

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE  
AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS

RODRIGO SILVA DA COSTA

**Ecologia pesqueira do alto rio Paraná**

Maringá  
2007

RODRIGO SILVA DA COSTA

## **Ecologia pesqueira do alto rio Paraná**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Ciências Ambientais

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Gomes  
Coorientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carolina Viviana  
Minte-Vera

Maringá  
2007

"Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)"  
(Biblioteca Setorial - UEM. Nupélia, Maringá, PR, Brasil)

C837e

Costa, Rodrigo Silva da, 1977-

Ecologia pesqueira do alto rio Paraná / Rodrigo Silva da Costa. -- Maringá, 2007.  
59 f. : il.

Tese (doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)--Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2007.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Gomes.

Coorientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carolina Viviana Minte-Vera.

1. Pesca de água doce - Ecologia - Paraná, Rio. 2. Estoque pesqueiro - Ecologia - Paraná, Rio. 3. Estoque pesqueiro - Modelo integrado - Populações, Dinâmica de - Paraná, Rio. 4. Pesca continental - Paraná, Rio. I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

CDD 22. ed. -639.21098162  
NBR/CIP - 12899 AACR/2

RODRIGO SILVA DA COSTA

## **Ecologia pesqueira do alto rio Paraná**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

### COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Luiz Carlos Gomes  
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lúcia Aparecida Mateus  
Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT)

Dr. Agostinho Carlos Catella  
Embrapa Pantanal, Corumbá – MS

Prof. Dr. Angelo Antonio Agostinho  
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá

Dr. Edson Kiyoshi Okada  
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá

Aprovada em: 02 de abril de 2007.

Local de defesa: Anfiteatro do Nupélia, Bloco G-90, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Dr. Luiz Carlos Gomes que, ao me aceitar ainda no mestrado como seu orientado, me deu a chance de tornar realidade um grande sonho.

Ao Dr. Edson K. Okada por se disponibilizar a passar um pouco da sua experiência na lida com os pescadores e pela paciência que teve comigo em campo e durante todo o período de análise dos dados.

Aos distintos cavalheiros Rodrigo Fernandes, Fernando Pelicice, Pitágoras Piana e Weferson J. da Graça por toda a colaboração, mas principalmente pela amizade durante os anos de empreitada acadêmica.

A Dr<sup>a</sup>. Ana Cristina Petry, pelo exemplo que sempre foi para a minha vida.

As preciosas amigas Elaine Antoniassi Luiz Kashiwaki, Fabiane Abujanra de Souza, Milza Fedato e Lisiane Hahn por todo o incentivo.

Aos grandes amigos que fiz durante esses anos no Nupélia, em especial Thiago C. Maniglia, Éder A. Gubiani, Elãine C. Dourado, Almir M. Cunico, Edson F. Oliveira, Anna C. Faria, David Hoeinghaus, Geuza Catanhêde, Fábio Yamada.

A Profa. Dr<sup>a</sup>. Carolina Minte-Vera pela amizade e pelas colaborações valiosíssimas durante os momentos de “branco cerebral”.

Ao Nupélia e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais pelo apoio, em especial aos professores Horácio Júlio Jr., Liliana Rodrigues, Cláudia Costa Bonecker, Sidinei Magela Thomaz e Norma Segatti Hahn; às secretárias do PEA, Aldenir e sua trupe, que sempre tiveram paciência comigo; Aos amigos Tato, Chiquinho, Tuti e Valdecir, pelos ensinamentos das práticas de campo e pelos cafés no meio das manhãs.

A toda equipe da Biblioteca Setorial, especialmente a querida amiga Salete, Márcia e João pela ajuda a todos e pelo trabalho magnífico que desempenham.

Ao Professor Dr. Ângelo Antonio Agostinho, mais uma vez pelo exemplo de dedicação e pioneirismo.

Especialmente ao Biólogo João Dirço Latini por tudo que ele representa ao Nupélia, e pela amizade inestimável.

À minha família querida que mesmo estando tão distante geograficamente, sempre me amou e apoiou, embora não entendendo muito que eu faço.

A CAPES pela concessão da bolsa e ao Ministério da Pesca e Aquicultura (antiga SEAP), pela ajuda inicial nos trabalhos de campo.

A todos, muito obrigado!

## **Ecologia pesqueira do alto rio Paraná**

### **RESUMO**

As análises realizadas propiciaram novos conhecimentos sobre os efeitos negativos dos barramentos no alto rio Paraná sobre a pesca artesanal, especialmente na porção a jusante da UHE Porto Primavera, no que se refere à composição das capturas e rendimento das principais espécies desembarcadas além dos aspectos socioeconômicos dos pescadores que atuam na região. Foi analisado um conjunto de dados de composição e biomassa ( $\text{kg} \cdot \text{dia}^{-1}$ ) das capturas e esforço pesqueiro ( $\text{pescador} \cdot \text{dia}^{-1}$ ) obtido através do banco de dados do programa de monitoramento dos desembarques pesqueiros desenvolvido pelo Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupélia) da Universidade Estadual de Maringá na região de Guaíra (PR), constituído de informações referente ao período anterior ao fechamento da barragem de Porto Primavera (1987 a 1997) e após o seu funcionamento (1998 a 2005). Os dados de caracterização da infraestrutura de pesca e condição socioeconômica dos pescadores foram levantados através de entrevistas diretas realizadas em 2004 em visitas a localidades ribeirinhas entre a região jusante da barragem de Porto Primavera e a cidade de Guaíra (PR). A variação temporal na composição e rendimento da pesca artesanal do alto rio Paraná, PR – Brasil quanto aos efeitos crônicos dos barramentos, revelou que os barramentos no rio, especialmente a barragem de Porto Primavera, promoveram uma significativa alteração na composição específica (maior contribuição de espécies independentes do ciclo hidrológico e de baixo valor de mercado) e no rendimento pesqueiro (peixes migradores de alto valor comercial). A estrutura e os aspectos socioeconômicos da pesca de pequena escala desenvolvida no alto rio Paraná, no trecho entre a barragem de Porto Primavera e o reservatório de Itaipu mostrou a existência de um padrão espacial heterogêneo na infraestrutura pesqueira e na condição socioeconômica dos pescadores da região estudada.

**Palavras-chave:** Pesca artesanal. Efeito de barragem. Alto rio Paraná. Porto Primavera. Avaliação socioeconômica. Infraestrutura pesqueira.

## **Fisheries ecology of Upper Paraná River**

### ***ABSTRACT***

This study was developed aiming at expanding knowledge regarding the negative effects of dams installed in the upper Paraná River on the fishing, especially in downstream portion of the Porto Primavera dam, in terms of the fish catch composition and fisheries yield of the most important fish species landed and socioeconomic aspects of fishermen operating in the study region. catch composition and biomass ( $\text{kg}\cdot\text{day}^{-1}$ ) and fishing effort ( $\text{fisher}\cdot\text{day}^{-1}$ ) data were analyzed. This data set was obtained through the database of the artisanal fisheries monitoring program developed by Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupélia) State University of Maringá around of Guaíra (PR) town, consisting of information regarding the period prior to the closure of Porto Primavera dam (1987-1997) and after it starts operate (1998-2005). The data for characterization of the fishing infrastructure and socioeconomic status of fishermen have been collected through personal interviews conducted in 2004 in visits to riverine locations between downstream Porto Primavera Dam and Guaira town (PR). This work was divided into two chapters. The first chapter, entitled "Temporal variation in the composition and yield of artisanal fisheries of the upper Paraná River, PR - Brazil: the chronic effects of impoundments" revealed that buses present in the river, especially the Porto Primavera dam, promoted a significant change in specific composition, with major contribution of species independent of the hydrological cycle and low market value, and fisheries yield, especially on migratory fish species that has high commercial value. The second chapter, entitled "The structure and socio-economic aspects of small-scale fishing developed in the upper Paraná River, between Porto Primavera Dam and Itaipu Reservoir" showed the existence of a heterogeneous spatial pattern in fisheries infrastructure and socioeconomic status of fishermen in the region studied.

**Keywords:** Artisanal fisheries. Dams effects. Upper Paraná River. Porto Primavera Dam. Socioeconomic evaluation. Fisheries structure.

Tese elaborada e formatada conforme as normas das publicações científicas *Boletim do Instituto de Pesca* e *Fisheries Management and Ecology* disponíveis em: [ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/novasInstrucoes\\_2011.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/novasInstrucoes_2011.pdf) e <http://www.wiley.com/bw/submit.asp?ref=0969-997X&site=1>.



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	11
	<b>REFERÊNCIA</b> .....	12
<b>2</b>	<b>VARIAÇÃO TEMPORAL NA COMPOSIÇÃO E RENDIMENTO DA PESCA ARTESANAL DO ALTO RIO PARANÁ, PR – BRASIL: OS EFEITOS CRÔNICOS DOS BARRAMENTOS</b> .....	14
	<b>RESUMO</b> .....	14
	<b>ABSTRACT</b> .....	15
2.1	INTRODUÇÃO.....	16
2.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	17
2.2.1	<i>Área de Estudo</i> .....	17
2.2.2	<i>Coleta de dados e caracterização da pesca</i> .....	18
2.2.3	<i>Variações temporais no rendimento específico</i> .....	19
2.2.4	<i>Variações temporais na captura por unidade de esforço</i> .....	20
2.3	RESULTADOS .....	20
2.3.1	<i>Caracterização da pesca</i> .....	20
2.3.2	<i>Variações temporais nas capturas</i> .....	22
2.3.3	<i>Variações temporais na captura por unidade de esforço</i> .....	26
2.4	DISCUSSÃO .....	28
2.4.1	<i>Implicações para o manejo</i> .....	32
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	33
<b>3</b>	<b>A ESTRUTURA E OS ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DA PESCA DE PEQUENA ESCALA DESENVOLVIDA NO ALTO RIO PARANÁ, NO TRECHO ENTRE A BARRAGEM DE PORTO PRIMAVERA E O RESERVATÓRIO DE ITAIPU</b> .....	39
	<b>RESUMO</b> .....	39
	<b>ABSTRACT</b> .....	40
3.1	INTRODUÇÃO .....	41
3.2	MATERIAL E MÉTODOS .....	42
3.2.1	<i>Área de estudo</i> .....	42
3.2.2	<i>Coleta de dados e definição das variáveis</i> .....	44
3.2.3	<i>Análise de dados</i> .....	45
3.3	RESULTADOS .....	46

3.3.1	<i>Caracterização da pesca</i> .....	46
3.3.2	<i>Variação espacial na estrutura de pesca e na condição socioeconômica</i> .....	49
3.4	DISCUSSÃO .....	52
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	56
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	59

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O pulso de inundação em sistemas rio-planície de inundação se constitui na principal função de força regulando a estrutura das comunidades e o funcionamento do ecossistema (JUNK *et al.*, 1989; NEIFF, 1990; AGOSTINHO *et al.*, 2000; HALLS *et al.*, 2001; WELCOMME e HALLS, 2004). Os represamentos são ameaça crescente à integridade ecológica em diversas bacias hidrográficas, afetando de maneira significativa o funcionamento do ecossistema e a estrutura das comunidades bióticas (Welcomme 1985; Junk, Bayley & Sparks 1989; AGOSTINHO *et al.*, 2004a). Alterações no regime de cheias a jusante, fragmentação dos rios e o consequente impedimento dos movimentos migratórios dos peixes (AGOSTINHO, 2003) são resultados diretos da implantação dos barramentos hidroelétricos. Assim, as mudanças dos padrões de conectividade hidrológica comprometem o recrutamento biológico das populações (PETRY *et al.*, 2003; AGOSTINHO *et al.*, 2004a) com diminuição na abundância das espécies. Os reflexos são sentidos também na dimensão social, com impactos negativos agudos, como os reassentamentos de famílias desabrigadas pelo enchimento do reservatório e os impactos crônicos, especialmente verificados na atividade pesqueira.

Neste contexto, a pesca é afetada pelas mudanças na composição das capturas e na redução da abundância dos desembarques (MARMULLA, 2001; WELCOMME e HALLS, 2001). Este cenário é especialmente verdadeiro quando a pesca se fundamenta em espécies com hábito migratório que, em muitos casos, apresentam o maior potencial econômico. Por se tratar de uma atividade artesanal, a pesca interior desempenha um papel econômico e social fundamental no contexto local/regional, sendo fonte de emprego, renda e contribuindo para a segurança alimentar (BAILEY e JENTOFT, 1990; BERKES *et al.*, 2001), principalmente para comunidades localizadas em áreas rurais, distantes de centros urbanos, especialmente em grandes rios com planícies de inundação (Bailey & Jentoft 1990; Begossi, Hanazaki & Peroni 2000).

No Brasil, estudos abordando a pesca artesanal em rios vêm sendo fundamentados nas relações entre produtividade pesqueira, diferenças nas estratégias de captura e interações humanas associadas com a variação natural entre os períodos de cheia e seca (CASTRO e BEGOSSI, 1995; CETRA e PETRERE JR., 2001). Embora seja reconhecido que a alteração das características naturais de rios causadas pelos barramentos, atuam de forma negativa no contexto social e econômico em muitas comunidades de pescadores (CARVALHO 2004),

ainda são reduzidos os estudos que abordam de maneira integrada tais efeitos, especificamente sobre a atividade pesqueira.

Neste contexto, objetivo principal foi avaliar os efeitos negativos da construção da Barragem de Porto Primavera, sobre a pesca artesanal desenvolvida na região jusante desta barragem, analisando os desembarques em termos de composição e abundância das capturas, bem como os reflexos sobre os aspectos socioeconômicos da atividade pesqueira.

## REFERÊNCIA

- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; SUZUKI, H.I.; JÚLIO JÚNIOR, H.F. 2003 Migratory fish from the upper Paraná River basin, Brazil. In: CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C.; BAER, A.; ROSS, C. (eds.). *Migratory Fishes of South America: biology, social importance and conservation status*. Victoria: World Fisheries Trust: The World Bank: International Development Research Centre. p.19–99.
- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; VERÍSSIMO, S.; OKADA, E.K. 2004a Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, Berlim, 14: 11-19.
- AGOSTINHO, A.A.; THOMAZ, S.M.; MINTE-VERA, C.V.; WINEMILLER, K.O. 2000 Biodiversity in the high Paraná River floodplain. In: GOPAL, B.; JUNK, W.J.; DAVIS, J.A. (eds.). *Biodiversity in Wetlands: Assessment, Function and Conservation*. Backhuys: Leiden. p.89–118.
- BAILEY, C. e JENTOFT, S. 1990 Hard choices in fisheries development. *Marine Policy*, Amsterdam, 14(4): 333-344.
- BEGOSSI, A.; HANAZAKI, N.; PERONI, N. 2000 Knowledge and use of biodiversity in Brazilian hotspots. *Environment, Development, and Sustainability*, Berlim, 2(3/4): 177-193.
- BERKES, F.; MAHON, R.; MCCONNEY, P.; POLLNAC, R.C.; POMEROY, R.S. 2001 *Managing small-scale fisheries: alternative directions and methods*. Ottawa: International Development Research Centre. 308p.
- CARVALHO A.R. 2000 Social and structural aspects of artisanal fishing in the Upper Paraná River floodplain (Brazil). *Boletim do Instituto de Pesca*, 30: 35-42.

- CASTRO, F. e BEGOSSI, A. 1995 Ecology of fishing on the Grande River (Brazil): technology and territorial rights. *Fisheries Research*, Amsterdam, 23: 361-373.
- CETRA, M. e PETRERE JÚNIOR, M. 2001 Small-scale fisheries in the middle River Tocantins, Imperatriz (MA), Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, New York, 8: 153-162.
- HALLS, A.S.; KIRKWOOD, G.P.; PAYNE, A.I. 2001 A dynamic pool model for floodplain-River fisheries. *Ecohydrology & Hydrobiology*, Łódź, 1(3): 323–339.
- JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B.; SPARKS, R.E. 1989 The flood pulse concept in River-floodplain systems. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Science*, Ottawa, 106: 110-127.
- JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B.; SPARKS, R.E. 1989 The flood pulse concept in River-floodplain systems. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Science*, Ottawa, 106: 110-127.
- MARMULLA, G. 2001 *Dams, fish and fisheries: opportunities, challenges and conflict resolution*. Rome: FAO Fisheries Technical Paper. 166p.
- NEIFF, J.J. 1990 Ideas for an ecological interpretation of the Paraná. *Interciencia*, Caracas, 156: 424-441.
- PETRY, A.C.; AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. 2003 Fish assemblages of tropical floodplain lagoons: exploring the role of connectivity in a dry year. *Neotropical Ichthyology*, Porto Alegre, 1: 111-119.
- WELCOMME, R.L. 1985 *River fisheries*. Rome: FAO Fisheries Technical Paper. 330p.
- WELCOMME, R.L. e HALLS, A. 2001 Some considerations of the effects of differences in flood patterns on fish populations. *Ecohydrology and Hydrobiology*, Łódź, 1: 313-321
- WELCOMME, R.L. e HALLS, A. 2001 Some considerations of the effects of differences in flood patterns on fish populations. *Ecohydrology and Hydrobiology*, Łódź, 1: 313-321

## **2 VARIAÇÃO TEMPORAL NA COMPOSIÇÃO E RENDIMENTO DA PESCA ARTESANAL DO ALTO RIO PARANÁ, PR – BRASIL: OS EFEITOS CRÔNICOS DOS BARRAMENTOS**

### **RESUMO**

O grande número de barragens presentes na bacia do alto rio Paraná causou fragmentação de rios, alterando o processo de migração longitudinal de várias espécies de peixes e os padrões de conectividade hidrológica, além de modificar a composição específica e reduzir a biomassa capturada na pesca artesanal. A pesca é uma atividade geradora de trabalho e renda para diversas famílias na planície de inundação do alto rio Paraná. Assim, este trabalho objetivou caracterizar a pesca artesanal desenvolvida na porção inferior da planície de inundação do alto rio Paraná, enfatizando os efeitos negativos da alteração hidrológica na composição e rendimento das capturas. Foram analisados dados de esforço (pescador dia<sup>-1</sup>) e CPUE (kg\*pescador<sup>-1</sup>\*dia<sup>-1</sup>) provenientes do monitoramento diário de desembarque entre os períodos **per-A** (1987-1990), **per-B** (1991-1997) e **per-C** (1998-2005). A variação temporal na composição específica foi avaliada utilizando abordagem multivariada (DCA); as diferenças na CPUE [ $\log(x+1)$ ] das principais espécies entre os períodos foram avaliadas a partir de ANOVA unifatorial. Os desembarques variaram de 35,6 t (1995) a 242,8 t (1990), com tendência de redução na CPUE das espécies de maior valor comercial a partir do período per-C. Foi constatada alteração na composição específica nas capturas a partir de 1998, com predominância de espécies sedentárias e estratégias reprodutivas independentes do ciclo hidrológico. Os resultados indicam necessidade de medidas de ordenamento para evitar sobrepesca das atuais espécies-alvo e aumento da vazão do rio para recomposição de estoques de peixes migradores.

