

# Influência do nível hidrológico sobre a assembléia de peixes em lagoa sazonalmente isolada da planície de inundação do alto rio Paraná

Almir Manoel Cunico<sup>1\*</sup>, Weferson Júnio da Graça<sup>1</sup>, Samuel Veríssimo<sup>1</sup> e Luis Mauricio Bini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Núcleo de Pesquisas, Ictiologia e Aqüicultura (Nupélia), Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Biologia Geral, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, C.P. 131, 74.001-970, Goiânia, Goiás, Brasil. \*Autor para correspondência: e-mail amcunico@nupelia.uem.br

**RESUMO.** A finalidade deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes períodos hidrológicos na estrutura da assembléia de peixes da lagoa Canal do Meio, planície de inundação do alto rio Paraná, considerando-se alguns atributos das assembléias, tais como: riqueza, diversidade, equitabilidade, densidade e standing crop. A densidade específica foi estimada em anos com diferentes níveis hidrológicos, utilizando-se o método de verossimilhança máxima de Zippin. O primeiro ano analisado, 1996, foi caracterizado por baixos níveis de cheia, curto período de inundação e inundação interrompida. Em 1998, o oposto foi observado. As diferenças entre as assembléias de peixes foram atribuídas aos diferentes níveis de cheia. Riqueza das espécies, densidade total e, especialmente, a densidade de peixes migradores foi menor em 1996. Esses resultados demonstram a importância da continuidade e da duração do período de inundação (como observado em 1998) para a conservação da biodiversidade de peixes em ecossistemas de planície de inundação.

**Palavras-chave:** assembléia de peixes, planície de inundação, nível hidrológico, lagoas, alto rio Paraná.

**ABSTRACT.** Influence of the hydrological level on an assemblage of fishes at a seasonally isolated lagoon of the Upper Paraná River floodplain. The purpose of this paper was to assess the effect of different hydrological periods on the structure of a fish assemblage at Canal do Meio Lagoon (Upper Paraná River floodplain), taking into account richness, diversity, equitability, density and standing crop. Specific density was estimated in years with different hydrological regimes, by using the Zippin maximum likelihood method. The first year analyzed, 1996, was characterized by low water levels, short inundation period and interrupted floods. In 1998, the opposite was observed. The differences in the fish assemblages was attributed to these differences in hydrological regimes. Species richness, overall density and, specially, the density of migratory fishes was lower in 1996. These results demonstrate the importance of uninterrupted and long floods (as observed in 1998) to the conservation of fish biodiversity in floodplain ecosystems.

**Key words:** fish assemblages, floodplain, hydrological level, lagoons, Upper Paraná River.

## Introdução

Regiões tropicais são caracterizadas por variações sazonais relativamente pequenas na temperatura e fotoperíodo em comparação com ambientes de regiões temperadas, no entanto, a grande variação causada principalmente pelo regime de ventos e flutuações das chuvas proporcionam alagamentos regulares de extensas áreas de terra, expandindo periodicamente o ambiente aquático. Rios com amplas planícies de inundação como o Amazonas, a

bacia do Zaire com a planície de inundação do Lualaba em seu trecho superior e a planície do rio Níger em seu trecho médio, caracterizam-se como ambientes muito dinâmicos, disponibilizando uma grande variedade de habitats aos peixes. O Níger superior apresenta uma secção que flui rapidamente e então se espalha sobre imensa planície de inundação do Níger médio, contribuindo nas cheias para uma lâmina de água com extensão superior a 30.000 km<sup>2</sup> e, retraindo-se para uns 6 m de largura do rio no período de seca, deixando lagos rasos, poças e várzea isolada (Lowe-McConnell, 1999).

Nesses sistemas rio/planície de inundação, o regime hidrológico é a principal função de força, sendo o pulso de inundação de importância crucial para a manutenção da alta produtividade e diversidade desses ecossistemas complexos e frágeis (Junk *et al.*, 1989).

O sucesso no recrutamento de peixes é amplamente regulado pela época, duração e intensidade das cheias, visto que há um sincronismo entre as fases hidrológicas e os eventos do ciclo biológico, como maturação gonadal, migração, desova e desenvolvimento inicial das larvas e alevinos (Agostinho *et al.*, 1993). Nos períodos de cheia, ocorre uma conexão entre as áreas laterais e o leito do rio, possibilitando a entrada, nas lagoas, de ovos e jovens de muitas espécies reofilicas que poderão explorar uma grande quantidade de alimentos e diversidade de abrigos das áreas alagadas. Assim, cheias prolongadas afetam favoravelmente os estoques, aumentando o sucesso reprodutivo (Agostinho *et al.*, 1993). O prolongamento de elevados níveis fluviométricos ainda reduz a predação, tendo em vista o maior tamanho alcançado pela presa quando a vazante ocorre (Agostinho *et al.*, 1999).

