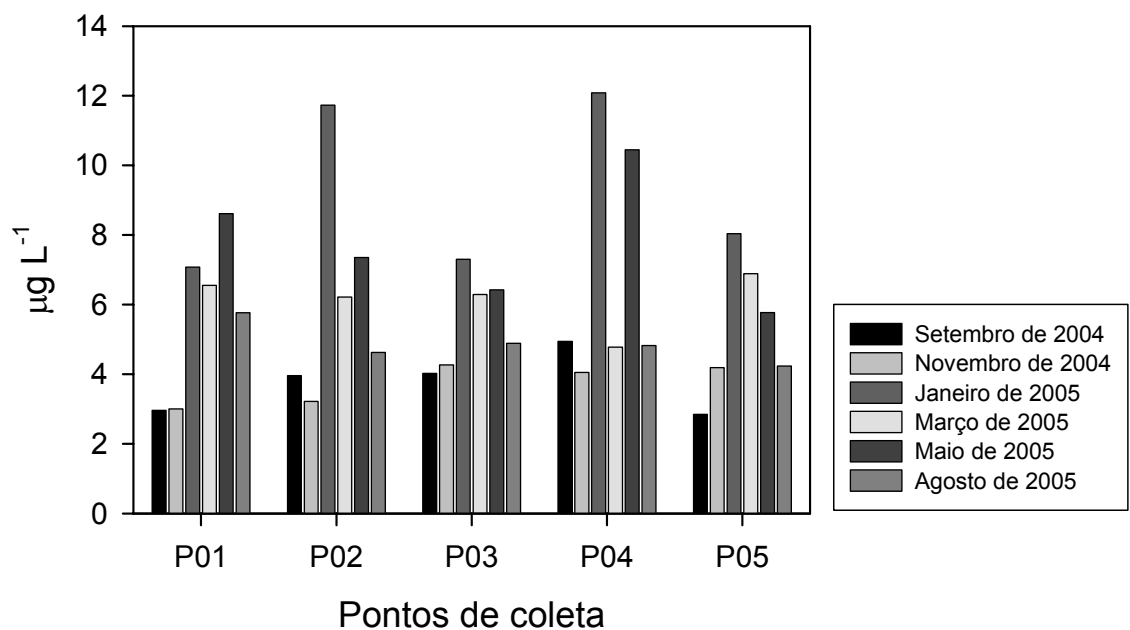


Figura 14 - Concentração de fosfato orgânico dissolvido nos pontos de amostragem, considerando os diferentes períodos estudados.