**Palavras-chave:** Rendimento pesqueiro; planície de inundação; efeito de barragem

### ***ABSTRACT***

The large numbers of dams in the upper Paraná River basin caused fragmentation of rivers by changing the longitudinal migratory fish process and patterns of hydrologic connectivity beyond modify the specific composition and reduce the biomass caught by artisanal fisheries. Fishing is an activity that generates jobs and income for many families in the upper Paraná River floodplain. This work aims to characterize artisanal fisheries developed in the lower region of the upper Paraná River floodplain, emphasizing the negative effects of hydrologic alteration on composition of catches and yield data used for analysis were effort (fisherman\*day<sup>-1</sup>) and CPUE (kg\*fisherman<sup>-1</sup>\*day<sup>-1</sup>) from the daily monitoring of fisheries landing between the per-A (1987-1990), per-B (1991-1997) and per-C (1998-2005). The temporal variation in species composition was assessed using multivariate analysis (DCA), the differences in CPUE [ $\log(x + 1)$ ] of the main species between periods were assessed using ANOVA (one way). Catches ranged from 35.6 ton (1995) to 242.8 tons (1990) with a tendency toward in CPUE reduction of the species of higher commercial value since **per-C** period. Alteration was found in the species composition of landings from 1998, with a significant increase in the catches on species with sedentary behavior and reproductive strategies independent of the hydrological cycle. The results indicate the need for fishery management to prevent overfishing of the current target fish species and increased river flow for the recomposition of migratory fish stocks.

***Keywords:*** Fisheries yield; floodplain; impoundment effects

## 2.1 INTRODUÇÃO

O pulso de inundação em sistemas rio-planície de inundação se constitui na principal função de força regulando a estrutura das comunidades e o funcionamento do ecossistema (JUNK *et al.*, 1989; NEIFF, 1990; AGOSTINHO *et al.*, 2000; HALLS *et al.*, 2001; WELCOMME e HALLS, 2004; HALLS e WELCOMME, 2004). Entretanto, grande parte dos sistemas rio-planície de inundação no mundo têm sido alterada pela interrupção do curso d'água devido a construção de barragens, modificando sobremaneira a dinâmica e estrutura das comunidades e ecossistema (MARMULLA, 2001 ; AGOSTINHO *et al.*, 2004a).

Nestes ecossistemas, a ictiofauna é especialmente impactada pelos efeitos negativos dos barramentos em rios, uma vez que a biologia e a ecologia das espécies estão intimamente ligadas aos eventos hidrológicos (WELCOMME, 1985; LOWE-MCCONNELL, 1987; JUNK *et al.*, 1989). A alteração no regime de cheias a jusante, resultado da construção das barragens, teve como consequência a fragmentação dos rios, impedindo movimentos migratórios dos peixes (AGOSTINHO, 2003) modificando os padrões de conectividade hidrológica, com reflexos diretos no recrutamento biológico das populações (PETRY *et al.*, 2003; AGOSTINHO *et al.*, 2004a). Ambos os efeitos descritos têm reflexos diretos na pesca, alterando a composição e abundância dos estoques (MARMULLA, 2001; WELCOMME e HALLS, 2001). A atividade pesqueira, praticada artesanalmente, tem sido amplamente reconhecida pela importância econômica e social (BAILEY e JENTOFT, 1990; COCHRANE, 2000; ALLISON e ELLIS, 2001; BERKES *et al.*, 2001), principalmente para comunidades localizadas em áreas rurais e distantes de centros urbanos, especialmente em grandes rios com planícies de inundação de países em desenvolvimento (ARTHINGTON *et al.*, 2004).

No Brasil, a atividade pesqueira artesanal é desempenhada na maioria dos rios, gerando emprego, renda e alimento às famílias (PETRERE JR., 1989). Em muitos casos, o peixe é a única fonte de proteína disponível para muitas comunidades rurais ou distantes de centros comerciais (BAYLEY e PETRERE JR., 1989; BEGOSSI *et al.*, 2000; VALBO-JØRGENSEN e POULSEN, 2000), sendo isto também observado no alto rio Paraná. Na bacia do rio Paraná foi construídos mais de 130 reservatórios (barragens acima de 10 m de altura), tanto no canal principal do rio Paraná, quanto nos seus formadores (rios Grande e Paranaíba) e principais tributários (rios Tietê e Paranapanema; AGOSTINHO *et al.*, 1995). Devido a isso, as barragens têm levado a alterações relevantes no regime hidrológico da região,



modificando a estrutura e o funcionamento da planície de inundação do alto rio Paraná (AGOSTINHO *et al.*, 2000, 2003; PETRERE JR. *et al.*, 2002) e, conseqüentemente, na pesca.

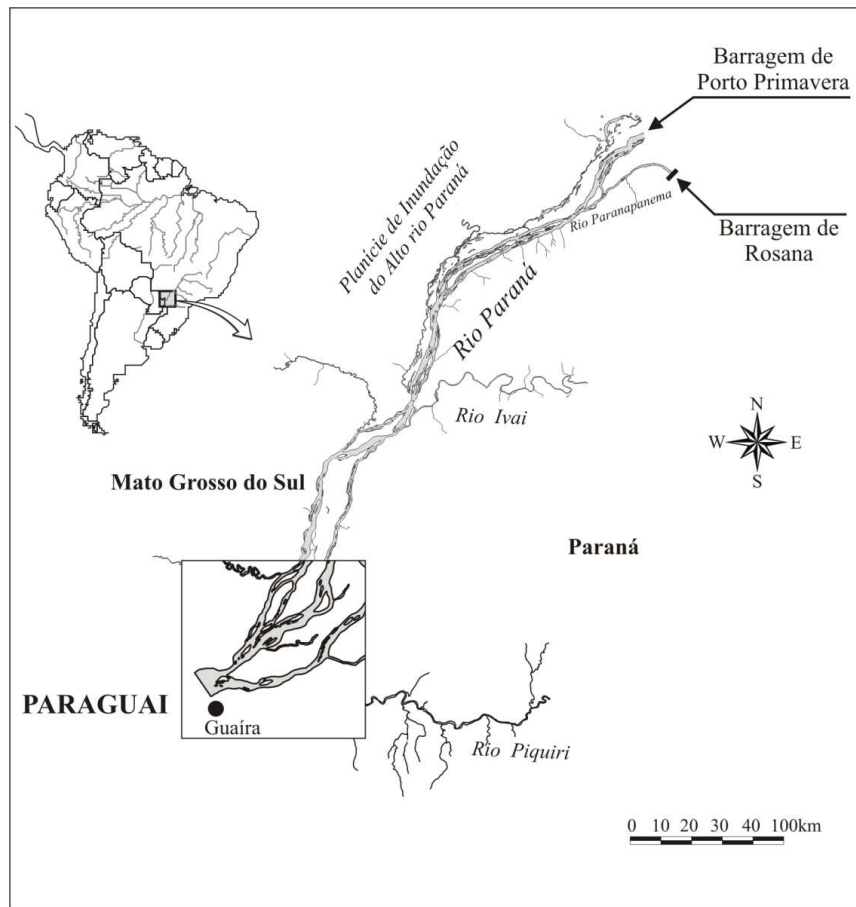
Estudos conduzidos na área relatam que este cenário tem contribuído para a redução nas capturas de espécies migradores (GOMES e AGOSTINHO, 1997; AGOSTINHO *et al.*, 2000, 2003, 2004a). Entretanto, para estes mesmos autores, os efeitos negativos da regulação do fluxo (mesmo com a alta densidade de barramentos) sobre as populações de peixes na planície do alto rio Paraná, foram atenuados devido a presença de grandes tributários ligados ao canal principal. Porém, a construção da barragem de Porto Primavera intensificou as alterações no regime hidrológico (AGOSTINHO *et al.*, 2004a, 2007) e, conseqüentemente, as relações de conectividade do rio com sua planície.

Neste contexto, avaliar a pesca artesanal desenvolvida na porção inferior da planície de inundação do alto rio Paraná, fazendo inferências em relação às alterações registradas no nível do rio. A pesca na região foi caracterizada quanto ao rendimento, esforço e captura por unidade de esforço (CPUE) ao longo da escala temporal considerada. Além disso, foram descritas as variações temporais no rendimento total e CPUE. Especificamente, pretendeu-se responder a seguinte questão: As alterações verificadas no nível do rio Paraná, devido à construção de várias barragens, estão associadas a alterações na pesca no trecho livre de barramentos, localizado a jusante de Porto Primavera?

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1 Área de Estudo

O acompanhamento dos desembarques da pesca artesanal do rio Paraná foi desenvolvido em um trecho de aproximadamente 30 km acima da cidade de Guairá (PR), adjacentes à zona fluvial do reservatório de Itaipu (Figura 1). A área está no entorno do Parque Nacional (PARNA) de Ilha Grande, localizado na parte inferior da planície de inundação do alto rio Paraná. O PARNA Ilha Grande, criado em 1997, é formado por um conjunto de ilhas que compõem o arquipélago fluvial da Ilha Grande e por áreas de várzeas, marginal ao leito do rio Paraná. Nesta área, o rio Paraná se apresenta como um canal alargado, devido à existência das Sete Quedas, que foram inundadas pelo reservatório de Itaipu, formando uma seqüência de canais anastomosados, com baías e ressacos.



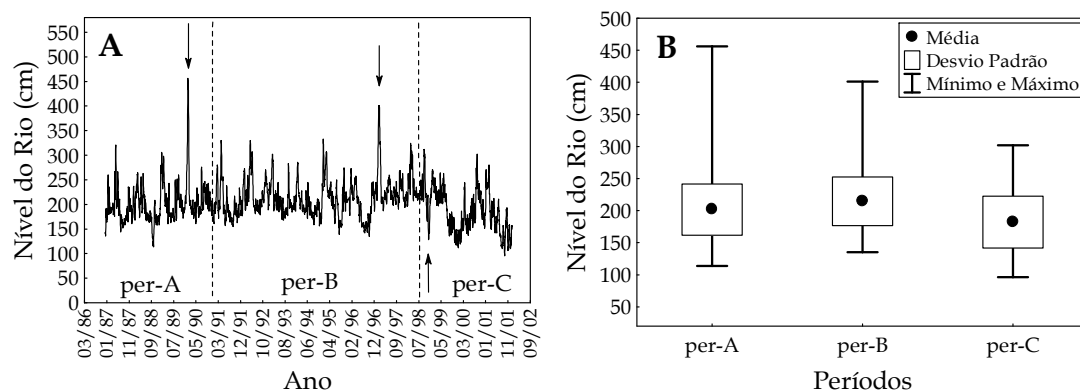
**Figura 1.** Planície de inundação do alto rio Paraná. Em destaque está a área de monitoramento da pesca artesanal

### 2.2.2 Coleta de dados e caracterização da pesca

Os desembarques (capturas diárias) da pesca artesanal neste trecho foram monitorados para cada espécie e cada pescador, entre os anos de 1987 e 2005 (com exceção dos anos de 1993, 1994 e 1999). As informações foram obtidas por meio de uma rede composta por pescadores-amostradores (com experiência na pesca) responsáveis pelo recolhimento mensal das fichas de acompanhamento diário dos desembarques. Para este trabalho, o esforço de pesca foi representado pelo número de dias de pesca (viagens; pescador\*dia<sup>-1</sup>) e o rendimento pesqueiro pela captura por unidade de esforço (CPUE; kg\*pescador<sup>-1</sup>\*dia<sup>-1</sup>).

A pesca artesanal no trecho monitorado foi caracterizada quanto às modificações temporais ocorridas na composição específica e captura total desembarcada, esforço (pescador\*dia<sup>-1</sup>) e CPUE (kg\*pescador<sup>-1</sup>\*dia<sup>-1</sup>). Para a série temporal de dados oriundos da pesca artesanal do alto rio Paraná utilizado nas análises (entre os anos de 1987 a 2005), foi

determinado, *a priori*, três períodos distintos, **per-A** (entre 1987 a 1990); **per-B** (entre 1991 a 1997) e **per-C** (entre 1998 a 2005). Para a determinação destes grupos, foram considerados os principais eventos relacionados ao ciclo hidrológico da região (coletados junto à Itaipu Binacional), com cheias consideráveis em 1990 e 1997, e fechamento de Porto Primavera em 1998 (Figura 2A). Para confirmar a redução no valor médio do nível fluviométrico do rio Paraná entre os períodos considerados para as demais análises presentes neste trabalho, foi realizada uma análise de variância unifatorial (ANOVA) utilizando os períodos (**per-A**, **per-B** e **per-C**) como níveis, e confirmando a diferença entre os períodos (Figura 2B).



**Figura 2.** (A) Nível fluviométrico do rio Paraná registrado na cidade de Guaíra (PR), fornecido pela Itaipu Binacional. As setas indicam os eventos hidrológicos utilizados na categorização dos anos analisados neste trabalho. (B) Média do nível fluviométrico do rio Paraná ( $\pm$  desvio padrão) por período analisado ( $p < 0,0001$ ).

Para o desenvolvimento das demais análises propostas neste trabalho, as espécies de peixes capturadas na região de estudo foram agrupadas em seis classes, de acordo com os valores de comercialização praticados no mercado local e também adotada na pesca artesanal do reservatório de Itaipu (Tabela 1; AGOSTINHO *et al.*, 2005).

### 2.2.3 Variações temporais no rendimento específico

Foram analisadas as capturas totais das 10 principais espécies de peixes presentes nos desembarques. Para as análises, foi dada ênfase a variação das capturas entre e dentro de cada um dos períodos considerados. Para as espécies migradoras de longa distância, dependentes das cheias para completarem seu ciclo de vida, as capturas foram descritas considerando os meses do ciclo hidrológico, onde as cheias comumente ocorrem entre os meses de dezembro e março e a seca entre junho e setembro (THOMAZ *et al.*, 2004; AGOSTINHO *et al.*, 2004b).

### 2.2.4 Variações temporais na captura por unidade de esforço

Para avaliar as variações temporais na composição específica entre os períodos de estudo foi utilizada uma abordagem multivariada, análise de correspondência com remoção do efeito de arco (DCA; GAUCH, 1982), aplicada aos valores de CPUE (transformados em raiz quadrada para remover efeito das espécies muito abundantes; PALMER, 1993) de todas as espécies capturadas durante o período de monitoramento, sumarizadas nos eixos retidos para interpretação e controlando os períodos considerados. Os eixos retidos para interpretação foram aqueles que apresentaram autovalor superior a 0,20 (MATTHEWS, 1998), mas que explicaram parte considerável da variância da matriz de dados de CPUE, obtida por meio do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) entre a distância euclidiana no espaço da ordenação e a distância euclidiana no espaço original dos dados (TER BRAAK e ŠMILAUER, 1998; MCCUNE e GRACE, 2002). As espécies que mais influenciaram a ordenação foram obtidas por meio da rotina correlação (R de Pearson) com a matriz principal, disponível no Pc-Ord 4.01® (MCCUNE e MEFORD, 1999).

Para verificar diferenças significativas entre os períodos, para os eixos da DCA retidos para interpretação, os escores das amostras (linhas na matriz da CPUE) foram gerados e testados por análise de variância não-paramétrica (Teste de Kruskal-Wallis; KW). Para verificar a significância estatística entre os períodos avaliados, foi aplicado o teste *a posteriori* de comparação de postos para a KW, de acordo com SIEGEL e CASTELLAN (1988).

As diferenças na CPUE das dez principais espécies, entre os períodos considerados, foram avaliadas pela ANOVA unifatorial. Para minimizar a probabilidade de erro do Tipo I, devido ao fato de serem realizados vários testes (uma para cada espécie), foi utilizado o protocolo da ANOVA protegida (SCHEINER, 1993). Para este procedimento, inicialmente é aplicada uma análise de variância multivariada (MANOVA unifatorial; todas as espécies simultaneamente) e, somente se esta apresentasse significância estatística, as análises de variância para cada espécie devem ser conduzidas. Para alcançar os pressupostos da análise, os dados de CPUE foram transformados em  $\log(CPUE+1)$ .

## 2.3 RESULTADOS

### 2.3.1 Caracterização da pesca

A pesca artesanal no alto rio Paraná realizada entre 1987 e 2005 apresentou grande variação na captura total, com valores entre 35,6 ton (1995) e 242,8 ton (1990). As espécies

com maior valor comercial de mercado (classe I, Tabela 1) foram representativas nos desembarques de 1987 até 1992, com queda acentuada nos anos seguintes. As espécies categorizadas na classe III (Tabela 1) compuseram a maior parte dos desembarques para todo o período (Figura 3A).