Neste estudo, as assembléias de peixes de uma lagoa da planície de inundação do alto Rio Paraná foram analisadas em dois anos (1996 e 1998). A região estudada apresenta vários represamentos a sua montante que, em decorrência das exigências operacionais, ocasionam a regulação do ciclo hidrológico (como retardamento dos picos de cheias e diminuição da vazão). Os dois anos que foram analisados apresentaram regimes hidrológicos diferenciados. Dessa forma, os objetivos principais do presente trabalho foram: (i) quantificar, através de diferentes atributos de assembléias ecológicas, as diferenças entre os anos e (ii) verificar se os dados observados corroboram alguns padrões da abundância e de composição da ictiofauna esperados sob a influência da alteração do regime hidrológico.

## Materiais e métodos

### Caracterização da área de estudo

O rio Paraná é acompanhado por uma ampla planície de inundação localizada entre a região de Três Lagoas, Estado de Mato Grosso do Sul e a cidade de Guairá, Estado do Paraná, principalmente em sua margem esquerda. Próximo ao município de Porto Rico, onde foi realizado esse estudo, o rio é dividido em dois grandes braços e um canal menor, por duas ilhas (Mutum e Porto Rico) aproximadamente 53° 30'S/22° 45'W. Nessas ilhas,

diversas lagoas são encontradas, sendo algumas permanentes e outras temporárias

A lagoa permanente Canal do Meio, objeto desse estudo, é alongada e está localizada no centro da ilha Porto Rico (Figura 1). Apresenta conexão com o rio Paraná apenas no auge da cheia, através de uma região baixa que corta a parte oeste da ilha. Na cheia, esta lagoa atinge cerca de 1000 m de comprimento e 55 m de largura média.

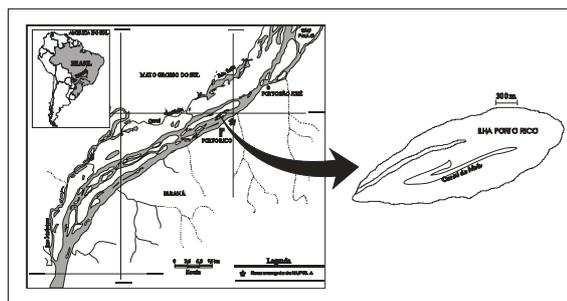


Figura 1. Mapa da região onde foi realizado o estudo

### Coleta de dados

A ictiofauna foi coletada através de redes de arraste triplas, descritas em Hayes (1983), para permitir uma estimativa da densidade e da biomassa. Cada uma das redes, de malha 5 mm, 50 m de comprimento e 2,8 m de altura, possui em sua porção mediana uma bolsa de 3,5 m de comprimento onde ficam retidos os peixes. Bóias plásticas mantêm a extremidade superior da rede na superfície, enquanto pesos de chumbo mantêm a extremidade inferior no fundo. Foram realizadas duas coletas, sendo a primeira em agosto de 1996 e a segunda em julho de 1998.

As variáveis hidrológicas foram obtidas através dos níveis hidrológicos diários do rio Paraná, fornecidos pela Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (Sudersa-PR), e tomados na localidade de Porto São José, Estado do Paraná. Os fatores hidrométricos analisados foram: (i) o nível médio anual do rio (em metros); (ii) o índice hidrológico (IH), considerado como a área do hidrográfico abaixo da curva de níveis diários da água, limitada em seu início pela cota de transbordamento (metros); (iii) a intensidade das cheias, como a cota máxima verificada durante o ano (metros); (iv) a duração das cheias (Das), número de dias em que a cota superou aquela de transbordamento; (v) regularidades das cheias; (vi) início das cheias, dia em que o nível de transbordamento foi superado. Considerou-se, aqui, como cheias aqueles níveis superiores a 3,5 m, que, segundo Veríssimo (1994), é o nível em que ocorre

o extravasamento da água sobre os diques marginais mais baixos, estabelecendo o contato do rio Paraná com a planície de inundação.

As espécies de peixes coletadas foram fixadas em solução de formaldeído 10% e conservadas em álcool 70%GL. Para a identificação das espécies foram utilizadas chaves como a de Britski *et al.* (1999), e comparação com trabalhos de sistemática específica para cada grupo de peixes. A caracterização trófica, estratégias de vida e reprodução foram feitas com base em Hahn *et al.* (1997); Agostinho *et al.* (1997); e Vazoller (1996).