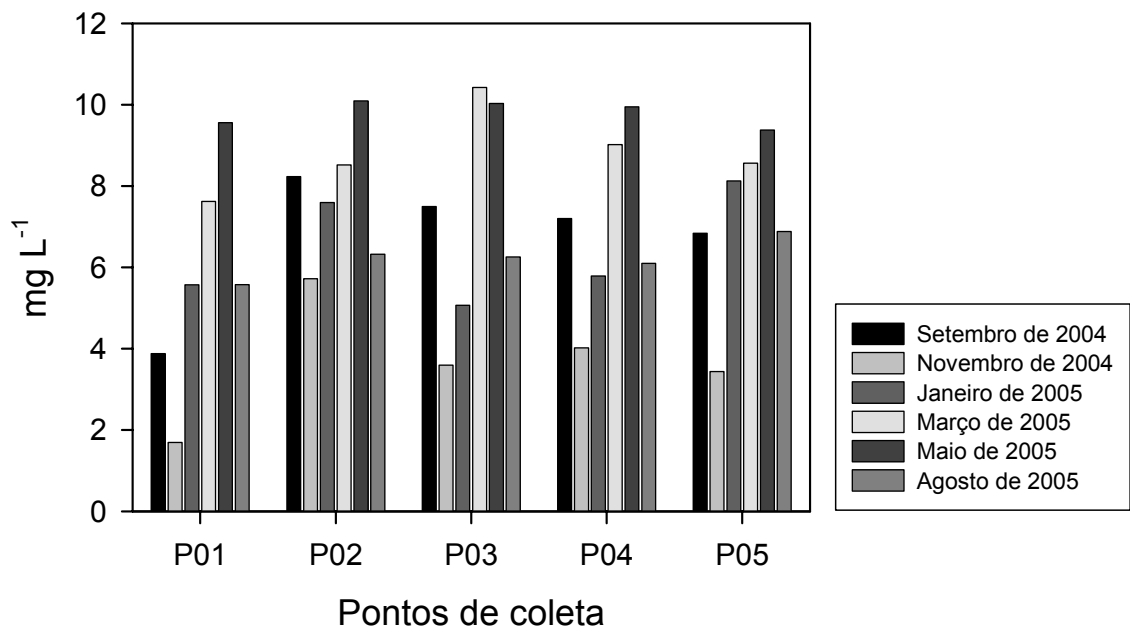


Figura 15 - Concentração de sílica dissolvida nos pontos de amostragem, considerando os diferentes períodos estudados.

Análise de Cluster
Single Linkage
1-Pearson r

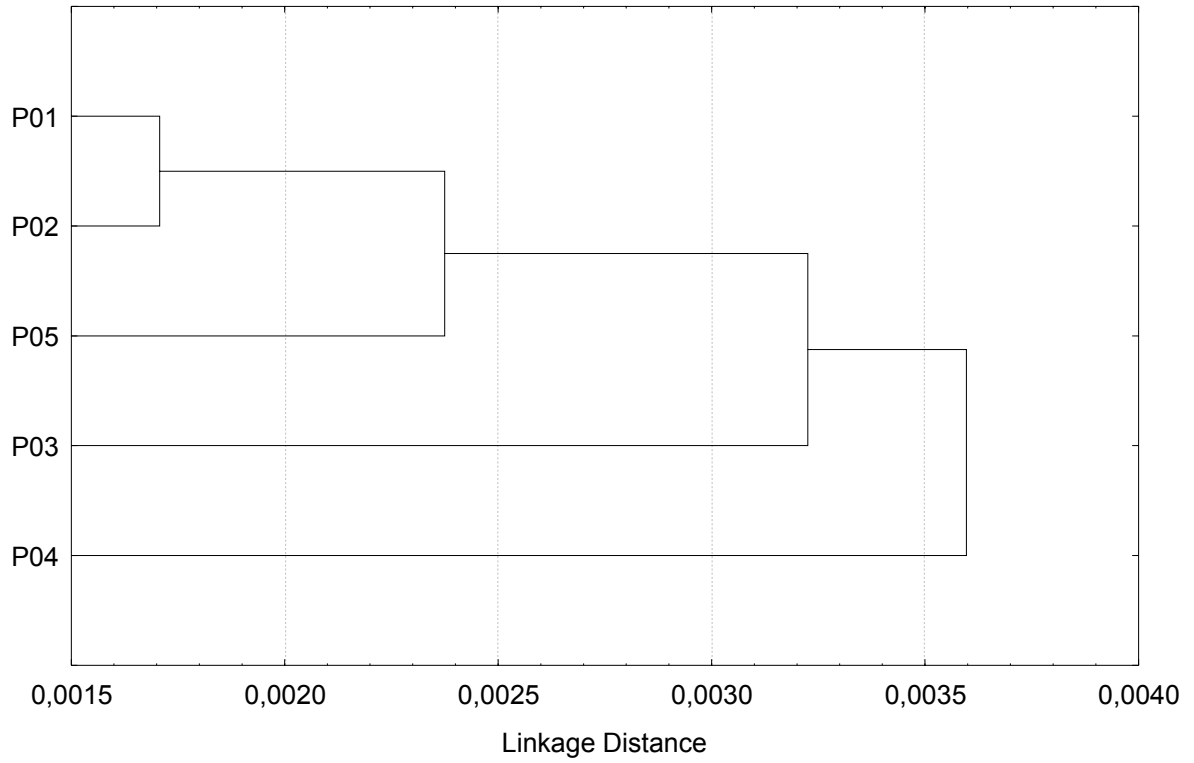


Figura 16 – Resultado gráfico da análise de similaridade dos pontos de amostragem, com base nas variáveis limnológicas.