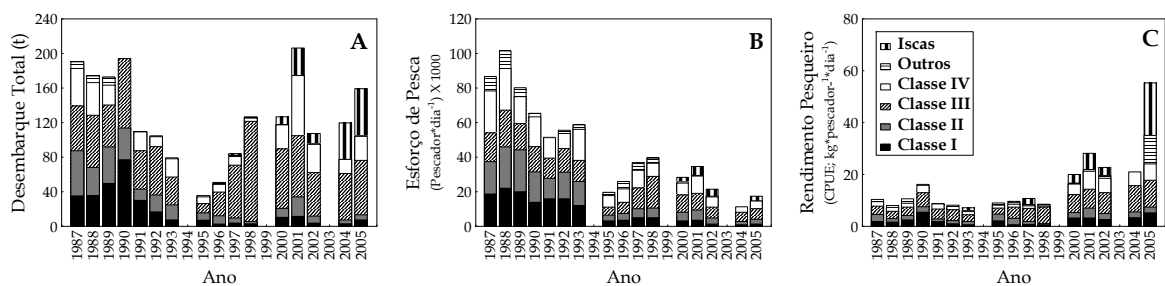
**Tabela 1. Classificação comercial do pescado desembarcado na pesca artesanal do alto rio Paraná (modificada de AGOSTINHO *et al.*, 2005).**

Classe	Característica principal de categorização	Espécies Características	
		Nome Comum	Nome Científico
I	Compreende os grandes peixes migradores, que são tradicionalmente consumidos na região e têm alto valor comercial.	Cachara	<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i>
		Cascudo Preto	<i>Rhinelepis aspera</i>
		Dourado	<i>Salminus brasiliensis</i>
		Pacu	<i>Piaractus mesopotamicus</i>
		Pintado	<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>
II	Espécies de peixes de médio a grande porte alto teor de gordura (carne remosa) podendo compreender espécies com comportamento migratório.	Piracanjuba	<i>Brycon orbignyanus</i>
		Barbado	<i>Pinirampus pirinampu</i>
		Chinelo	<i>Loricaria</i> sp.
		Jaú	<i>Zungaru zungaru</i>
		Jurupoca	<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>
		Manduve	<i>Ageneiosus militaris</i>
		Piapara	<i>Leporinus elongatus</i>
		Piaussu	<i>Leporinus macrocephalus</i>
III	Composta por espécies de médio porte (cascudo, armado) carne de excelente palatabilidade, mas com restrições do consumidor pela sua aparência, mesmo sendo comercializadas sem a pele e a cabeça.	Tucunaré	<i>Cichla</i> spp
		Armado	<i>Pterodoras granulosus</i>
		Cara	<i>Satanoperca pappaterra</i>
		Carpa	<i>Cyprinus carpio</i>
		Cascudo Chinelo	<i>Loricariichthys platymetopon</i>
		Curimba	<i>Prochilodus lineatus</i>
		Luz Baixa	<i>Auchenipterus osteomystax</i>
IV	Inclui várias espécies de porte pequeno a médio, que são comercializadas juntas, com a denominação de “misto”.	Palometa	<i>Metynnis</i> cf. <i>lippincottianus</i>
		Bagre	<i>Rhamdia quelen</i>
		Bagre-sapo	<i>Pseudopimelodus mangurus</i>
		Curvina	<i>Plagioscion squamosissimus</i>
		Mandi	<i>Pimelodus maculatus</i>
		Mapará	<i>Hypophthalmus edentatus</i>
		Piau	<i>Leporinus</i> spp.
		Tilápia	<i>Oreochromis niloticus</i>
Outros	Compreende peixes de pequeno tamanho e de reduzido valor comercial, considerados refugio na maior parte do ano; geralmente vendidos à população de baixa renda.	Traíra	<i>Hoplias</i> aff. <i>malabaricus</i>
		Charutinho	<i>Parodon nasus</i>
		Dourado Cachorro	<i>Raphiodon vulpinus</i>
		Linguado	<i>Catathyridium jenynsii</i>
		Peixe Espada	<i>Eigenmannia virescens</i>
		Piranha	<i>Serrasalmus</i> spp.
Isclas	Espécies utilizadas como isca tanto na pesca comercial quanto na esportiva.	Raia	<i>Potamotrygon</i> spp.
		Tamboatá	<i>Hoplosternum littorale</i>
		Jeju	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>
		Morenita	<i>Gymnotus</i> spp.
		Cangati	<i>Parauchenipterus galeatus</i>
Mussum	<i>Synbranchus marmoratus</i>		

O esforço de pesca também foi altamente variável durante o período de estudo, com tendência de decréscimo ao longo do tempo. É notória a diminuição do esforço empregado para captura de pescados categorizados na classe I (Figura 3B), na qual estão as espécies de maior valor comercial, todas migradoras de longa distancia.

O rendimento pesqueiro total apresentou tendência de aumento ao longo dos anos de avaliação. No entanto, a análise realizada dentro dos grupos econômicos descritos na tabela I mostra essa tendência se deve ao incremento nas capturas de espécies categorizadas nas classes “Outros” e “Isas”, especialmente em **per-C**. Nos períodos **per-A** e **per-B** as principais espécies capturadas pertencia aos peixes migradores de grandes distâncias (classe I e II), juntamente com espécies de porte médio (classe III) (Figura 3).

As dez principais espécies nos desembarques contribuíram com mais de 90% do rendimento total em cada período (Figura 4). Entretanto, a composição específica nos desembarques teve uma alteração conspícua em **per-C**, com contribuições bem menos expressivas de espécies reofílicas de alto valor comercial na região de estudo. Neste período, *P. corruscans*, *Z. zungaro*, *P. lineatus* e *S. brasiliensis* não estão entre as principais espécies desembarcadas pela pesca artesanal. Por outro lado, *P. granulosus*, migrador de longa distância representou 36% do rendimento total capturado, sendo a principal espécie nos desembarques em todos os anos considerados (Figura 4).

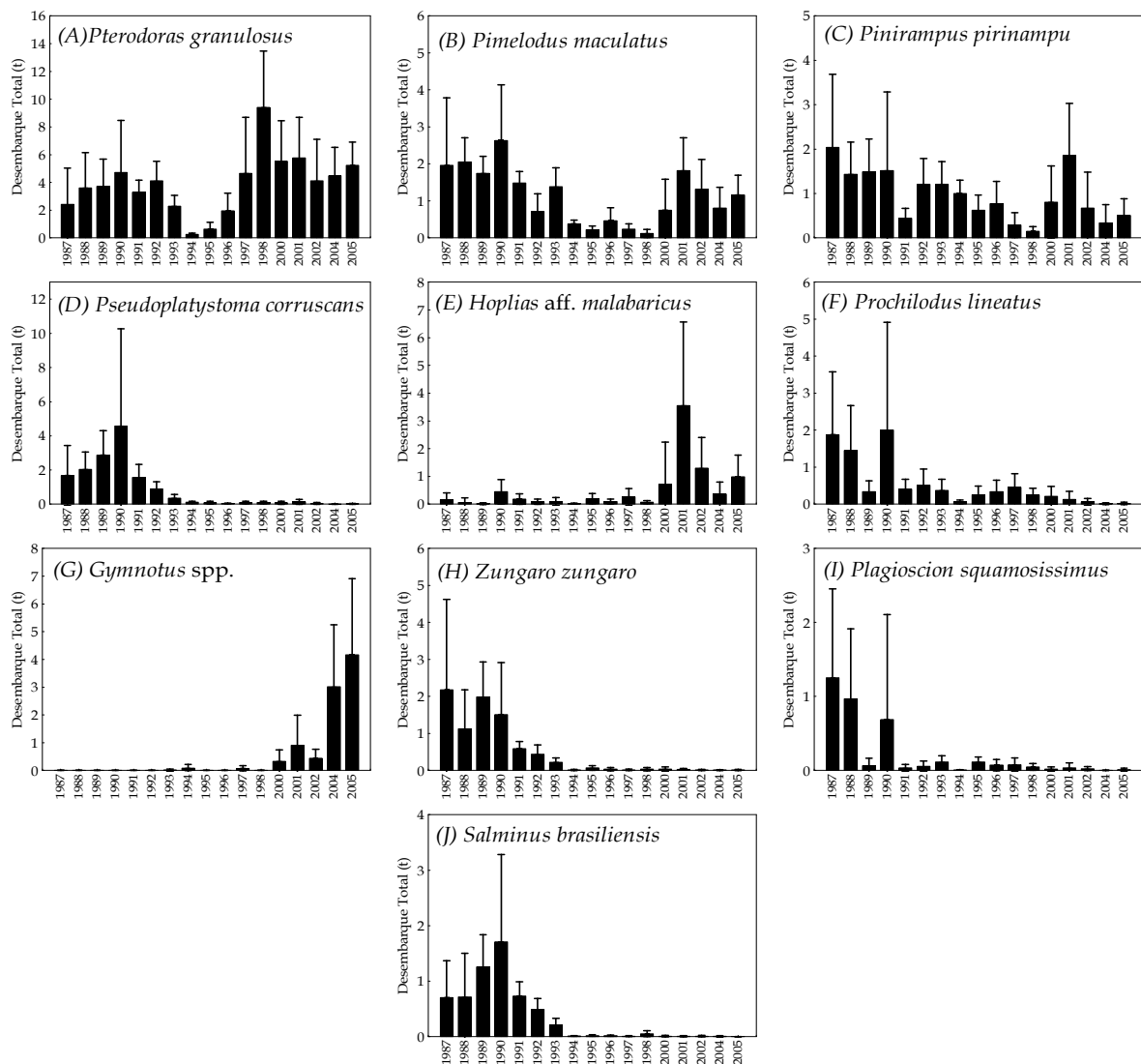


**Figura 3.** Variação temporal dos desembarques (ton; A), esforço de pesca (pescador dia<sup>-1</sup>; B) e no rendimento (CPUE; C) para as classes de pescado, desembarcadas na pesca artesanal no alto rio Paraná.

### 2.3.2 Variações temporais nas capturas

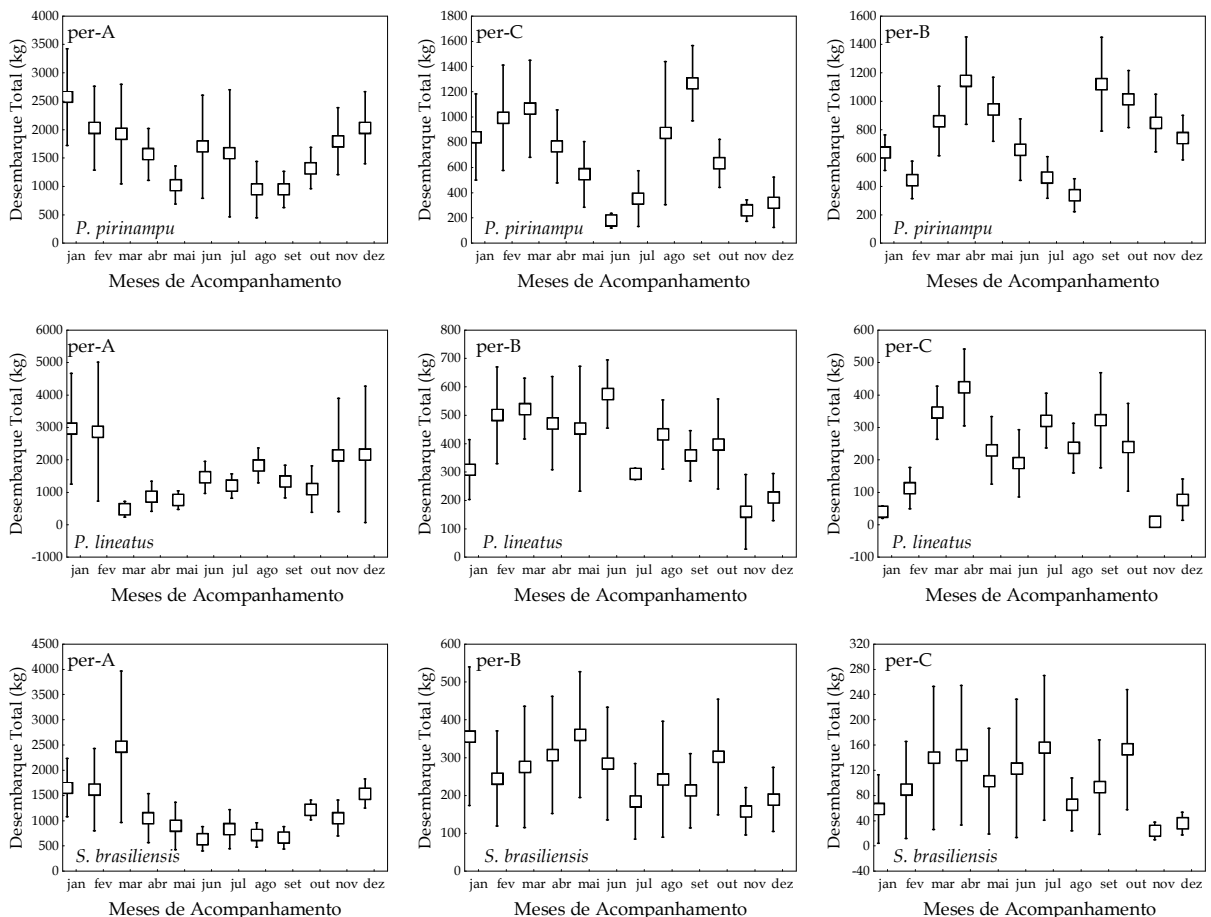
A figura 4 apresenta a variação temporal dos desembarques das principais espécies capturadas na pesca artesanal na região do alto rio Paraná. As espécies migradoras de longa distância (*P. corruscans*, *P. lineatus*, *Z. zungaro* e *S. brasiliensis*) apresentaram elevada

captura média em **per-A**, enquanto que nos demais períodos a biomassa capturada foi baixa (Figura 4). Em **per-A**, as espécies com comportamento migratório apresentaram maiores valores de desembarques, coincidindo com os meses referentes ao período de cheia na região de estudo, sendo possível verificar um padrão intra-anual de captura (valores mais elevados de desembarque coincidem com os períodos de cheias; Figura 5). Este padrão se alterou completamente para estas espécies migradoras em **per-B** e **per-C**. As capturas passaram a apresentar um padrão bimodal nos períodos com nível hidrométrico intermediário, além de grandes quedas nas capturas. A exceção foi *P. corruscans* que, mesmo apresentando diminuição na biomassa desembarcada, continuou apresentando variação sazonal nas capturas inclusive em **per-C** (rendimento maior em épocas de cheia).

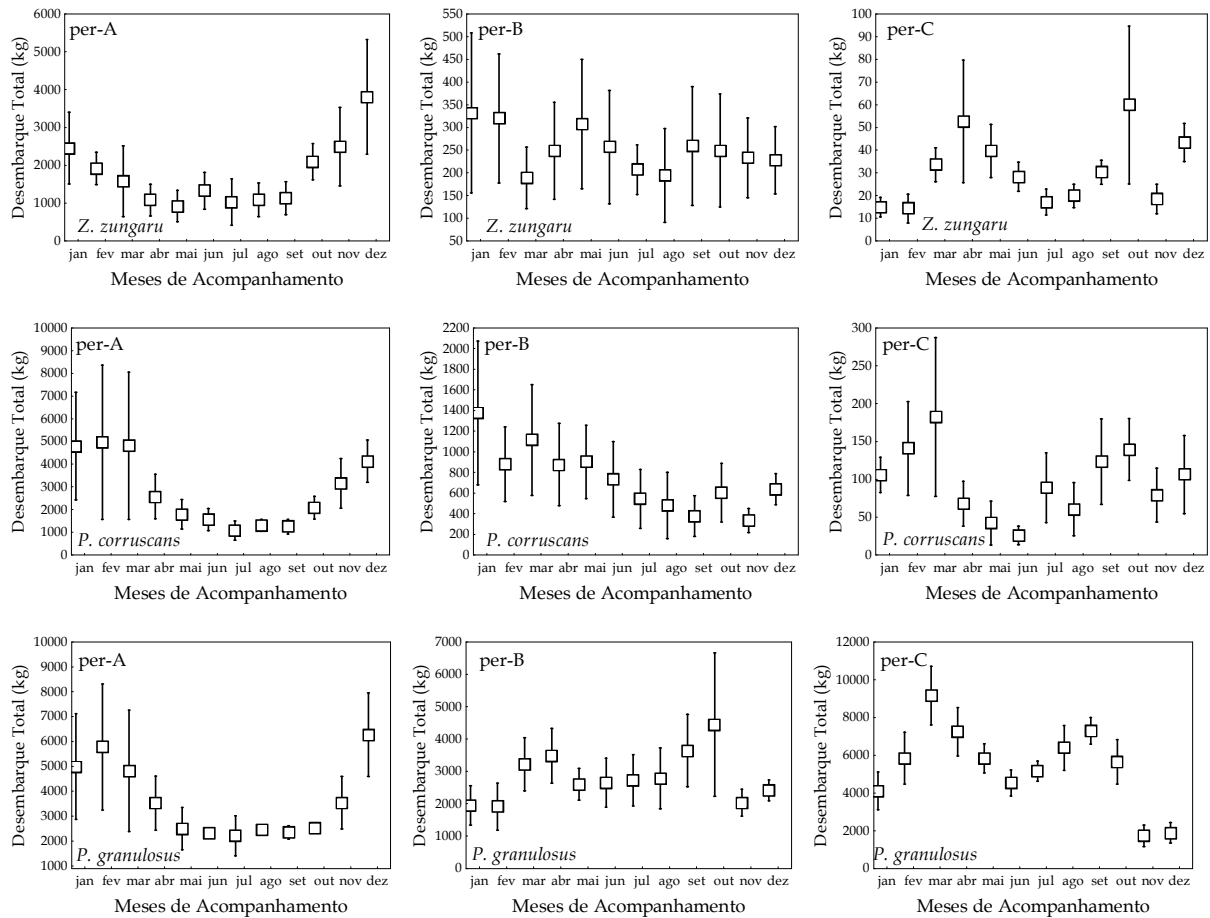


**Figura 4.** Variação anual média do rendimento pesqueiro (em  $t \cdot \text{ano}^{-1}$ ) das 10 principais espécies desembarcadas na pesca comercial do alto rio Paraná em todo o período de estudo. As barras verticais indicam desvio padrão.