### Análise dos Dados

As estimativas das densidades e biomassas foram realizadas utilizando-se o método de verossimilhança máxima de Zippin (1956), observando-se a premissa de esforço e eficiência de captura constantes. Esse método, baseado na depleção dos estoques através de remoções sucessivas (arrastes triplos), é adequado para ambientes com áreas delimitadas, como lagoas, praias, enseadas e riachos. Para os casos em que houve restrições à aplicação do método, ou seja,  $0 < R < (s-1)/2$ , onde  $R$  é o índice de restrição e  $s$  o número de capturas, foi adotado o procedimento de Agostinho e Penczak (1995). Veríssimo (1999) comparou as estimativas de densidade obtidas com a aplicação do método de Zippin (ver também Lobón-Cerviá *et al.*, 1994) com dados reais obtidos através da despesca total. Os resultados mostraram que o método de Zippin estimou corretamente a densidade para a maior parte das espécies.

Os seguintes atributos ecológicos de comunidades foram estimados (Ludwig e Reynolds, 1988): (i) riqueza de espécies ( $S$ ): número de espécies observado para a lagoa e para cada um dos dois anos de coleta; (ii) equitabilidade ( $E$ ): componente da diversidade que indica como a abundância total está distribuída entre as  $S$  espécies ( $E = H' / \ln(S)$ ); (iii) índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ): considera a riqueza e a equitabilidade e é dado pela fórmula:

$$H' = -\sum_{i=1}^S [(n_i / N) \ln(n_i / N)]; \text{ onde } n_i \text{ é o número de}$$

indivíduos da espécie "i" e  $N$  é o número total de indivíduos.

O método de rarefação (Hurlbert, 1971) foi aplicado com o objetivo de padronizar o número de indivíduos e comparar a riqueza de espécies dos dois anos amostrados (1996 e 1998). Esse método é destinado a responder a seguinte questão (Krebs, 1999): qual é a riqueza de espécies esperada considerando um número de indivíduos ( $n$ ) menor

que o número total de indivíduos ( $N$ )? A equação para o cálculo da riqueza de espécies esperada ( $E(S_n)$ ), de acordo com Gotelli e Graves (1996) e Krebs (1999), é dada por:

$$E(S_n) = \sum_{i=1}^S \left[ 1 - \frac{\binom{N-n_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

onde  $N$  é o número total de indivíduos na amostra,  $S$  é o número total de espécies na amostra,  $n_i$  é o número de indivíduos da espécie  $i$  e  $n$  é o número de indivíduos escolhido para padronização ( $n < N$ ). A equação para a estimativa da variância de  $E(S_n)$  também pode ser encontrada em Gotelli e Graves (1996) e Krebs (1999). O programa Biodiversity Pro (disponível em <http://www.nrmc.demon.co.uk/bdpro/>) foi utilizado para a obtenção dos valores de  $E(S_n)$ .

### Resultados

Os níveis hidrológicos foram mais expressivos em 1998 (Tabela 1). Em 1996, o período de cheias foi mais curto e apresentou uma interrupção de 33 dias. Ainda o índice hidrológico foi, em 1998, aproximadamente quatro vezes maior que em 1996 e a planície permaneceu inundada pelo dobro do tempo de 1996.

**Tabela 1.** Variáveis utilizadas para caracterização das cheias dos diferentes períodos. Duração: número de dias considerados cheia (Das = dias de alagamento); Intensidade: nível máximo registrado; Nível médio: média do período; IH = Índice Hidrométrico; Continuidade: Interrupção da cheia por atividade antrópica (LI: levemente interrompida; CC: contínua); Início das cheias: dias e mês em que começaram a elevação do nível

	1996	1998
Duração (Das)	61	145
Intensidade (m)	4,76	4,37
Nível médio (cm)	364,6	359,5
IH	238	941
Continuidade	LI	CC
Início das cheias	09/01	05/11

Foram capturados 12.123 indivíduos, totalizando 47 espécies, 39 gêneros, distribuídas em 16 famílias e 6 ordens (Tabela 2).

A simples contagem do número de espécies demonstra a clara diferença entre os anos comparados. Em 1998, o número de espécies observado foi 41, em 1996, foi igual a 27. A equitabilidade foi maior em 1998, e o mesmo para a diversidade específica (Tabela 3).