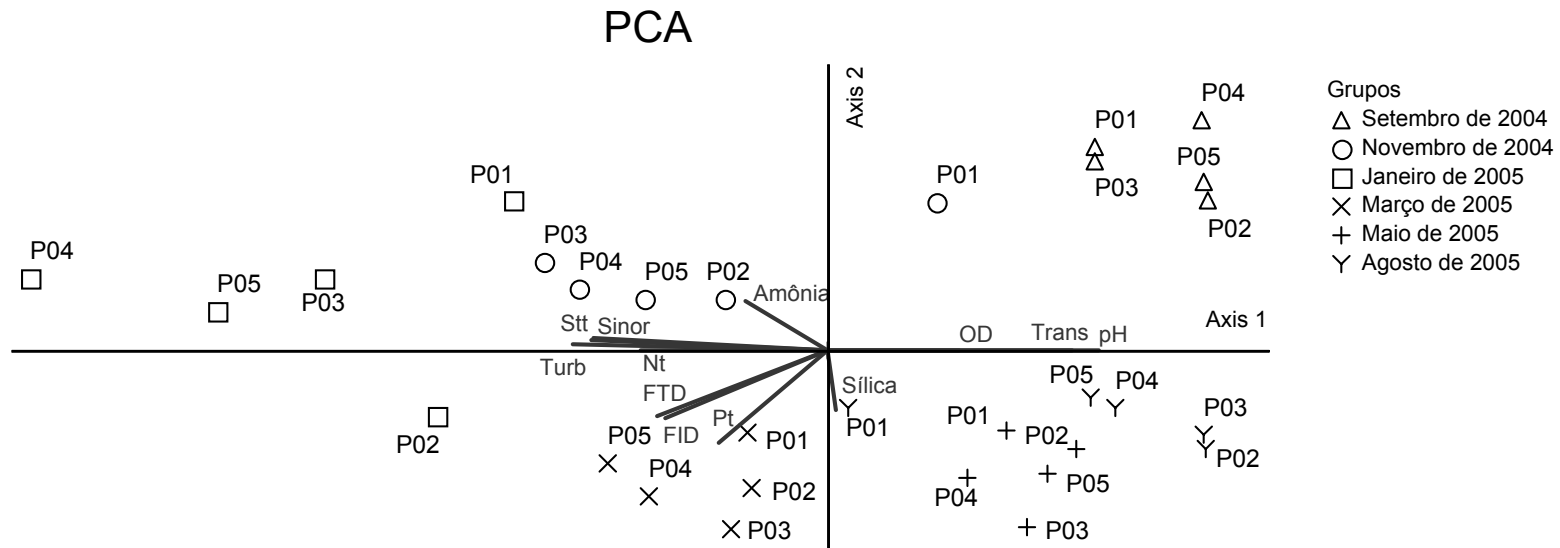


Figura 17 – Resultado gráfico da análise de componentes principais (PCA) mostrando a distribuição dos pontos de amostragem, com base nas variáveis limnológicas. As siglas estão discriminadas na Tab. III.

Anexos

IV Anexos

IV.1 - Pontos de coleta



P01- Lagoa de cava de mineração.



P02- Lagoa A.



P03- Lagoa Paraná.



P04- Rio Paranapanema.



P05- Lagoa B.

IV.2 – Principal espécie por Ordem



Characiformes– *Hemigrammus marginatus*.*



Gymnotiformes- *Gymnotus carapo*.*



Siluriformes- *Hypostomus ancistroides*.**



Perciformes- *Crenicichla britskii*.**



Synbranchiformes- *Synbranchus marmoratus*.*



Rajiformes- *Potamotrygon motoro*.*

*Fotos retiradas do site www.fishbase.org **Arquivo pessoal