Espécies sedentárias, tais como *H. aff. malabaricus* e *Gymnotus* spp apresentaram elevação nas capturas no período **per-C**, com valores muito baixos nos períodos anteriores. Cabe destacar que *Gymnotus* spp. não era considerada uma espécie comercial entre os anos de 1987 e 1990 ( **per-A**; Figura 4). *P. granulatus*, apresentou maior incremento nos desembarques do período **per-C** embora com maior variabilidade anual na biomassa capturada quando comparado aos períodos anteriores (per-A e per-B). Para esta espécie também foi verificada variação intra-anual nos desembarques, seguindo um padrão sazonal de captura de acordo com o ciclo hidrológico (Figura 5). As espécies *P. maculatus* e *P. squamosissimus* também apresentaram incremento nos desembarques e maior variação anual nas capturas no período per-C e maior variação anual nas capturas também neste período. O barbado, *Pirinampus pirinampu* foi mais capturada em **per-A**, mas com tendência intra-anual de captura similar entre os períodos (Figura 4C).







**Figura 5.** Variação intra-anual da média mensal de desembarque das principais espécies migradoras capturadas na pesca comercial do alto rio Paraná entre os três diferentes períodos considerados no estudo. As barras verticais indicam o erro padrão.

A partir de 1998, que compreende o período **per-C**, algumas espécies começaram a apresentar elevado incremento nas capturas, tais como *H. unitaeniatus*, *H. littorale*, *S. pappatera*, *S. marmoratus* e *P. galeatus*, as quais não apresentavam estatísticas de desembarque antes deste período (Tabela 2). Esta última espécie vem apresentando elevação na biomassa média capturada a partir de **per-B**. *Rhaphiodon vulpinus* e *Serrasalmus* spp. Também, apresentaram modificações nos seus padrões de capturas entre os períodos estudados. A primeira é uma espécie migradora de longa distância, até então pouco valorizada economicamente pela pesca, apresentou padrão de captura similar às demais espécies migradoras. A segunda não apresentou aumento nas capturas em **per-C**. Para *Leporinus* spp., o rendimento médio foi similar entre os períodos considerados, tendendo a um padrão sazonal em suas capturas com incremento representativo na biomassa total desembarcada, alcançando 10 ton em **per-C** (média de  $138 \text{ kg} \cdot \text{ano}^{-1}$ ; Tabela 2).

**Tabela 2.** Desembarque total (em kg) das espécies com menor valor comercial presente na pesca artesanal no alto rio Paraná entre os três diferentes períodos considerados no estudo.

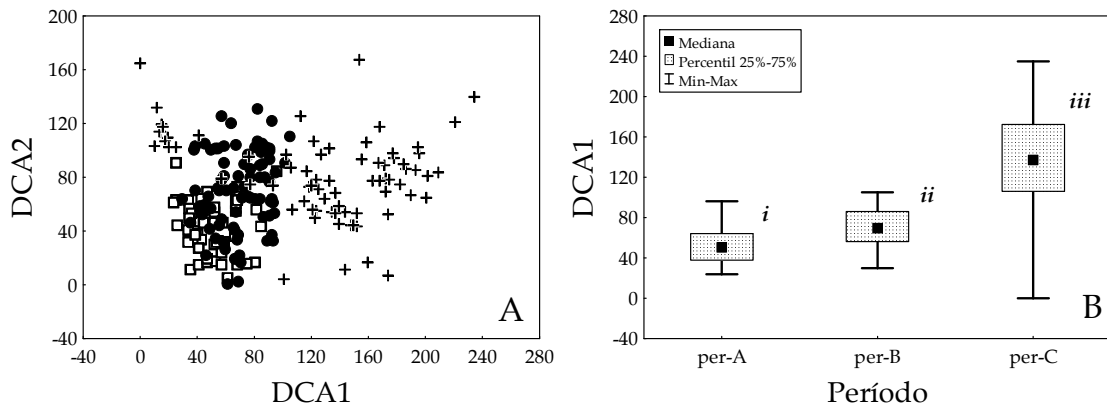
Espécie (nome comum)	Períodos		
	per-A	per-B	per-C
<i>Hoplieritrinus unitaeniatus</i>	---	---	9.802,8
<i>Hoplosternum littorale</i>	---	---	30.214,7
<i>Leporinus</i> spp.	5.873,1	7.333,3	10.112,3
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	---	814,0	857,5
<i>Raphiodon vulpinus</i>	11.633,0	4.609,3	1.424,7
<i>Satanoperca pappatera</i>	---	---	5.330,3
<i>Serrasalmus</i> spp.	9.770,5	390,0	5.260,7
<i>Symbranchus marmoratus</i>	---	---	2.942,0
<b>Total Geral</b>	<b>30.641,4</b>	<b>15.772,1</b>	<b>71.353,6</b>

### 2.3.3 Variações temporais na captura por unidade de esforço

A aplicação da DCA mostrou que somente o primeiro eixo da ordenação apresentou autovalores superiores a 0,20 ( $\lambda_{DCA1} = 0,26$ ;  $\lambda_{DCA2} = 0,08$ ). O eixo 1 explicou 58% da variância da matriz original, enquanto que o eixo 2 explicou apenas 3%. Desta maneira, apenas o eixo 1 foi retido para interpretação. Neste eixo fica evidente a separação dos períodos (Kruskal-Wallis;  $H_{[2, N=204]} = 70,87$ ;  $P < 0,0001$ ), cabendo destaque para o **per-C** ( $P < 0,05$ ) (Figura 6), mostrando a alteração na composição dos desembarques. As espécies mais correlacionadas positivamente ( $R > 0,40$ ) com o eixo 1 foram *Gymnotus* spp, *P. granulatus*, *H. aff. malabaricus*, *P. maculatus*, *S. marmoratus*, *L. friderici* e *H. unaetaeniatus*, todas com maior CPUE nos pontos localizados mais a direita na Figura 5. Por outro lado, as negativamente correlacionadas ( $R < -0,38$ ) foram *S. brasiliensis*, *Potramotrygon* spp., *H. edentatus*, *C. jenynsii*, *P. squamosissimus*, *S. marginatus*, *R. vulpinus* e *P. lineatus*, todas mais abundantes nos pontos localizados mais a esquerda na Figura 5.

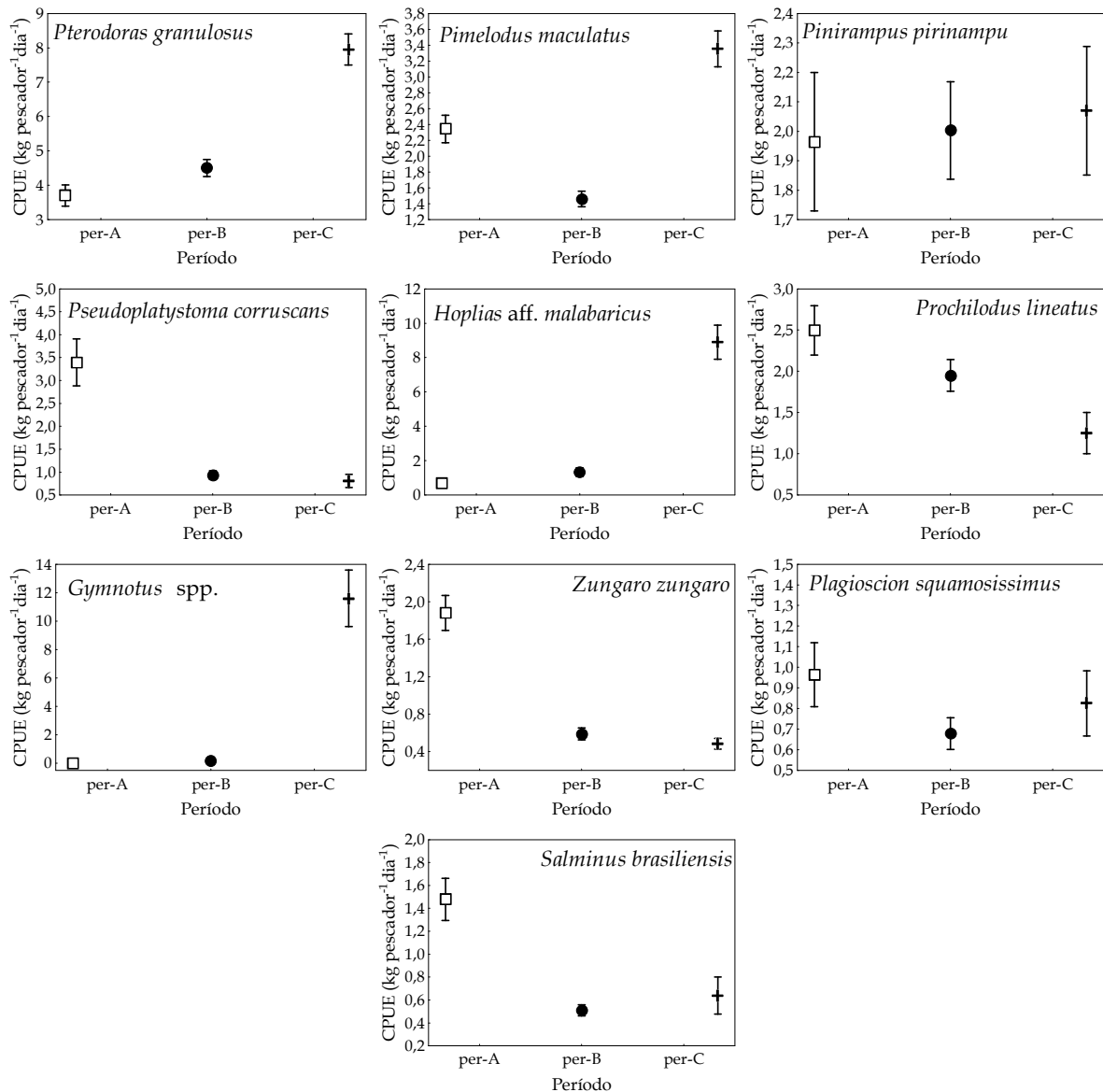
A MANOVA aplicada à CPUE [ $\log(CPUE+1)$ ] das dez principais espécies, utilizando os períodos como fator independente, apresentou diferenças significativas (Wilk's lambda =

0,20; período  $_{[20,84]} = 23,31$ ;  $P < 0,005$ ), indicando a possibilidade de uso de ANOVA para cada espécie em separado. Nas ANOVA realizadas em separado, somente *P. pirinampu* (barbado;  $F_{[2,201]}=0,187$ ;  $P=0,83$ ) e *P. squamosissimus* (curvina;  $F_{[2,201]}=1,14$ ;  $P=0,320$ ) não apresentaram variação temporal significativa na média da CPUE por período (Figura 7).



**Figura 6.** Ordenação dos escores derivados da análise de correspondência com remoção do efeito de arco (DCA) dos dados de CPUE ( $\text{kg pescador}^{-1}\text{dia}^{-1}$ ) da pesca artesanal do alto rio Paraná nos três diferentes períodos considerados ( $\square$  **per-A**;  $\bullet$  **per-B**;  $+$  **per-C**) (A); Mediana, percentil 25% e 75%; mínimos (Min) e máximos (Max) dos escores da DCA por período (B).

As demais espécies apresentaram alterações na CPUE entre os períodos de estudo. Dentre os migradores, o aumento na média da CPUE foi constatada somente para *P. granulatus* e *P. maculatus*. Mesmo sendo a espécie mais importante em todos os períodos de avaliação, *P. granulatus* teve um elevado incremento no último período (Tukey  $P < 0,0001$ ), comparativamente aos dois anteriores (entre estes não houve diferenças significativas). O mesmo comportamento foi identificado para o mandi, embora esta espécie tenha apresentado uma grande redução na CPUE entre **per-A** e **per-B**, recuperando-se em **per-C**, com valores superiores aos apresentados no primeiro período. As demais migradoras (*P. corruscans*, *Z. zungaro*, *S. brasiliensis* e *P. lineatus*) com alto valor comercial tiveram drásticas reduções nos valores de CPUE em **per-B** e **per-C** (decréscimo menos acentuado para *P. lienatus*; Figura 7), sendo as médias destes períodos diferentes de **per-A** (Tukey;  $P < 0,05$ ). Por outro lado, *H. aff. malabaricus* e *Gymnotus* spp. apresentaram tendência inversa na média da CPUE, com maior valor em **per-C** (Tukey;  $P < 0,05$ ).



**Figura 7.** Variação na média da captura por unidade de esforço (CPUE) das 10 principais espécies nos desembarques da pesca comercial do alto rio Paraná, por período considerado (□ per-A; ● per-B; + per-C). As barras verticais indicam erro padrão.

## 2.4 DISCUSSÃO

A variação na abundância das populações de peixes pode ser atribuída a diversos fatores, sejam estes naturais ou antrópicos. A seleção de indivíduos de maiores tamanhos dos estoques realizada pela pesca pode provocar distribuição etária truncada das populações, sendo este um dos fatores que mais contribui para a redução da resiliência das populações de peixes (HSIEH *et al.*, 2006). Para estes autores, a alteração da estrutura etária populacional aliada às características da história de vida das espécies as tornam mais suscetíveis às

alterações ambientais, causando elevada variabilidade nas capturas. Isso é especialmente verdadeiro para a pesca realizada em rios que apresentam grandes variações no nível hidrométrico (sistemas rio-planície de inundação). Nestes ambientes, o regime de cheias é o fator principal na estruturação das comunidades e para o funcionamento do ecossistema (AGOSTINHO *et al.*, 2004b; WELCOMME e HALLS, 2004). Assim, as espécies apresentam estreita relação de dependência dos seus ciclos de vida com as variações no nível hidrométrico, influenciando a pesca e os rendimentos provenientes desta atividade (AGOSTINHO e ZALEWSKI, 1996; GOMES e AGOSTINHO, 1997), uma vez que o aumento na biomassa de peixes se reflete diretamente nas capturas da pesca artesanal (WELCOMME e HALLS, 2004).

No Brasil, estudos abordando a pesca artesanal em rios vêm sendo fundamentados nas relações entre produtividade pesqueira, diferenças nas estratégias de captura e interações humanas associadas com a variação natural entre os períodos de cheia e seca (CASTRO e BEGOSSI, 1995; CETRA e PETRERE JR., 2001; FRANCO DE CAMARGO e PETRERE JR., 2001; PETRERE JR. *et al.*, 2002). Especificamente, no alto rio Paraná, as informações sobre os desembarques da pesca artesanal são ainda esparsas, obtidas de maneira mais efetiva no reservatório de Itaipu (OKADA *et al.*, 2005) e em alguns reservatórios do rio Tietê, com acompanhamento do rendimento e esforço (GOMES *et al.*, 2002). Para a pesca na calha principal do rio Paraná, na região da planície de inundação, as poucas informações disponíveis referem-se à pesca de espécies com alto valor comercial.

Acompanhar e entender as fontes de variabilidade temporal na abundância de peixes se mostra como uma importante ferramenta no manejo da pesca (HSIEH *et al.*, 2006). Na presente avaliação, durante todo o período de monitoramento, o rendimento pesqueiro apresentou variações importantes, decorrentes, aparentemente, de mudanças ambientais. Inicialmente foi constatada queda no rendimento da pesca no rio, devido, principalmente, a redução no volume de água no reservatório de Itaipu. Dessa forma, houve um deslocamento de pescadores para o lago, aumentando o rendimento pesqueiro daquele ambiente (AGOSTINHO *et al.*, 2005). Em seguida (1994), Porto Primavera (distante 200 km a montante) apresentou a primeira fase de enchimento de seu reservatório, gerando, em 1995, o menor registro no rendimento da pesca. Após este segundo evento, os rendimentos voltaram a aumentar, com valores acima dos desembarcados antes de 1990. Entretanto, a representatividade de espécies com maior valor comercial (migradoras de longa distância) diminuiu sensivelmente, principalmente após o completo fechamento de Porto Primavera em

1998. O impacto deste represamento sobre a ictiofauna, especialmente para os migradores de longa distância, é bem comentado na literatura (AGOSTINHO *et al.*, 2000, 2004a, b).

Depois deste evento, algumas espécies passaram a ter maior importância na pesca. Então, *P. squamosissimus* manteve a abundância nas capturas, enquanto *P. granulatus* e *P. maculatus*, aumentaram suas contribuições em **per-C**. *Plagioscion squamosissimus* (espécie introduzida da bacia Amazônica) foi a segunda espécie nos desembarques de Itaipu (OKADA *et al.*, 2005), sendo capturada, principalmente, na região lântica do reservatório. Esta espécie teve um grande sucesso na colonização dos reservatórios na bacia do rio Paraná, devido principalmente à sua estratégia reprodutiva e ao hábito de ocupar região pelágica dos reservatórios (NAKATANI *et al.*, 1993), migrando para a zona litorânea para se alimentar (HAHN *et al.*, 1997). A manutenção dos seus estoques no rio Paraná pode ser devido à alta abundância desta espécie em Itaipu.

Porém, para *P. granulatus* e *P. maculatus*, o aumento nas capturas pode estar associado à estratégia reprodutiva destas duas espécies, aparentemente mais independente do pulso de inundação (VAZZOLER *et al.*, 1997a). O hábito alimentar onívoro também pode ter contribuído para esse resultado, pela alta disponibilidade de recursos alimentares, principalmente bivalves (VAZZOLER *et al.*, 1997b). De maneira similar a estes resultados, *P. pirinampu* manteve os valores de abundância constantes nos desembarques. É provável que esta espécie tenha encontrado condições de completar seu ciclo de vida na região estudada, inclusive no reservatório de Itaipu, onde os monitoramentos dos desembarques comerciais têm mostrado aumento na sua CPUE (AGOSTINHO *et al.*, 2005).

Então, fica evidente que os ciclos reprodutivos e as migrações longitudinais dos peixes (principalmente para *S. brasiliensis*, *P. corruscans* e *P. lineatus*) são totalmente dependentes de habitats e recursos relativamente previsíveis, disponibilizados pelo regime de cheias (WELCOMME, 1985; LOWE-MCCONNELL, 1987; JUNK *et al.*, 1989; WINEMILLER, 2003). Os resultados da DCA corroboram com o tema discutido acima. Algumas das espécies negativamente correlacionadas com o eixo 1 são dependentes dos ciclos de cheias. Por outro lado, as espécies positivamente correlacionadas são praticamente independentes do padrão de cheias, fato este comprovado pelo incremento na captura destas espécies na pesca artesanal em **per-C**.