**Tabela 2.** Relação das espécies de acordo com e Britski et al. (1999), sendo \* as espécies capturadas apenas em 1996, + as capturadas em 1998 e as demais comuns aos dois anos

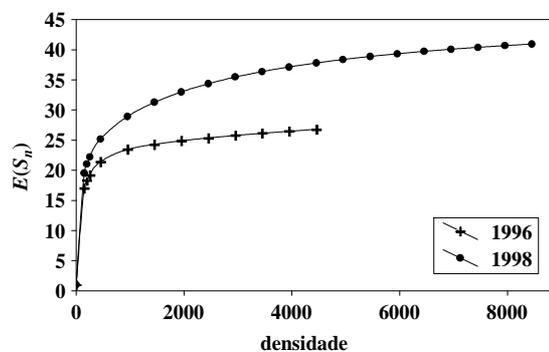
CHARACIFORMES	<i>Schizodon borellii</i> * (Boulenger, 1895)
CHARACIDAE	
TETRAGONOPTERINAE	ERYTHRINIDAE
<i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Britski, 2000	<i>Hoplias</i> aff. <i>malabaricus</i> (Bloch, 1794)
<i>Astyanax schubarti</i> Britski, 1964	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i> * (Spix, 1829)
<i>Hyphessobrycon eques</i> (Boulenger, 1900)	PROCHILODONTIDAE
<i>Hemigrammus marginatus</i> Ellis, 1911	<i>Prochilodus lineatus</i> * (Valenciennes, 1836)
<i>Moenkhausia intermedia</i> * (Eigenmann, 1908)	PARODONTIDAE
<i>Moenkhausia sanctae-filomenae</i> (Steindachner, 1907)	<i>Apareiodon piracicabae</i> * (Eigenmann, 1907)
CHEIRODONTINAE	LEBIASINIDAE
<i>Aphyocharax anisitsi</i> Ahl, 1936	PYRRHULININAE
<i>Serrapinnus notomelas</i> (Eigenmann, 1915)	<i>Pyrrhulina australis</i> * Eigenmann & Kennedy, 1903
<i>Serrapinnus</i> sp.*	SILURIFORMES
<i>Odontostilbe</i> sp.*	PIMELODIDAE
SERRASALMINAE	<i>Pimelodella</i> sp.*
<i>Serrasalmus marginatus</i> (Valenciennes, 1847)	<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> * (Agassiz, 1829)
MYLEINAE	CALLICHTHYIDAE
<i>Metynnis maculatus</i> (Kner, 1860)	<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828)
<i>Myloplus tiete</i> * Eigenmann & Norris, 1900	LORICARIIDAE
ACESTORRHYNCHINAE	PLECOSTOMINAE
<i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Reinhardt, 1874)	<i>Hypostomus</i> aff. <i>derbyi</i> * (Haseman, 1911)
BRYCONINAE	<i>Liposarus anisitsi</i> Eigenmann & Kennedy, 1903
<i>Brycon orbignyanus</i> * (Valenciennes, 1849)	LORICARIINAE
SALMININAE	<i>Loricariichthys platymetopon</i> Isbrücker & Nijssen, 1979
<i>Salminus maxillosus</i> * (Valenciennes, 1840)	GYMNOTIFORMES
CHARACINAE	STERNOPYGIDAE
<i>Roeboides paranensis</i> Pignatelli, 1975	<i>Eigenmannia</i> sp.*
CRENUCHIDAE	GYMNOTIDAE
CHARACIDIINAE	<i>Gymnotus carapo</i> * (Linnaeus, 1758)
<i>Characidium</i> aff. <i>zebra</i> Eigenmann, 1909	PERCIFORMES
CURIMATIDAE	CICHLIDAE
<i>Cyphocharax modestus</i> * (Campos & Fernández-Yépez, 1948)	<i>Cichla monoculus</i> * Spix, 1831
<i>Cyphocharax nazelii</i> Steindachner, 1881	<i>Cichlasoma paranaense</i> Kullander, 1983
<i>Steindachnerina insculpta</i> Fernández-Yépez, 1948	<i>Crenicichla britskii</i> Kullander, 1982
ANOSTOMIDAE	<i>Satanoperca pappaterra</i> * (Heckel, 1840)
<i>Leporinus elongatus</i> * Valenciennes, 1849	<i>Laetacara</i> sp.
<i>Leporinus lacustris</i> * Campos, 1945	SYNBRANCHIFORMES
<i>Leporinus friderici</i> * (Bloch, 1749)	SYNBRANCHIDAE
<i>Leporinus obtusidens</i> Boulenger, 1902	<i>Synbranchius marmoratus</i> * Bloch, 1795
<i>Schizodon altiparanae</i> * Garavello & Britski, 1990	CYPRINODONTIFORMES
	RIVULIDAE
	<i>Rivulus</i> sp.*