A sazonalidade verificada nas capturas é um padrão natural na pesca de rios associado ao ciclo hidrológico. No acompanhamento da pesca artesanal no rio Grande, realizado por

CASTRO e BEGOSSI (1995), a estação seca apresentou os menores valores de abundância de peixes com maior valor comercial, entretanto a diversidade das capturas aumenta de forma significativa da estação cheia para a seca. Resultados semelhantes foram encontrados por CETRA e PETRERE JR. (2001) estudando a pesca artesanal no rio Tocantins. Estes autores verificaram que as capturas diminuía significativamente com a diminuição do nível da água dos rios e o número de espécies nos desembarques aumentava. Na pesca artesanal do rio Paraná, entre 1987 e 1991 (**per-A**), as capturas apresentaram o mesmo padrão sazonal verificado nos exemplos citados acima. Entretanto, com as alterações no ciclo hidrológico do rio, este padrão foi modificado. Os pescadores passaram a explorar espécies alternativas, capturando em maior quantidade aquelas com menor valor comercial. Com isso, o número de espécies comercializadas foi aumentado, como tentativa de compensar os ganhos econômicos perdidos com a redução nas capturas de espécies migradoras. Desta forma, a atividade pesqueira foi prejudicada pela diminuição na previsibilidade na composição das capturas, diferente do que ocorria em períodos quando o regime hidrológico ocorria de maneira mais conspícua.

Os resultados evidenciam, indiretamente, que houve alteração na estratégia de pesca dos pescadores. Mesmo apresentando uma ampla planície de inundação na região, a pesca praticada com intuito comercial no rio Paraná se concentrava na calha principal do rio, capturando, principalmente, espécies de grande porte. A pesca nas lagoas era desempenhada, fundamentalmente, para a captura de iscas usadas na pesca principal. Atualmente, devido à falta de cheias regulares e, conseqüentemente, falhas periódicas no recrutamento das espécies comercialmente importantes, a pesca nos diversos biótopos da planície se tornou mais comum, inclusive para fins comerciais, para manter a rentabilidade da atividade. Devido a esse fato, espécies que em períodos anteriores não eram comercializadas, passaram a ter uma maior representatividade, como por exemplo, *H. aff. malabaricus*. Esta espécie apresenta hábito sedentário, sendo abundante em lagoas e canais da planície do alto rio Paraná, bem como *H. unitaeniatus* e *H. littorale* (LUIZ *et al.*, 2004). Estas últimas, juntamente com *Gymnotus* spp. e *P. galeatus*, apresentaram elevado incremento nas capturas após 1998 (**per-C**). Este aumento parece ser decorrente da comercialização destas espécies como iscas aos pescadores esportivos, sendo, então, uma fonte de renda alternativa à falta de peixes com maior valor de mercado.

### 2.4.1 Implicações para o manejo

Ficou evidente que o fator preponderante para o sucesso da atividade pesqueira em rios tropicais com planícies associadas é a existência do pulso de inundação sazonal. As barragens regulam o nível do rio a jusante (diminuem os máximos e elevam os mínimos; AGOSTINHO *et al.*, 2007), sendo este impacto relevante para a pesca. Então, os resultados obtidos neste trabalho só vêm corroborar àqueles encontrados para outros rios brasileiros. A regulação do fluxo do rio Paraná, principalmente após a operação da barragem de Porto Primavera, aliada às flutuações diárias no nível do rio ( $\cong 1\text{m}$ ) afetou de forma decisiva a pesca artesanal desenvolvida na região, implicando em alterações na composição e abundância das espécies nos desembarques. Dessa forma, a previsibilidade na composição das capturas foi prejudicada, principalmente para aquelas com alto valor econômico (classe I e II). A previsibilidade parece ser fator essencial utilizado pelos pescadores para reduzir os riscos nas capturas (ACHESON, 1980) e, desta forma elevar os rendimentos da atividade.

Na pesca desenvolvida no rio Grande (região superior da bacia do alto rio Paraná), em períodos de seca ocorre uma maior diversificação nas capturas (CASTRO e BEGOSSI, 1995), e o aumento no número de espécies gera reflexos diretos, tal como alterações na estratégia de pesca. No caso da pesca artesanal do rio Paraná, o aumento no número de espécies não parece ser fator sazonal, mas sim uma tendência geral detectada ao longo do tempo, principalmente a partir de 1998. Com isso, as espécies com baixo valor comercial, até então não exploradas de maneira mais intensiva, passam a representar um importante recurso, gerando menor lucratividade aos pescadores.

Em relação ao manejo dos recursos pesqueiros e a atividade de pesca, a mudança de foco das capturas pode gerar sérios problemas de sobrepesca, merecendo destaque *P. granulosus*. Esta espécie é a mais capturada, tanto no reservatório de Itaipu quanto no rio Paraná, porém, ainda sem indícios de sobrepesca. Entretanto, devido ao desaparecimento de outras espécies de peixes migradores (espécies preferenciais), *P. granulosus* vem apresentando aumento significativo na biomassa desembarcada nos últimos anos, necessitando de atenção e medidas de manejo para evitar queda no seu rendimento. Além disso, parece prudente e fundamental a simulação artificial de cheias através de aumento na vazão de Porto Primavera, para garantir o sucesso das espécies migradoras, como recomendado por AGOSTINHO *et al.* (2004b).



Este trabalho mostra que um dos principais problemas da pesca artesanal no alto rio Paraná, em seu trecho livre de represamentos, é resultado da regulação do nível do rio pelos mais de 130 barramentos construídos na região, ficando mais evidentes após a construção de Porto Primavera, imediatamente acima da região estudada. Esta situação, aparentemente, tem agravado situações negativas que afligem as comunidades pesqueiras dessa área no âmbito econômico e social, como a redução nos ganhos com a pesca.

## REFERÊNCIAS

- ACHESON, J.M. 1980 Anthropology of fishing. *Annual Review of Anthropology*, Palo Alto, 10: 275-316.
- AGOSTINHO, A.A. e ZALEWSKI, M. 1996 *A planície alagável do alto rio Paraná: importância e preservação* (Upper Paraná River floodplain: importance and preservation). Maringá: Eduem. 100p.
- AGOSTINHO, A.A.; VAZZOLER, A.E.A. de M. e THOMAZ, S.M. 1995. The high Paraná river basin: limnological and ichthyological aspects. In: TUNDISI, J.G.; BICUDO, C.E.M. e MATSUMURA-TUNDISI, T. (eds.). *Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro-RJ. p. 59-104.
- AGOSTINHO, A.A.; THOMAZ, S.M.; MINTE-VERA, C.V.; WINEMILLER, K.O. 2000 Biodiversity in the high Paraná River floodplain. In: GOPAL, B.; JUNK, W.J.; DAVIS, J.A. (eds.). *Biodiversity in Wetlands: Assessment, Function and Conservation*. Backhuys: Leiden. p.89–118.
- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; SUZUKI, H.I.; JÚLIO JÚNIOR, H.F. 2003 Migratory fish from the upper Paraná River basin, Brazil. In: CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C.; BAER, A.; ROSS, C. (eds.). *Migratory Fishes of South America: biology, social importance and conservation status*. Victoria: World Fisheries Trust: The World Bank: International Development Research Centre. p.19–99.
- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; VERÍSSIMO, S.; OKADA, E.K. 2004a Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, Berlim, 14: 11-19.

- AGOSTINHO, A.A.; THOMAZ, S.M.; GOMES, L.C. 2004b Threats for biodiversity in the floodplain of the Upper Paraná River: effects of hydrological regulation by dams. *Ecohydrology & Hydrobiology*, Łódź, 4(3): 267-280.
- AGOSTINHO, A.A., OKADA, E.K.; GOMES, L.C.; AMBRÓSIO, A.M. e SUZUKI, H.I. 2005 *Reservatório de Itaipu: estatística de rendimento pesqueiro. Relatório anual 2004*. Universidade Estadual de Maringá, Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura, Maringá, Brasil.
- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F.M. 2007 *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá: Eduem, 2007. 502 p.
- ALLISON, E.H. e ELLIS, F. 2001 The livelihoods approach and management of small-scale fisheries. *Marine Policy*, Amsterdam, 25: 377-388.
- ARTHINGTON, A.H.; LORENZEN, K.; PUSEY, B.J.; ABELL, R.; HALLS, A.S.; WINEMILLER, K.O.; ARRINGTON, D.A.; BARAN, E. 2004 River fisheries: ecological basis for management and conservation. In: WELCOMME, R. e PETR, T. (eds.). *Proceedings of the second international symposium on the management of large rivers for fisheries*. Bangkok FAO Regional Office for Asia and Pacific: RAP Publication. p.21-60.
- BAILEY, C. e JENTOFT, S. 1990 Hard choices in fisheries development. *Marine Policy*, Amsterdam, 14(4): 333-344.
- BAYLEY, V.S. e PETRERE JÚNIOR, M. 1989 Amazon fisheries: assessment methods, current status and management options. In: DODGE, D.P. (ed.). *Proceedings of the international Large River Symposium (LARS) (Honey Harbour, Ontario, Canada, September 14-21, 1986)*. Ottawa: Department of Fisheries and Oceans, 1989. 629 p. (Canadian special publication of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 106). p.385-389.
- BEGOSSI, A.; HANAZAKI, N.; PERONI, N. 2000 Knowledge and use of biodiversity in Brazilian hotspots. *Environment, Development, and Sustainability*, Berlim, 2(3/4): 177-193.
- BERKES, F.; MAHON, R.; MCCONNEY, P.; POLLNAC, R.C.; POMEROY, R.S. 2001 *Managing small-scale fisheries: alternative directions and methods*. Ottawa: International Development Research Centre. 308p.

- CASTRO, F. e BEGOSSI, A. 1995 Ecology of fishing on the Grande River (Brazil): technology and territorial rights. *Fisheries Research*, Amsterdam, 23: 361-373.
- CETRA, M. e PETRERE JÚNIOR, M. 2001 Small-scale fisheries in the middle River Tocantins, Imperatriz (MA), Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, New York, 8: 153-162.
- COCHRANE, K.L. 2000 Reconciling sustainability, economic efficiency and equity in fisheries: the one that got away? *Fish and Fisheries*, New York, 1: 3-21.
- FRANCO DE CAMARGO, S.A. e PETRERE JÚNIOR, M. 2001 Social and financial aspects of the artisanal fisheries of middle São Francisco River, Minas Gerais, Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, New York, 8: 163-171. DOI:
- GAUCH JR, H.G. 1982 *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge: Cambridge University Press. 298p.
- GOMES, L.C. e AGOSTINHO, A.A. 1997 Influence of the flooding regime on the nutritional state and juvenile recruitment of the curimba, *Prochilodus scrofa*, Steindachner, in Upper Paraná River, Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, New York, 4: 263–274.
- GOMES, L.C.; MIRANDA, L.E.; AGOSTINHO, A.A. 2002 Fishery yield relative to chlorophyll *a* in reservoirs of the Upper Paraná River, Brazil. *Fisheries Research*, Amsterdam, 55: 335-340.
- HAHN, N.S.; AGOSTINHO, A.A.; GOITEIN, R. 1997 Feeding ecology of curvina *Plagioscion squamosissimus* (HECKEL, 1840) (OSTEICHTHYES, PERCIFORMES) in the Itaipu Reservoir and Porto Rico Floodplain. *Acta Limnologica Brasiliensia*, Rio Claro, 9: 11-22.
- HALLS, A.S. e WELCOMME, R.L. 2004 Dynamic of River fish populations in response to hydrological conditions: a simulation study. *River Research and Applications*, New York, 20: 985-1000.
- HALLS, A.S.; KIRKWOOD, G.P.; PAYNE, A.I. 2001 A dynamic pool model for floodplain-River fisheries. *Ecohydrology & Hydrobiology*, Łódź, 1(3): 323–339.

- HSIEH, C.; REISS, C.S.; HUNTER, J.R.; BEDDINGTON, J.R.; MAY, R.M.; SUGIHARA, G. 2006 Fishing elevates variability in the abundance of exploited species. *Nature*, London, 443: 859-862.
- JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B.; SPARKS, R.E. 1989 The flood pulse concept in River-floodplain systems. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Science*, Ottawa, 106: 110-127.
- LOWE-MCCONNELL, R.H. 1987 *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge: Cambridge University Press. 382p.
- LUIZ, E.A.; GASPAR DA LUZ, K.D.; COSTA, R.S.; LATINI, J.D.; JÚLIO JÚNIOR, H.F.; GOMES, L.C. 2004 Structure of the fish assemblage in biotopes and subsystems of the Upper Paraná River floodplain. In: AGOSTINHO, A.A.; RODRIGUES, L.; GOMES, L.C.; THOMAZ, S.M.; MIRANDA, L.E. (eds.). *Structure and functioning of the Paraná River and its floodplain – LTER 6*. Maringá: Eduem. p.117-123.
- MACCUNE, B. e MEFFORD, M.J. 1999 *PC-ORD: multivariate analysis of ecological data*. Version 4.01. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA.
- MARMULLA, G. 2001 *Dams, fish and fisheries: opportunities, challenges and conflict resolution*. Rome: FAO Fisheries Technical Paper. 166p.
- MATTHEWS, W.J. 1998 *Patterns in freshwater fish ecology*. New York: Chapman & Hall, 756 p.
- MCCUNE, B. e GRACE, J.B. 2002 *Analysis of ecological communities*. Gleneden Beach, MjM Software Design. 300p.
- NAKATANI, K.; LATINI, J.D.; BAUMGARTNER, G.; BAUMGARTNER, M.S.T. 1993 Distribuição espacial e temporal de larvas de curvina (HECKEL, 1840) (OSTEICHTHYES, SCIAENIDAE) no reservatório de Itaipu. *Revista Unimar*, Maringá, 15: 191-209.
- NEIFF, J.J. 1990 Ideas for an ecological interpretation of the Paraná. *Interciencia*, Caracas, 156: 424-441.

- OKADA, E.K.; AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. 2005 Spatia and temporal gradients in teh artisanal fisheries of a large Neotropical reservoir, the Itaipu Reservoir, Brazil. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Ottawa, 62:714-724.
- PALMER, M.W. 1993 Putting things in even better order: the advantages of canonical correspondence analysis. *Ecology*, Ithaca, 74: 2215-2230.
- PETRERE JÚNIOR, M. 1989 River fisheries in Brazil: a review. *Regulated Rivers: research and management*, New York, 4: 1-16.
- PETRERE JÚNIOR, M.; AGOSTINHO, A.A.; JÚLIO JÚNIOR, H.F. 2002 Review of the fisheries in teh Brazilian portion of the Paraná/Pantanal basin. In: COWX, I.G. *Management and ecology of lake and reservoir fisheries*. Oxford: Fishing New Books. p.123-143.
- PETRY, A.C.; AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. 2003 Fish assemblages of tropical floodplain lagoons: exploring the role of connectivity in a dry year. *Neotropical Ichthyology*, Porto Alegre, 1: 111-119.
- SCHEINER, S.M. 1993 MANOVA: multiple responde variables and multispecies interactions. In: SCHEINER, S.M. e GUREVITCH, J. (eds). *Design and analysis of ecological experiments*. New York: Chapman & Hall. p.94-112.
- SIEGEL, S. e CASTELLAN, N.J. 1988 *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. 2<sup>a</sup> ed. New York: McGraw-Hill. 399p.
- TER BRAAK, C.J.F. e ŠMILAUER, P. 1998 *Reference manual and user`s guide to CANOCO for Windows: software for canonical community ordination*. Version 4 [computer program]. New York: Micro-computer Power. 269p.
- THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; e HAHN, N. S. (eds.). 2004 *The Upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Leiden: Backhuys Publishers, 393 p.
- VALBO-JØRGENSEN, J. e POULSEN, A.F. 2000 Using local knowledge as a research tool in the study of River fish biology: experiences from the Mekong. *Environmental, Development and Sustainability*, Berlim, 2: 253-276.

- VAZZOLER, A.E.A.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. 1997b *A Planície de inundação do Alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: Eduem, 460 p.
- VAZZOLER, A.E.A.M.; SUZUKI, H.I.; MARQUES, E.E.; LIZAMA, M.A.P. 1997 Primeira maturação gonadal, períodos e áreas de reprodução. 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*. Maringá: Eduem. p.249–265.
- WELCOMME, R.L. 1985 *River fisheries*. Rome: FAO Fisheries Technical Paper. 330p.
- WELCOMME, R.L. e HALLS, A. 2001 Some considerations of the effects of differences in flood patterns on fish populations. *Ecohydrology and Hydrobiology*, Łódź, 1: 313-321
- WELCOMME, R.L. e HALLS, A.S. 2004 Dependence of tropical River fisheries on flow. In: WELCOMME, R. e PETR, T. *Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries*. Bangkok FAO Regional Office for Asia and Pacific: RAP Publication, p.267-283.
- WINEMILLER, K.O. 2003 Floodplain River food webs: generalizations and implications for fisheries management. In: WELCOMME, R.L. e PETR, T. (eds.) *Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries*. Bangkok Food and Agriculture Organization of the United Nations & Mekong River Commission: RAP Publication. p.285-31

### **3 A ESTRUTURA E OS ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DA PESCA DE PEQUENA ESCALA DESENVOLVIDA NO ALTO RIO PARANÁ, NO TRECHO ENTRE A BARRAGEM DE PORTO PRIMAVERA E O RESERVATÓRIO DE ITAIPU**

#### **RESUMO**

A pesca artesanal não se caracteriza por altos rendimentos financeiros. Entretanto ampara uma parcela significativa da população, gerando emprego e renda, especialmente em nas regiões menos favorecidas de países em desenvolvimento. Nesse contexto, os efeitos negativos a jusante das barragens são uma ameaça aos recursos pesqueiros, com reflexos diretos na estrutura e na condição socioeconômica das famílias que dependem da pesca. No Alto rio Paraná, a construção de Porto Primavera causou diferenças espaciais tanto na estrutura física utilizada na pesca quanto no modo de vida dos pescadores. Localidades mais próximas da barragem são beneficiadas pelo adensamento de peixes, propiciando melhores rendimentos financeiros aos pescadores. Os resultados resultado deste trabalho permitem concluir que a barragem de Porto Primavera contribui para a elevação da pobreza nas regiões mais inferiores da planície de inundação do Alto rio Paraná.