A densidade total em 1998 (7.895,09 ind./10m<sup>2</sup>) foi aproximadamente duas vezes maior que em 1996 (4.768,46 ind./10m<sup>2</sup>). De fato, um teste *t* para amostras dependentes (teste *t* pareado por espécies), considerando-se os dados de densidade (log da densidade +1) de todas as espécies coletadas, indicou que a diferença observada foi significativa (*t* = 2,44; g.l. = 45; *P* < 0,02). Desse modo, para remover o efeito da densidade sobre a riqueza de

espécies, os valores de riqueza esperados (através do método de rarefação), para densidades fixadas previamente, foram comparados e a riqueza esperada de espécies continuou maior em 1998 (Figura 2) e as diferenças de  $E(S_n)$ , entre os anos (1998-1996), ficam evidentes a partir de amostras com 550 indivíduos.ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 3.** Índice de diversidade de Shannon (H'), equitabilidade, número de espécies e a densidade total nos dois anos amostrados, com os respectivos dias de alagamento

	1996/ 61	1998/ 145
Riqueza	27	41
Equitabilidade	0,66	0,68
Diversidade	3,12	3,65
Densidade Total (ind./10m <sup>2</sup> )	4768,46	7895,09



**Figura 2.** Curva de rarefação para a assembléia de peixes em 1996 (ano de seca) e 1998 (ano de cheia), sendo  $E(S_n)$  o número de espécies esperado

A Figura 3 compara os dois anos amostrados considerando-se a densidade e a biomassa da assembléia, quando classificada de acordo com a estrutura trófica. Em 1996, ocorreu o predomínio de piscívoros (*Hoplias* aff. *malabaricus*, *Serrasalmus marginatus* e *Acestrorhynchus lacustris*) em biomassa, e de onívoros em densidade (*Hyphessobrycon eques*). Em 1998, os piscívoros continuaram predominando em biomassa. Considerando-se a densidade, no entanto, a dominância foi de insetívoros (*Hemigrammus marginatus* e *Roeboides paranensis*).

Quando os anos foram comparados considerando a estratégia reprodutiva da assembléia de peixes (Figura 4), o principal resultado foi a ausência, em 1996, de espécies que realizam longas migrações (e.g. *Prochilodus lineatus*). No ano de 1998, porém, onde a intensidade do período de cheia foi mais elevada, o número de espécies migradoras apresentou um aumento em relação ao período anterior,

ocorrendo também a elevação da biomassa e da densidade dessas espécies.