**Palavras-chave:** Pesca artesanal. Alto rio Paraná. Planície de inundação. Estrutura da pesca.

Avaliação socioeconômica.

### ***ABSTRACT***

Artisanal fisheries are not characterized by high capital yields. However, the activity holds a significant portion of human population, creating employment and income, especially in poor regions of developing countries. In such context, negative effects caused downstream by impoundments threaten fishery resources, which reflect directly in the structure and socioeconomic condition of families that rely on fishing. In the upper Paraná River, the construction of Porto Primavera Dam provoked spatial differences as much in the physical structure used by fisheries as in the life-style of fishermen. Places located near the dam are benefited by fish crowding, which increases fisherman incomes. So, the present results emphasize that Porto Primavera Dam is aggravating the poverty condition in regions located far downstream the upper Paraná River Floodplain.

***Keywords:*** Artisanal fisheries. Upper Paraná River. Floodplain. Fishery structure. Socioeconomic survey.



### 3.1 INTRODUÇÃO

A pesca artesanal, juntamente com a agricultura de subsistência, tem papel fundamental como fonte de emprego, renda e alimento, principalmente em comunidades pesqueiras localizadas nas regiões costeiras e ribeirinhas de países em desenvolvimento (Bailey & Jentoft 1990; Begossi, Hanazaki & Peroni 2000; Cochrane 2000; Valbo-Jørgensen & Poulsen, 2000; Allison & Ellis, 2001; Berkes, Mahon, McConney, Pollnac & Pomeroy. 2001). A FAO (FAO 2004) estima que aproximadamente 90% dos pescadores estão envolvidos com a pesca artesanal ou de subsistência. Assim, a pesca de pequena escala (*small-scale fisheries*) contribui direta ou indiretamente com o sustento de mais de 200 milhões de pessoas (não necessariamente pescadores), nas áreas costeiras marinhas e ambientes aquáticos continentais (Berkes *et al.* 2001; FAO, 2004; FAO 2005). Colapsos pesqueiros, principalmente em estoques que sustentam a pesca artesanal, geram efeitos negativos de amplas proporções, como a redução de oportunidades de empregos e a renda familiar (Cochrane, 2000). Como consequência poderá haver diminuição substancial no fornecimento *per capita* de alimentos e, com isso, redução do *status* nutricional das comunidades, principalmente daquelas menos favorecidas economicamente (Agostinho, Okada & Gregoris, 1994; Allison e Ellis 2001, Berkes *et al.* 2001).

Nesse contexto, a construção de barragens aparece como uma das principais ameaças aos estoques pesqueiros de rios (Welcomme & Halls 2001). Os represamentos são ameaça crescente à integridade ecológica em diversas bacias hidrográficas, afetando de maneira significativa o funcionamento do ecossistema e a estrutura das comunidades bióticas (Welcomme 1985; Junk, Bayley & Sparks 1989), além de impactos sociais de grandes proporções (WCD 2000). Neste último caso, os impactos incluem deslocamentos e reassentamento das famílias atingidas pelo enchimento do reservatório e alterações no modo de vida das populações que vivem a jusante das barragens, principalmente àquelas que dependem da pesca (IUCN 1997; WCD 2000). Isso ocorre devido às alterações ocasionadas sobre os recursos pesqueiros, especialmente (i) pela fragmentação dos rios, impedindo movimentos migratórios dos peixes (Agostinho, Gomes, Suzuki & Júlio Jr 2003) e (ii) pela alteração no regime hidrológico que, em grandes rios com planícies de inundação associadas modificam padrões de conectividade, com reflexos diretos no recrutamento das populações (Petry, Agostinho & Gomes 2003; Agostinho, Gomes, Veríssimo & Okada 2004a) e, desta forma, reduzindo a biomassa de peixes disponível para a pesca.

Especificamente na planície de inundação do alto rio Paraná, o segmento de rio a jusante da barragem de Porto Primavera se caracteriza por apresentar o último trecho livre de barramentos da bacia do rio Paraná em território brasileiro, apresentando intensa atividade pesqueira, fornecendo sustento para um grande número de famílias de pescadores artesanais. Antes do fechamento desta barragem (1998), os desembarques da pesca artesanal nesta região apresentavam sazonalidade marcante em termos de biomassa capturada, fundamentalmente das espécies com comportamento migratório. Dentre estas, destacam-se espécies de peixes que realizam grandes movimentos migratórios e com alto valor de mercado na região como o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), o pacú (*Piaractus mesopotamiscus*), o dourado (*Salminus brasiliensis*) e o curimba (*Prochilodus lineatus*). Atualmente, a pesca artesanal neste trecho está fundamentada na captura do armado (*Pterodoras granulosus*), espécie que apresenta biologia reprodutiva independente do ciclo sazonal de inundações e com baixo valor comercial. Em menor proporção, são registrados desembarques de espécies usadas como iscas (vendidas a pescadores esportivos; Petrere Jr & Agostinho 1993), mas que vem apresentando incremento numérico nas capturas a partir de 1998, principalmente para comércio da pesca esportiva

Embora seja reconhecido que a alteração das características naturais de rios causadas pelos barramentos atue de forma negativa no contexto social e econômico em muitas comunidades de pescadores (Carvalho 2004), são reduzidos o número de estudos que abordam de maneira integrada tais efeitos, especificamente sobre a atividade pesqueira. Assim, este trabalho tem como objetivo descrever a pesca no último trecho do rio Paraná sem barramentos, a partir da barragem de Porto Primavera. Serão avaliadas informações referentes à infraestrutura da pesca artesanal e aspectos relacionados aos aspectos sociais e econômicos dos pescadores e suas famílias. Especificamente, pretende-se responder a seguinte questão: a barragem de Porto Primavera gera um gradiente espacial na estrutura pesqueira e aspectos socioeconômicos dos pescadores?

## 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.2.1 Área de estudo

O rio Paraná é formado pela junção dos rios Grande e Paranaíba e estende-se por 4695 km, com a bacia de drenagem apresentando  $2,8 \times 10^6$  km<sup>2</sup>, incluindo toda a parte centro-sul da América do Sul, dos Andes até a Serra do Mar, próximo ao Oceano Atlântico. O alto rio

Paraná ocupa o terço superior desta bacia, drenando uma região com grandes centros urbanos, industriais e agrícolas, constituindo a região mais extensivamente explorada do país.

No alto rio Paraná, os seus formadores e tributários da margem leste (Tietê, Paranapanema, Grande e Paranaíba) apresentam toda a sua extensão aproveitada por cerca de 130 barramentos hidroelétricos (barragens > 10 m de altura) e, entre estes, 20% apresentam área maior que 10.000 ha, sendo quatro localizados no canal principal do rio Paraná, com áreas entre 48.200 e 220.000 ha.

O segmento da bacia do rio Paraná compreendido entre a barragem de Porto Primavera e a cidade de Guaíra, constitui-se no último trecho não represado do rio Paraná em território brasileiro que apresenta planície de inundação adjacente (Fig. 1). Neste trecho, o rio apresenta amplo canal anastomosado, com reduzida declividade, planície aluvial com barras e pequenas ilhas e também com formação de grandes ilhas (Agostinho, Júlio Jr. & Petrere 1994). Com extensão de 230 km, sua planície chega a apresentar 20 km de largura na margem direita e nela se anostomosam vários canais secundários, lagoas, o rio Baía e os trechos inferiores dos rios Ivaí, Piquiri, Ivinheima, Amambaí e Iguatemi (estes três últimos no estado do Mato Grosso do Sul). Na margem esquerda, os rios apresentam maior declividade, com áreas de várzeas restritas. Este trecho apresenta alta heterogeneidade de habitats e ainda mantém uma grande diversidade biológica de organismos terrestres e aquáticos (Agostinho, Thomaz, Minte-Vera & Winemiller 2000; Agostinho, Thomaz & Gomes 2004b).

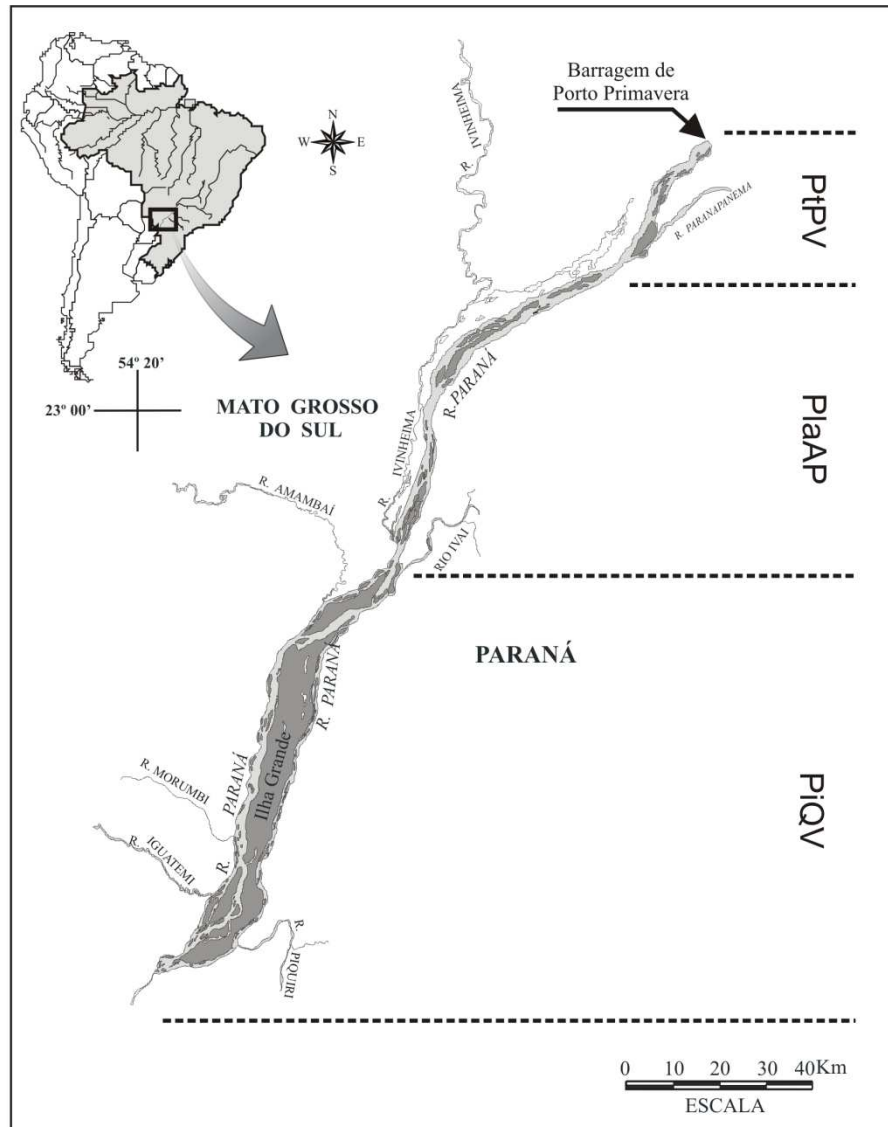


Figura 1. Mapa da região de estudos, no alto rio Paraná (**PtPV**: Porto Primavera; **PlaAP**: planície do alto rio Paraná; **PiQV**: Piquiri/Ivaí).

### 3.2.2 Coleta de dados e definição das variáveis

O levantamento de dados foi realizado por meio de entrevistas diretas com pescadores (setembro a outubro de 2004), utilizando questionário, previamente elaborado pelo grupo de Estatística Pesqueira da Universidade Estadual de Maringá/Nupélia (cooperação entre UEM – Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca/SEAP - Itaipu Binacional) e amplamente aplicado a pescadores artesanais que atuam no reservatório de Itaipu. A escolha deste conjunto de questões foi fundamentada na possibilidade de comparações futuras com a atividade pesqueira de Itaipu, e também pela necessidade de se obter o maior número de informações referente à

pesca artesanal desenvolvida no rio Paraná. Para alcançar os objetivos propostos no trabalho, somente algumas perguntas foram analisadas.

As variáveis selecionadas refletem aspectos da estrutura de pesca e a condição socioeconômica dos pescadores. Em relação ao primeiro conjunto de variáveis, as informações selecionadas foram: tipo de embarcação; propulsão e potência do motor; aparelhos de pesca; renda bruta obtida com a exploração pesqueira, propriedade dos equipamentos. No segundo conjunto de variáveis, os dados foram: condições de moradia (material usado na construção e acabamento das residências); infraestrutura residencial (banheiro, energia elétrica, abastecimento de água); atividades complementares à pesca; pesca em local diferente da localidade da residência; recebimento de seguro desemprego (indenização fornecida pelo governo federal à impossibilidade de atuar na pesca durante a época de defeso); estilo de vida familiar (alimento preferencial, composição do grupo familiar) e escolaridade dos pescadores e dos componentes adultos do grupo familiar. Para a realização das entrevistas, foram visitadas cidades, ilhas e pontos de desembarque entre a barragem de Porto Primavera (divisa entre os estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul) e a cidade de Guaíra (PR), totalizando 230 km percorridos.

### 3.2.3 Análise de dados

Para avaliar as variações espaciais na pesca a jusante de Porto Primavera, os dados foram inicialmente agrupados em duas matrizes. Na primeira, denominada PESCA, foram selecionadas 25 variáveis relacionadas diretamente com o desenvolvimento da atividade de exploração pesqueira e com os rendimentos financeiros provenientes desta (primeiro conjunto citado anteriormente). Na segunda matriz, denominada SOCIAL, foram inseridos dados referentes à condição de vida do pescador, totalizando 34 variáveis (segundo conjunto citado anteriormente). Devido a diferença no número de pescadores entrevistados em cada localidade, a matriz final foi corrigida pelo número de pescadores entrevistados em cada localidade, conforme expressão abaixo:

$$\Delta = \frac{\sum A_{i,j}}{TP_j}, \text{ onde:}$$

$\Delta$  é o valor corrigido pelo tamanho da amostra;

$A$ , resposta dada pelo pescador;

$i$  variável;

$j$ , localidade visitada;

$TP$  o total de pescadores em cada localidade.

De acordo com os objetivos do trabalho, as localidades visitadas foram reunidas *a priori* considerando a proximidade dos locais com a barragem de Porto Primavera e as características fisiográficas regionais (presença/ausência de várzea adjacente ao rio Paraná): Piquiri/Ivaí (**PiQV**), Planície (**PlaAP**) e Porto Primavera (**PtPV**; Fig.1, Tabela 1). As variáveis das matrizes PESCA e SOCIAL foram sumarizadas através de análises de componentes principais (PCA; Gauch Jr. 1986). Foram retidos para interpretação os eixos da PCA que apresentaram autovalores maiores que aqueles produzidos pelo modelo de aleatorização de Broken-Stick (Jackson 1993). Correlações entre as variáveis originais e os escores dos eixos retidos pelas análises, foram realizadas para determinar a contribuição relativa de cada variável para a ordenação das localidades (McCune & Grace 2002).

Para verificar diferenças entre as médias dos escores dos eixos da PCA (variável dependente) em cada região (fator), foi aplicada análise de variância unifatorial (*one-way* ANOVA). Quando os pressupostos de normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Levene) não foram alcançados, foi empregada a análise não-paramétrica correspondente (Teste de Kruskal-Wallis; KW). Quando verificada significância estatística nos resultados da ANOVA, foram aplicados testes *a posteriori* (Tukey para a ANOVA e o teste *a posteriori* de comparação de postos para a KW, de acordo com Siegel e Castellan 1988).

Para avaliar o grau de associação entre as matrizes PESCA e SOCIAL, foi utilizado o Teste de Mantel (Mantel 1967), através do método de aleatorização de Monte Carlo (5000 permutações;  $\alpha=0,001$ ; McCune & Grace 2002). Todas as ANOVAs foram efetuadas utilizando o Statistica 7.1® (StatSoft 2005), com nível de significância estatística adotada de  $p<0,05$ . As análises de ordenação e o teste de associação de matrizes foram realizados utilizando o software PC-Ord 4.01® (McCune & Mefford 1999).

### 3.3 RESULTADOS

#### 3.3.1 Caracterização da pesca

Durante o levantamento foram visitadas 18 localidades (incluindo as imediações e ilhas próximas), totalizando 402 pescadores entrevistados (Tabela 1). A grande maioria destes é do sexo masculino, no entanto, quando atuam na pesca, as mulheres realizam tarefas idênticas a dos homens, desde a captura do pescado até a limpeza e filetagem para venda. O tempo de experiência na atividade pesqueira é variável, com 55% dos pescadores apresentando entre 10 e 25 anos pesca. Entre as regiões, a média de tempo na pesca

permanece dentro do intervalo acima, embora em **PtPV** um maior número de pescadores tem tempo de experiência um pouco menor (entre 6 a 10 anos).

A pesca na região apresenta caráter multiespecífico, com uso de várias técnicas de captura (redes, espinhéis, tarrafas, anzóis de galho, cavalinho, rodada, linhada, etc), entretanto o principal apetrecho de pesca é o espinhel, utilizado fundamentalmente na captura do *P. granulosus*. Na maioria dos casos os pescadores residem em zonas rurais (63%). Os deslocamentos para pontos de pesca distantes das residências são menos frequentes em **PtPV** (73% dos pescadores passam o maior tempo em casa, com deslocamentos curtos). Em **PiQV** e **PlaAP** a permanência nos acampamentos é maior, especialmente na região da planície (73%). Na maior parte das vezes, o número de pescadores presentes nos acampamentos varia entre 2 e 4 (Fig. 2A). Esta quantidade de pescadores é preferida, devido aos problemas de relacionamento que podem existir com um aumento de pessoas e também pela divisão do pescado que ocorre entre àqueles que estão no acampamento.