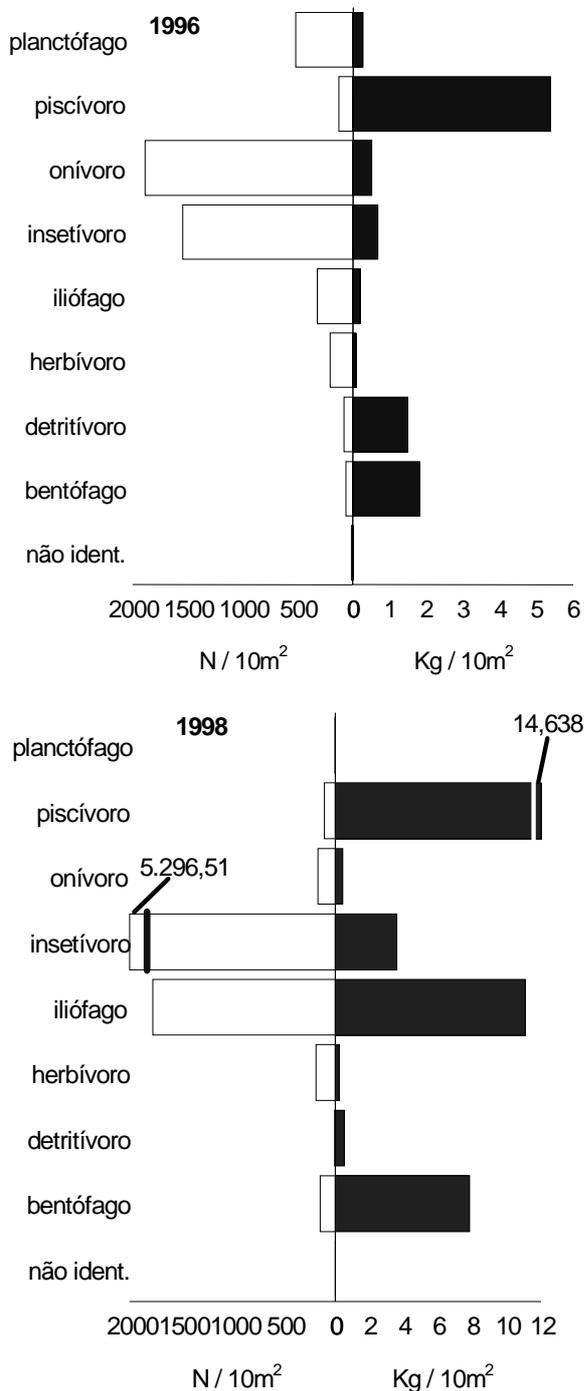


Figura 3. Densidade e biomassa nos dois anos amostrados, de acordo com a estratégia alimentar

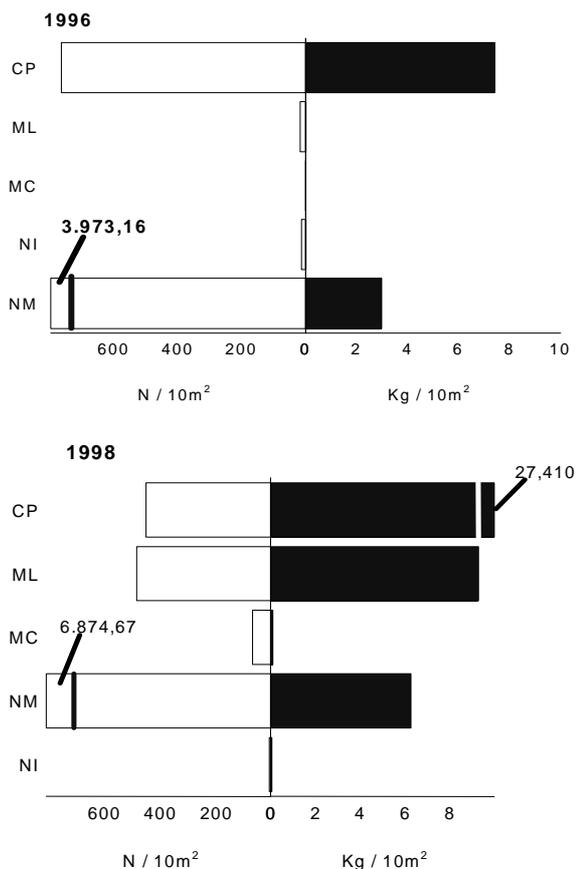


Figura 4. Densidade e biomassa nos dois anos amostrados, de acordo com a estratégia reprodutiva. CP= cuidado parental, ML= migrações longas, MC= migrações curtas, NI= não identificado e NM= não migrador

**Discussão**

As planícies de inundação apresentam uma grande diversidade de ambientes que são adequados para o desenvolvimento ontogenético e conseqüente sucesso reprodutivo da ictiofauna. Em particular, as lagoas marginais, caracterizadas pela alta disponibilidade de abrigo e alimento, são verdadeiros berçários naturais, suprimindo as necessidades biológicas e ecológicas das populações, como por exemplo, reprodução, alimentação e crescimento. Tais processos são dependentes do regime hidrológico e desse modo, as alterações ocasionadas por empreendimentos hidroelétricos, podem reduzir ou até mesmo anular o processo reprodutivo de determinadas espécies ícticas (Vazzoler *et al.*, 1997).

O regime hidrológico apresentou comportamentos diferenciados entre os anos estudados, fato que alterou a composição da assembléia da lagoa Canal do Meio. Durante 1998, ano caracterizado por um período de cheia contínua,

houve um conspicuo aumento da riqueza, equitabilidade e diversidade, em relação ao ano de 1996, que apresentou um período menor de alagamento. De acordo com Veríssimo (1999), muitas espécies residentes não suportam as condições bióticas (elevada predação) e abióticas (e.g. baixas concentrações de oxigênio dissolvido) que prevalecem nas lagoas durante esse período, fatos que podem explicar a baixa densidade observada em 1996. Somente algumas espécies tolerantes conseguiram manter suas populações sob essas situações adversas (e.g. *Hyphessobrycon eques* e *Serrapinnus notomelas*). Em 1998, porém, é notória e expressiva a presença dos grandes migradores, como *Prochilodus lineatus*, o que demonstra a relação dessas espécies com a duração dos dias de alagamento (Figura 2).