**Tabela 1. Localidades visitadas durante as entrevistas com os pescadores artesanais realizadas entre setembro e outubro de 2004.**

Região	Município (Estado)	Localidade
<b>Porto Primavera (PtPV)</b> n=174	<i>Rosana (SP)</i>	Porto Primavera
		Ilha Geográfica e imediações
		Pontal do Paranapanema
		Rosana
<b>Planície do Alto rio Paraná (PaAP)</b> n=97	<i>Marilena (PR)</i>	Marilena
		Porto Maringá e imediações
	<i>Porto Rico (PR)</i>	Porto Rico
		<i>São Pedro do Paraná (PR)</i>
<b>Piquiri-Ivaí (PiQV)</b> n=131	<i>Querência do Norte (PR)</i>	Porto 18
		Porto Natal
		Porto Felício/Porto Caiuá
	<i>Icaraíma (PR)</i>	Porto Camargo
	<i>Vila Alta (PR)</i>	Porto Figueira/ Porto Sto Antônio
	<i>Altônia (PR)</i>	Altônia
		Vila Yara
<i>Eldorado (MS)</i>	Porto Morumbi	
<i>Mundo Novo (MS)</i>	Porto Fraguelli e imediações	
<i>Guairá (PR)</i>	Guaíra	

Na maior parte das vezes, os pescadores apresentam familiares também envolvidos com a pesca (Fig. 2B), sendo, geralmente, parentes de primeiro grau como filhos, irmãos e sobrinhos. O número de filhos entre os pescadores não é elevado, com maior frequência para 2 e 4 filhos/pescador (Fig. 2C). Entretanto, quando questionados sobre a permanência dos filhos na pesca, a maioria absoluta não pretende ou não gostaria que estes ingressassem na atividade (Fig. 2D). Esse fato ocorre pelos baixos rendimentos gerados pela pesca atual, gerando falta de perspectiva futura. Nesse caso, os pescadores preferem que os filhos continuem os estudos para ter possibilidades de melhores empregos. No caso daqueles filhos de pescadores que já estão na pesca, a motivação principal ocorreu pela falta de disponibilidade de emprego na região, forçando-os a ingressar na atividade pesqueira. As capturas, em sua maioria, são vendidas limpas (75%) ou já filetadas (21%). Preferencialmente o pescado é entregue aos peixeiros (46%), embora a venda direto no comércio local (23%) e ao consumidor final (30%) represente um aumento no preço final do pescado.

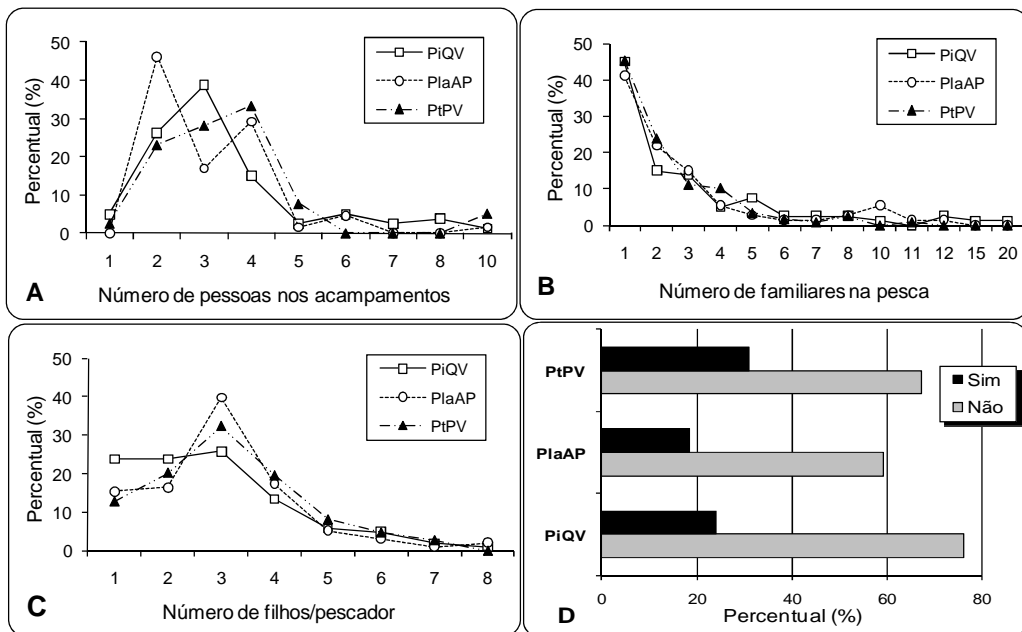


Figura 2. Características da atividade pesqueira desenvolvida no alto rio Paraná nas três regiões de estudo: Piquiri/Ivaí (PiQV); Planície (PlaAP) e Porto Primavera (PtPV). As informações referem-se ao número de pescadores nos acampamentos de pesca (A); número de familiares que também são pescadores (B); número de filhos por pescador (C) e o percentual de respostas com relação à permanência dos filhos na atividade pesqueira (D).



### 3.3.2 Variação espacial na estrutura de pesca e na condição socioeconômica

Para avaliar a distribuição espacial nos dados de estrutura da pesca e condição socioeconômica dos pescadores, as variáveis contidas nas matrizes PESCA e SOCIAL dos locais visitados, foram sumarizadas através de análises de componentes principais (PCA). A aplicação da análise de ordenação se justifica pela grande quantidade de informações (variáveis que serão sumarizadas em eixos), facilitando a identificação de padrões referentes à condução da atividade pesqueira. Para a matriz PESCA, os dois primeiros eixos foram retidos para interpretação (Tabela 2) de acordo com o critério de Broken-Stick, e estes eixos explicam 61% da variância total da matriz original de dados.

Tabela 2. Resultado da análise de componentes principais (PCA) aplicada aos dados de estrutura (matriz PESCA) e aspectos socioeconômicos (Matriz SOCIO) da pesca conduzida no alto rio Paraná, no trecho entre a barragem de Porto Primavera e o reservatório de Itaipu.

Matriz	Eixo	Autovalor ( $\lambda$ )	Explicação da variância (%)	Variância acumulada	Broken-stick
PESCA	PC1	9,442	37,769	37,769	3,816
	PC2	5,961	23,843	61,612	2,816
SOCIO	PC1	11,759	34,586	34,586	4,118
	PC2	5,239	15,408	49,995	3,118

As variáveis que mais se correlacionaram positivamente com o PC1<sub>PESCA</sub> foram (Fig. 3A, C): *motor tipo cascudo* (0,83), *potência do motor  $\leq 5Hp$*  (0,80) e *propulsão a remo* (0,78). Enquanto *uso de tarrafa NÃO* (-0,96), *proprietário da tralha de pesca* (-0,96) e do *barco* (-0,93), *horas de pesca < 8h* (-0,93) e *espinhel SIM* (-0,90) estiveram correlacionadas negativamente (Fig. 3A, C). Já com o PC2<sub>PESCA</sub>, as variáveis positivamente correlacionadas foram (Fig. 3A, D): *motor de centro* (0,58), *barco de madeira* (0,55), *renda bruta até 1 salário-mínimo* (0,50) e, negativamente foram (Fig. 3A, D) e *uso de tarrafa NÃO* (-0,88), *barco de alumínio* (-0,81), *renda bruta de 3 salários-mínimos* (-0,77) e *uso de motor de popa* (-0,70). Não houve separação dos locais no PC1<sub>PESCA</sub> [Kruskal-Wallis: H(2, N=18) =2,90; p=0,24], entretanto no PC2<sub>PESCA</sub> a diferença entre os locais foi evidente (Anova F<sub>2,15</sub>=6,52; p=0,01). Neste eixo, a região de porto primavera (**PtPV**) se diferenciou das demais,

apresentando infraestrutura pesqueira superior (Teste *a posteriori* de comparação de postos;  $p < 0,05$ ).

Na análise das variáveis relacionadas à condição socioeconômica, as diferenças espaciais não foram tão conspícuas quanto às reveladas pela infraestrutura pesqueira. No PC1<sub>SOCIAL</sub> (Fig. 3B, E) as variáveis que contribuíram positivamente para a ordenação (correlação das variáveis com os eixos) foram: *escolaridade*, na categoria de ensino fundamental completo (0,95); *material misto* (material de construção da residência; 0,87); *seguro desemprego SIM* (0,78); *atividade complementar a pesca SIM* (0,77); *seguro desemprego NÃO* (0,76). As correlações negativas das variáveis com este eixo não foram significativas, possivelmente pela grande variabilidade apresentada entre os locais visitados. Já no PC2<sub>SOCIAL</sub>, as variáveis que mais se correlacionaram positivamente com este eixo foram (Fig. 3B, F) *água proveniente de rede pública* (0,88), *morar sozinho* (0,88) *consumo de carne suína como principal fonte de proteína* (0,55) e *atividade complementar a pesca* (0,42). Por outro lado, as variáveis: *peixe* (principal fonte de proteína; -0,57), *sem eletricidade* (-0,054), *poço privado* (procedência de água potável; -0,51), *atividade complementar a pesca NÃO* (-0,50) e *pesca em outros locais* (-0,48) foram as que mais contribuíram negativamente para este eixo (Fig. 3B, F). As variáveis socioeconômicas (sumarizadas nos eixos 1 e 2), presentes na matriz de dados e analisadas não apresentaram diferenças espaciais significativas (Anova:  $F_{2,15}=2,37$ ;  $p=0,13$ ), possivelmente pela ampla variação encontrada dentro das regiões analisadas. Porém, para o PC2<sub>SOCIAL</sub> fica evidente a existência de um gradiente longitudinal.

Em geral, a pesca artesanal desenvolvida em **PiQV** e **PlaAP** se caracteriza, principalmente pelo uso de barcos de madeira equipados com motores de centro, empregando espinhéis como arte de captura principal. Estas características são fundamentadas principalmente pelos baixos rendimentos oriundos, essencialmente, das capturas de *Pterodoras granulosus* (espécie nativa da porção inferior da bacia do Alto rio Paraná que se dispersou por toda a bacia após o fechamento da barragem de Itaipu). Na região **PtPV**, a atividade de pesca se desenvolve em grande parte utilizando barcos de alumínio com motores de popa entre 10 e 20Hp, reconhecidamente equipamentos com valores superior àqueles utilizados nas duas regiões anteriores. As capturas realizadas nesta região são realizadas com redes de emalhar, tarrafas e espinhéis (esta última arte de pesca não contribuiu para a ordenação dos locais nesta região, entretanto, seu uso é comum entre os pescadores).

O teste de Mantel aplicado para avaliar a associação entre as matrizes PESCA e SOCIAL, foi significativo (Mantel  $r = 0,51$ ;  $P < 0,0001$ ). Este resultado indica dependência entre o grau de infraestrutura pesqueira e a condição socioeconômica dos pescadores,

reforçando a tendência de gradiente longitudinal também na matriz SOCIAL, observada no  $PC2_{SOCIAL}$ .

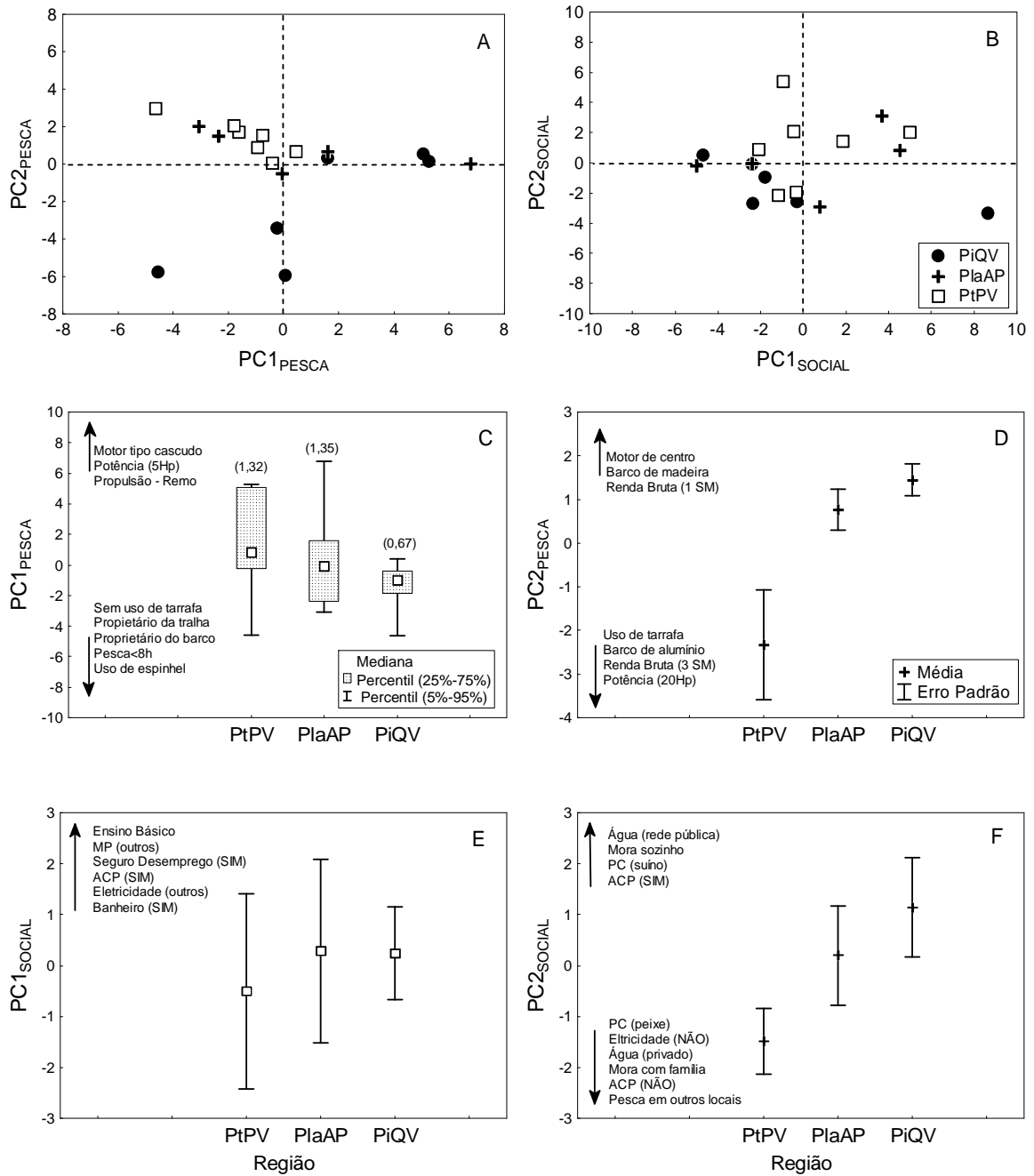


Figura 3. Ordenação das localidades onde foram realizadas as entrevistas com os pescadores através da análise de componentes principais utilizando dados apresentados na matriz PESCA (A) e SOCIAL (B). Medidas de tendência central dos escores dos eixos retidos, de acordo com o teste utilizado (Mediana e percentis 25-75%;  $PC1_{PESCA}$  - C; média  $\pm$  erro padrão;  $PC2_{PESCA}$  - D;  $PC1_{SOCIAL}$  - E e  $PC2_{SOCIAL}$  - F).

### 3.4 DISCUSSÃO

Esta análise ressalta os aspectos estruturais e socioeconômicos da atividade pesqueira desenvolvida em uma ampla escala espacial, porém em uma pequena escala temporal (2004). Mesmo assim, ele preenche uma importante lacuna do conhecimento da pesca no remanescente lótico do alto rio Paraná. Partindo deste ponto inicial, é importante deixar claro que gerar conhecimento é a forma mais correta de se entender como funciona a atividade de pesca e, conseqüentemente, estabelecer ações de gerenciamento da atividade (Coates, Boivin, Darwall, Friend, Hirsch, Poulsen, Quirós, Visser & Wallace 2004). O acompanhamento da atividade pesqueira na Amazônia brasileira é um exemplo claro deste fato. Há vários anos a pesca tem sido estudada nessa região, o que gerou uma série de informações relevantes ao manejo das populações de peixes e da própria atividade (alguns exemplos são McGrath, Castro & Futemma 1993; Isaac, Milstein & Ruffino 1996; Almeida, McGrath & Ruffino 2001). Porém, ainda existe uma carência de informações sobre a pesca amazônica, dificultando o manejo sustentável dos estoques (Almeida *et al* 2001). Em relação às demais bacias hidrográficas brasileiras, as informações referentes à pesca em ambientes lóticos ainda são escassas (Cetra & Petrere 2001; Franco de Camargo & Petrere 2001; Carvalho 2004; Okada, Agostinho & Gomes 2005), principalmente relacionadas aos aspectos socioeconômicos.

Em relação aos aspectos socioeconômicos ligados com a pesca, a grande maioria dos estudos enfatiza a relação entre a exploração (sobre-exploração) pesqueira e a condição de pobreza daqueles que a conduzem, especialmente em pescarias de pequena escala praticada em países de menor desenvolvimento econômico (FAO 2005; Bené, Mindjimba, Belal, Jolley & Neiland 2003). Embora essa relação esteja presente em diversos casos na pesca brasileira, especificamente no alto rio Paraná, a atuação negativa das barragens (em especial a de Porto Primavera) vem se tornando uma fonte inesgotável de problemas ambientais e sociais, alguns dos quais serão discutidos a seguir.

Dentre os resultados encontrados neste estudo, as relações quantitativas de gênero dentro da atividade pesqueira se mantiveram de forma similar àquela descrita por Carvalho (2004) estudando duas comunidades pesqueiras do rio Paraná. No Brasil, a prevalência numérica masculina é um padrão já estabelecido na atividade pesqueira (Cetra & Petrere 2001; Franco de Camargo & Petrere 2001), cabendo às mulheres, a realização de atividades secundárias, como captura de iscas, além da limpeza e filetagem dos peixes. Entretanto, a atuação feminina passou a ter relação mais direta com a exploração do recurso,

principalmente pelo acompanhamento das esposas nas atividades diárias da pesca (49% do total de ajudantes são esposas). É muito provável que os baixos rendimentos financeiros obtidos com a pesca tenham uma relação direta com essa mudança. O auxílio das esposas evita a contratação de ajudantes ou mesmo a divisão dos lucros entre parceiros de pesca.