Comparando os valores de  $E(S_{n=4751})$ , verifica-se que 11 espécies a mais foram capturadas em 1998. Desse modo, a maior riqueza em 1998 não pode ser explicada considerando-se apenas um efeito de amostragem passiva (Coleman et al., 1982) ou um efeito de alvo (Lomolino, 1990). Apenas o acréscimo de três espécies ( $14-11=3$  = diferença observada entre os anos - diferença entre os anos após controle da densidade), em 1998, poderia ser atribuído a esses efeitos. Em geral, a maior riqueza de espécies em 1998 poder ser explicada pelo aumento da conexão da lagoa com a planície de inundação circundante. Galat (1998) observou efeito similar a esse no rio Missouri. Sessenta e uma espécies de peixes foram encontradas em locais conectados com o rio, enquanto que apenas 26 foram coletadas em locais isolados. Em ambientes de planície de inundação, a relação positiva entre a riqueza de espécies e a conectividade parece ser uma expectativa corroborada com dados de diferentes grupos de organismos (Tockner et al., 1999).

A reprodução dos peixes é caracterizada por um processo fisiológico cíclico, estando diretamente relacionada com a estabilidade hidrológica. A montante da região estudada existem várias barragens que alteram sobremaneira o regime hidrológico. A instabilidade hidrológica e limnológica em rios regulados por barragens podem afetar adversamente a reprodução dos peixes (Agostinho et al., 1993), interferindo nos estímulos que iniciam a atividade migratória de algumas espécies. As grandes alterações na vazão a jusante das barragens acarretam a diminuição na frequência das enchentes. Assim, as lagoas marginais não são inundadas e deixam de ser berçários para os alevinos (Godinho, 1993), ocasionando conseqüente diminuição do índice de diversidade específica na

lagoa. Um menor período de alagamento, como o ocorrido em 1996, ocasionou menor duração da conexão da calha principal do rio com a área de várzea, impedindo que as formas jovens de determinadas espécies adentrassem a região inundada para completar seu desenvolvimento. Várias espécies, principalmente as com alto valor comercial (*P. lineatus* e *S. maxillosus*) não conseguiram reproduzir-se eficazmente em 1996.

Considerando-se a classificação da assembléia de acordo com a alimentação, os dados demonstraram que, de maneira geral, os herbívoros e onívoros tenderam a predominar no ano de cheia intensa e duradoura, e os insetívoros no ano de cheia curta. Em densidade, a predominância dos insetívoros (*Hemigrammus marginatus* e *Roeboides paranensis*) foi observada. Cheias prolongadas podem aumentar a disponibilidade desse recurso para a ictiofauna (Veríssimo, 1999).

As áreas de planícies de inundação, caracterizadas por períodos de cheia e seca, são de extrema importância para a manutenção da assembléia de peixes. De acordo com os resultados obtidos neste e em outros estudos (Veríssimo, 1994, 1999; Agostinho et al., 1997; Lowe-McConnell, 1999), as variáveis hidrológicas, são determinantes dos processos biológicos e ecológicos das assembléias de peixes, possibilitando o acesso aos locais de desenvolvimento de várias espécies, principalmente as reofílicas. Cheias duradouras podem maximizar a chance de reprodução dos peixes e a presença de ambientes apropriados para o desenvolvimento das formas jovens, ocasionando, conseqüentemente, um maior sucesso reprodutivo. No entanto, as alterações do regime hidrológico, decorrentes das operações dos reservatórios da montante, estão provocando um impacto acentuado sobre as assembléias de peixes da planície de inundação do alto rio Paraná. Na situação mais desfavorável, as cheias podem não ocorrer, minimizando sobremaneira o sucesso reprodutivo. Em alguns casos as cheias ocorrem, entretanto, não existe coincidência destas com os eventos reprodutivos. Mesmo que haja a sincronia entre os períodos de cheia e os eventos reprodutivos, a curta duração do período de cheia pode inviabilizar o desenvolvimento das formas jovens. Desse modo, é necessário que o setor hidroelétrico, com o subsídio técnico-científico das instituições governamentais competentes (e.g. agências ambientais, universidades), desenvolvam regimes operacionais que atendam não somente a demanda de energia, mas como também a manutenção da biodiversidade do último trecho do rio Paraná, em território

nacional, que está livre de empreendimentos hidroelétricos.

### Agradecimentos

Aos doutores C. S. Pavanelli, L. C. Gomes e E. Goulart, pela leitura crítica e valiosas sugestões dadas às várias fases deste trabalho. Ao Núcleo de Pesquisas em Limnologia Ictiologia e Aqüicultura da Fundação Universidade Estadual de Maringá, pelo suporte logístico, técnico e científico.