Em geral, a pesca apresentou rendimento médio baixo (entre 1 e 2 salários mínimos; R\$ 260,00), o que justifica a necessidade de um maior envolvimento do grupo familiar na condução da atividade da pesca. Porém, eles não vêem a pesca como uma opção segura de rendimentos futuros aos seus filhos, incentivando-os ao estudo. Embora esta tendência já tivesse sido abordada por Carvalho (2004), seus resultados foram baseados em uma análise espacialmente restrita (Porto Rico e Porto São José, localizados em **PlaAP**), não refletindo a condição geral da pesca para toda a região da planície, muito menos para o trecho considerado neste estudo.

A maioria dos pescadores apresenta alguma atividade que complementa financeiramente a pesca, sendo esta uma característica marcante da pesca de pequena escala (FAO 2005). A *diária* (contratação temporária para prestação de serviços gerias ligados principalmente com agricultura e serviços urbanos) se apresenta como a atividade que mais emprega profissionais oriundos da pesca (39,3%), principalmente nas regiões **PiQV** e **PlaAP**. Por outro lado, atividades ligadas ao turismo (principalmente o turismo de pesca esportiva) têm maior representatividade na complementação financeira dos pescadores residentes em **PtPV** (40,6%). Tal diferença ocorre devido ao maior volume de pescadores esportivos que visitam esta região, principalmente do interior do estado de São Paulo. Durante a piracema, mesmo com o recebimento do seguro desemprego (somente pescadores registrados têm direito a esse benefício), os pescadores buscam atividades alternativas. Estes resultados refletem a falta de alternativas à pesca, característica marcante da pesca artesanal (Berkes *et al.* 2001; FAO 2005).

Então, a pesca artesanal do alto rio Paraná, como outras, pode ser caracterizada como uma atividade marginal, com estreita relação entre pobreza, vulnerabilidade e exclusão social (Béné *et al.* 2003; FAO 2005; Allison & Horemans 2006), porém, ela ainda pode ser considerada importante canal de conexão social, político e econômico. Este paradoxo reforça a falta de opção além da pesca na região. De qualquer maneira, a medida que se distancia da região jusante da barragem de Porto Primavera, a atividade pesqueira não contribui para uma melhoria das condições sociais e econômicas aos pescadores e suas famílias. A pesca realizada no reservatório de Itaipu apresenta tendência similar à apresentada no trecho acima deste reservatório (Universidade Estadual de Maringá 2006). Possivelmente a interrupção das

rotas migratórias e a alteração do regime hidrológico pelos barramentos, distribuídos por toda a bacia, tenha gerado o cenário descrito anteriormente, afetando a abundância de espécies de peixes migradores com alto valor de mercado (e.g. *Salminus brasiliensis*, *Pseudoplatystoma corruscans*, *Piaractus mesopotamicus*, *Brycon orbygnianus*; Agostinho, *et al.* 2004b; dados sobre este processo de declínio da pesca na região de estudos estão apresentados no Capítulo I desta tese). Oposto a isso, a pesca realizada na região amazônica ainda mantém sazonalidade nas capturas, essencialmente pelo volume de captura de peixes migradores (Bittencourt & Fernandes 1990), contribuindo de maneira decisiva para a manutenção da pesca artesanal (Fischer, Chagas & Dornelles 1992; Cerdeira, Ruffino & Isaac 2000).

Os resultados da PCA reforçam a explanação anterior, acrescentando também a existência de um padrão espacial heterogêneo na infraestrutura pesqueira e na condição socioeconômica dos pescadores que residem a jusante de Porto Primavera até imediações do reservatório de Itaipu. As localidades pertencentes as regiões **PiQV** e **PlaAP** apresentaram infraestrutura pesqueira relativamente inferior à **PtPV**. As duas primeiras regiões estão localizadas na porção inferior da planície do alto rio Paraná, abrangendo toda a extensão do Parque Nacional da Ilha Grande, enquanto que a última corresponde ao trecho imediatamente a jusante de Porto Primavera. Franco de Camargo & Petrere (2001) encontraram resultados similares estudando a pesca artesanal do rio São Francisco. Estes autores citam que logo abaixo do reservatório de Três Marias (MG), os pescadores apresentam um maior investimento na pesca, com aquisição de equipamento melhores, além de apresentarem dedicação exclusiva à atividade. Para os autores, o incremento na infraestrutura pesqueira é efeito da incapacidade de gerenciar os rendimentos obtidos com a pesca. No caso da pesca do alto rio Paraná, as diferenças espaciais encontradas em relação a estas características estão ligadas, principalmente, às mudanças na relação composição-abundância, ocasionadas principalmente pelos efeitos negativos de Porto Primavera (fragmentação e conectividade). Provavelmente os lucros investidos em infraestrutura em **PtPV** sejam provenientes das capturas de peixes com valor de mercado que se concentram logo abaixo da barragem. Os adensamentos de peixes em locais próximos às barragens são reflexo direto da fragmentação de habitats causados pelos barramentos, sendo amplamente documentado pela literatura (Jackson & Marmulla 2001; Taylor, Knouft & Hiland 2001; Gehrke, Gilligan & Barwick 2002). Devido a isso, os pescadores desta região apresentam incremento financeiro expressivo, com rendimentos médios até três vezes superiores àqueles das localidades das regiões inferiores do rio. Muito provavelmente a pesca ilegal desenvolvida nesta área (pesca subaquática com arpões, instalação de redes em locais próximos a barragem e a pesca nos

períodos de piracema) também contribua para a elevação dos rendimentos, entretanto dados referentes a este tipo de captura não foram passíveis de coleta (observação direta das ações ilegais de pesca logo abaixo da barragem de Porto Primavera).

O mesmo padrão espacial também foi verificado para as condições socioeconômicas, entretanto, não foram detectadas diferenças significativas entre as regiões avaliadas. Dentre as características do estilo de vida que mais contribuíram para a ordenação dos locais, vale ressaltar as atividades desempenhadas para complementar a pesca e aquelas realizadas em períodos de piracema. Em geral, os pescadores residentes nas localidades mais próximas ao reservatório não desempenham outras funções remuneradas além da pesca, podendo ser considerados como pescadores em tempo integral, diferente do que ocorrem nas demais localidades. Os mesmos resultados são compartilhados para as atividades realizadas entre os meses de fechamento de pesca. Fundamentalmente, a análise de ordenação mostra que ocorre alta variabilidade tanto na estrutura pesqueira quanto na condição socioeconômica dos pescadores dentro de cada região no trecho a jusante da barragem de Porto Primavera.

A estrutura local da pesca artesanal da planície de inundação do rio Paraná, se distingue pelas estratégias de pesca usadas (Carvalho, 2004), e também pelos costumes e estilo de vida, principalmente entre os ilhéus (moradores permanentes das ilhas) e os ribeirinhos (moradores de municípios e localidades às margens do rio). Entretanto, as diferenças regionais parecem ser bem mais evidentes, principalmente com referência a estrutura física da atividade pesqueira. Esta heterogeneidade regional é potencializada cada vez mais, pelos efeitos negativos a jusante de Porto Primavera. Assim, a associação positiva entre a estrutura pesqueira e a condição socioeconômica dos pescadores (teste de Mantel significativo) mostra que, conforme as “distâncias” regionais se acentuam, a tendência é que aumente ainda mais o grau de deterioração social dos pescadores e suas famílias. Desta forma, a pesca artesanal passa a não exercer mais um de seus papéis fundamentais de minimizar os efeitos da pobreza econômica, social e política (FAO 2005), que aflige desde muito os pescadores e a atividade pesqueira na maioria dos rios brasileiros, em especial aqueles repletos de barramentos.

## REFERÊNCIAS

- Agostinho A. A., Júlio Jr. H. F. & Petrere Jr. M. (1994). Itaipu (Brazil): impacts of the impoundment on the fish fauna and fisheries. In: Cowx, I. G. (Ed.). *Rehabilitation of freshwater fisheries*. Oxford: Fishing News Book. A Division of Blackwell Scientific. Cap. 16, p. 171-184.
- Agostinho A. A., Okada E. K. & Gregoris J. (1994) *Características económicas y sociales de las actividades pesqueras en el embalses de Itaipu, Brasil*. Comisión de Pesca Continental para América Latina FAO. Simposio Regional sobre Manejo de La pesca en Embalses en América Latina. Habana. 100 p.
- Agostinho A.A., Gomes L.C., Suzuki H.I. & Júlio Júnior H.F. (2003). Migratory fish from the upper Paraná River basin, Brazil. In: Carolsfeld J, Harvey B, Ross C, Baer A, Ross C (eds.). *Migratory Fishes of South America: Biology, Social Importance and Conservation Status*. World Fisheries Trust: The World Bank: International Development Research Centre: Victoria. pp. 19–99.
- Agostinho A.A., Gomes L.C., Veríssimo S. & Okada E.K. (2004a). Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **14**, 11-19.
- Agostinho A.A., Thomaz S.M. & Gomes L.C. (2004b) Threats for biodiversity in the floodplain of the Upper Paraná River: effects of hydrological regulation by dams. *Ecohydrology & Hydrobiology* **4**, 267-280.
- Agostinho, A. A., Thomaz S. M. & Gomes L. C. (2004) Threats for biodiversity in the floodplain of the Upper Paraná River: effects of hydrological regulation by dams. *Ecohydrology & Hydrobiology* **4**, 267-280.
- Agostinho, A. A., Thomaz S. M., Minte-Vera, C. V. & Winemiller K. O. (2000). Biodiversity in the high Paraná River floodplain.. In: Gopal, B.; Junk, W. J.; Davis, J. A. (Eds.). *Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation*. v.1, Backhuys Publishers, Leiden. pp. 89-118.
- Allison E.E. & Horemans B. (2006) Putting the principles of the Sustainable Livelihood Approach into fisheries development policy and practice. *Marine Policy* **30**, 757-766.
- Allison E.H. & Ellis F. (2001) The livelihoods approach and management of small-scale fisheries. *Marine Policy* **25**, 377-388.
- Almeida O.T., McGrath D.G. & Ruffino M.L (2001) The commercial fisheries of the lower Amazon: an economic analysis. *Fisheries Management and Ecology* **8**, 253-269.
- Bailey C. & Jentoft S. (1990) Hard choices in fisheries development. *Marine Policy* **14**, 333-344.
- Begossi A., Hanazaki, N. & Peroni. N. (2000) Knowledge and use of biodiversity in Brazilian hotspots. *Environment, Development, and Sustainability* **2**, 177-193.



- Béné C., Mindjimba K., Melal E., Jolley T & Neiland A. (2003) Inland fisheries, tenure systems and livelihood diversification in Africa: the case of the Yaéré floodplains in lake Chad basin. *African Studies* **62**, 187-211.
- Berkes, F., Mahon R., McConney P., Pollnac R.C. & Pomeroy R.S. (2001) *Managing Small-Scale Fisheries: Alternative Directions and Methods*. Ottawa: International Development Research Centre, 2001. 308 p.
- Bittencourt M.M & Cox-fernandes C. (1990) Peixes migratórios sustentam a pesca comercial. *Ciência Hoje* **11**, 20-24.
- Carvalho A.R. (2004) Social and structural aspects of artisanal fishing in the Upper Paraná River floodplain (Brazil). *Boletim do Instituto de Pesca* **30**, 35-42.
- Cerdeira, R.G.P., Ruffino M.L. & Isaac V.J. (2000) Fish catches among riverside communities around Lago Grande de Monte Alegre, Lower Amazon, Brazil. *Fisheries Management and Ecology* **7**, 355-377.
- Cetra M. & Petrere Jr. M. (2001) Small-scale fisheries in the middle River Tocantins, Imperatriz (MA), Brazil. *Fisheries Management and Ecology* **8**, 153-162
- Coates D., Boivin T., Darwall W.R.T., Friend R., Hirsch P., Poulsen A.F., Quirós R., Visser T.A.M. & Wallace M. (2004) Information, knowledge and policy .In: *Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries*. Volume I Welcomme R and Petr T. Eds., FAO Regional Office for Asia and Pacific, Bangkok, Thailand. RAP Publication 2004/17, pp. 93-120.
- Cochrane K.L. (2000) Reconciling sustainability, economic efficiency and equity in fisheries: the one that got away? *Fish and Fisheries* **1**, 3-21.
- FAO (2005) *Increasing the contribution of small-scale fisheries to poverty alleviation and food security*. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries, N.10. Roma, 79 p.
- FAO. (2004) *The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA 2004)*. Rome, 2004. 153 p.
- Fischer C.F.A., Chagas A.L.G.A & Dornelles L.D.C. (1992) *Pesca de águas interiores*. Brasília: IBAMA, Coleção Meio Ambiente, Série Estudos de Pesca **1**, 29 pp.
- Franco de Camargo S.A. & Petrere Jr. M. (2001) Social and financial aspects of the artisanal fisheries of Middle São Francisco River, Minas Gerais, Brazil. *Fisheries Management and Ecology* **8**, 163-171.
- Gauch Jr. H.G. 1982. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University Press: Cambridge. 298 p.
- Gehrke P.C., Gilligan D.M. & Barwick (2002) Changes in fish communities of the Shoalhaven River 20 years after construction of Tallowa Dam. *River Research and Applications* **18**, 265-286.
- Isaac V.J., Milstein M.L., Ruffino M.L. (1996) A pesca artesanal do Baixo Amazonas – Análise multivariada da captura por espécie. *Acta Amazônica* **26**, 185-208.

- IUCN (1997) *Large dams: learning from the past, looking at the future*. Workshop Proceedings. Washington, DC. 145 p.
- Jackson D.A. (1993) Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. *Ecology* **74**, 2204-2214.
- Jackson D.C. & Marmulla G. (2001) The influence of dams on river fisheries. In G. Marmulla (ed.) *Dams, fish and fisheries. Opportunities, challenges and conflict resolution*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 419. Rome, FAO, pp 1-44.
- 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.
- MaCune B. & Mefford M.J. (1999) PC-ORD: multivariate analysis of ecological data. Version 4.01. MjM Software Design, Oregon.
- Mantel, N. (1967) The detection of disease clustering and generalized regression approach. *Cancer Research* **27**, 209-220.
- McCune B. & Grace J.B. (2002). *Analysis of ecological communities*. MjM Software Design. 300 p.
- McGrath D.G., Castro F. & Fudemma C. (1993) Reservas de lago e manejo comunitário da pesca no Baixo Amazonas: Uma avaliação preliminar. In: M.A. D'Incao & I.M. Silveira (eds) *Amazônia e a crise da modernidade*. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, pp. 389-402.
- Okada E.K., Agostinho A.A. & Gomes, L.C. (2005) Spatia and temporal gradients in teh artisanal fisheries of a large Neotropical reservoir, the Itaipu Reservoir, Brazil. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **62**, 714-724.
- Petrere Jr. M & Agostinho A.A. (1993) *La pesca en el tramo Brasileño del Río Paraná*. Informe de Pesca, FAO, 490, 52-72.
- Petry A.C., Agostinho, A.A. & Gomes L.C. (2003) Fish assemblages of tropical floodplain lagoons: exploring the role of connectivity in a dry year. *Neotropical Ichthyology* **1**, 111-119.
- Siegel S. & Castellan NJ. (1988) *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. 2<sup>nd</sup> ed. McGraw-Hill: New York.
- StatSoft, Inc. (2005). STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Taylor C.A., Knouft J.A. & Hiland T.M. (2001) Consequences of stream impoundment of fish communities in a small North American Drainage. *Regulated River: Research and Applications* **17**, 687-698.
- Universidade Estadual de Maringá. Nupélia/Itaipu Binacional. 2006. *Reservatório de Itaipu: Estística de rendimento pesqueiro: Relatório Anual (2005)*. Por Agostinho AA. et al. Maringá, v.1. Relatório Técnico.

- Valbo-Jørgensen J. & Poulsen, A.F. (2000) Using local knowledge as a research tool in the study of river fish biology: experiences from the Mekong. *Environmental, Development and Sustainability* **2**, 253-276.
- Welcomme R.L. & Halls A. (2001) Some considerations of the effects of differences in flood patterns on fish populations. *Ecohydrology and Hydrobiology*, **1**: 313-321
- Welcomme RL. (1985). *River fisheries*. FAO Fisheries Technical Paper 262. Rome, FAO 330 p.
- World Commission on Dams (2000) *Dams and development: a new framework for decision-making*. London: Earthscan Publications, 404 p.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados obtidos evidenciam que a pesca artesanal desenvolvida a jusante da barragem de Porto Primavera após o ano de 1998 (ano de fechamento da barragem) foi afetada de forma negativa no que se refere à constituição específica das capturas e na redução da em biomassa pescada, especialmente das espécies de hábito migrador. Devido a isso, a atividade pesqueira passou a experimentar situações adversas especialmente no que se refere à manutenção da renda familiar e mudanças nas estratégias tradicionais de pesca. Entretanto, os efeitos descritos afetam de maneira heterogênea as comunidades dispostas na região estudada. As diferenças detectadas entre as localidades analisadas apresentam um gradientes concorrentes. Constatou-se elevação da condição social dos pescadores a partir da barragem de Porto Primavera, uma vez que as comunidades apresentam melhor estruturação familiar e mantém práticas tradicionais de pesca. Ao contrário desta situação, os pescadores que atuam logo à jusante de Porto Primavera apresentam melhor remuneração e infraestrutura de pesca (barcos, motores de popa) reflexo direto, principalmente, das práticas ilegais de pesca (mergulho com arpões), ocasionadas pelo adensamento de peixes migradores nesta área, em geral com elevado valor comercial. Fica evidente a ocorrência de impactos socioeconômicos à jusante dos barramentos, especialmente na atividade pesqueira, geralmente desconsiderada em projetos de implantação dos empreendimentos hidroelétricos.