### Referências

- AGOSTINHO, A. A.; PENCZAK, T. Populations and production of fish in two small tributaries of the Paraná River, Paraná Brazil. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 312, p.153-166, 1995.
- AGOSTINHO, A. A. *et al.* Estratificación espacial y comportamiento de *Prochilodus scrofa* en distintas fases del ciclo de vida, en la planície de inundación del alto río Paraná y embalse de Itaipu, Paraná, Brasil. *Rev. Hidrobiol. Trop.*, Bondy, v. 26, p.79-90, 1993.
- AGOSTINHO, A. A. *et al.* *Estrutura trófica*. In: VAZZOLER, A. E. A. de M. *et al.* (Ed.). *A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: Eduem, 1997. p.229-248.
- AGOSTINHO, A. A. *et al.* Peixes da bacia do alto rio Paraná. In: LOWE-McCONNELL, R. H. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo: Edusp, 1999. cap. 16, p. 374-400.
- BRITSKI, H. A. *et al.* *Peixes do Pantanal: manual de identificação*. Brasília: EMBRAPA, 1999.
- COLEMAN, B. D. *et al.* Randomness, area, and species richness. *Ecology*, New York, v. 63, n. 4, p.1121-1133, 1982.
- GALAT, D. L. *et al.* Semlitsch RDFlooding to restore connectivity of regulated, large-river wetlands - Natural and controlled flooding as complementary processes along the lower Missouri River. *Bioscience*, Washington, DC., v. 48, no.9, p.721-733, 1998.
- GODINHO, A. L. E. Os peixes de Minas em 2010? *Ciência Hoje*, São Paulo, v. 16, n.91, p.44-49, 1993.
- GOTELLI, N. J.; GRAVES, G. R. *Null models in ecology*. Washington: Smithsonian Institution, 1996.
- HAHN, N. S. *et al.* Ecologia trófica. In: VAZZOLER, A. E. A. de M. *et al.* (Ed.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: EDUEM, 1997. p.209-228.
- HAYES, M. L. Active fish capture methods. In: NIELSEN, L. A.; JOHNSON, D. L. (Ed.). *Fisheries techniques*. Bethesda: American Fisheries Society, 1983. p.123-145.
- HURLBERT, S. H. Nonconcept of species Diversity - critique and alternative parameters. *Ecology*, New York, v. 52, n.4, p. 577-585, 1971.
- JUNK, W. J. *et al.* The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D. P. *Proceedings of the international large river symposium*. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 1989. p.110-127.
- KREBS, C. J. *Ecological methodology*. 2. ed. Menlo Park, California: Addison Wesley Longman, Inc., 1999.
- LOBÓN-CERVIÁ, J. *et al.* An evaluation of the 3-removal method with electrofishing techniques to estimate fish numbers in streams of the Brazilian Pampa. *Arch. Hydrobiol.*, Stuttgart, v.130, n.3, p.371-381, 1994.
- LOMOLINO, M. V. The target area hypothesis - the influence of island area on immigration rates of non-volant mammals. *Oikos*, Copenhagen, v.57, n.3, p.297-300, 1990.
- LOWE-McCONNELL, R. H. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Trad. VAZZOLER, A. E. A. de M. *et al.* São Paulo: Edusp, 1999.
- LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. *Statistical ecology. A primer on methods and computing*. New York: John Wiley & Sons, 1988.
- TOCKNER, K. *et al.* The Danube restoration project: Species diversity patterns across connectivity gradients in the floodplain system. *Regul. Rivers Res. Manag.*, Chichester, v.15, n.1-3, p.245-258, 1999.
- VAZZOLER, A. E. A. de M. *et al.* Primeira maturação gonadal, períodos e áreas de reprodução. In: VAZZOLER, A. E. A. de M. *et al.* (Ed.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: Eduem, 1997. p. 249-265.
- VAZZOLER, A. E. A. de M. *Biologia da reprodução de peixes teleosteos: teoria e prática*. Maringá: Eduem, 1996.
- VERÍSSIMO, S. *Variações na composição da ictiofauna em três lagoas sazonalmente isoladas, na planície de inundação do alto rio Paraná, ilha Porto Rico, PR-Brasil*. 1994. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1994.
- VERÍSSIMO, S. *Influência do regime hidrológico sobre a ictiocenose de três lagoas da planície aluvial do alto rio Paraná, Porto Rico, PR-Brasil*. 1999. Tese (Doutorado em Ecologia de Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.
- ZIPPIN, C. An evaluation of the removal method of estimating animal populations. *Biometrics*, Washington, DC., v.12, p.163-169, 1956.

Received on January 22, 2002.

Accepted on March 22, 2002.