



MODIFICAÇÕES EM LONGO PRAZO NA ICTIOFAUNA DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO ALTO RIO PARANÁ, BRASIL.

Oporto, Lorena Torres

Júlio Júnior, Horácio Ferreira

Oporto, Lorena. Programa de Pós - graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR (Brasil), e - mail: lorenatoporto@yahoo.com.br. Júlio Júnior, Horácio. Departamento de Biologia Celular e Genética/NUPELIA, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR (Brasil)

INTRODUÇÃO

A construção de barragens e a introdução de espécies representam atualmente as principais causas de degradação de ecossistemas aquáticos continentais, interferindo nos processos bióticos e abióticos locais e causando modificações na estrutura da comunidade (5,9,12). Particularmente na ictiofauna, modificações impostas por barragens acarretam a interrupção de rotas de migração, diminuição da diversidade de espécies e do estoque pesqueiro (9) e aumento das populações de espécies de hábitos sedentários em detrimento das espécies de ambiente lótico (2). Já a introdução de espécies pode causar homogeneização da ictiofauna e extinções locais (15,19).

A bacia do rio Paraná, Brasil, é a região mais intensivamente explorada do país e a com maior número de represamentos dentre as grandes bacias da América do Sul, destacando - se as Hidrelétricas de Jupiá, Porto Primavera e Itaipu (21). O segmento localizado entre essas duas últimas hidrelétricas é atualmente o único trecho do rio Paraná livre de barragens. No entanto, ele sofre impactos à montante, pela regulação da vazão por Porto Primavera, e a jusante, pela redução do gradiente hidráulico em função do reservatório de Itaipu. Além desses impactos, o enchimento de Itaipu submergiu os Saltos de Sete Quedas, uma barreira geográfica natural que separava duas províncias ictiofaunísticas distintas: Paraná superior e Parano - platense (4). Conseqüentemente, a barreira foi deslocada para 150 km a jusante, permitindo a dispersão de 39 espécies de peixes que antes não ocorriam na porção superior (Julio Jr. *et al.*, submetido), o que representa um caso singular de introdução de espécies. Atualmente, essas espécies representam 22,4% das espécies encontradas na planície de inundação do alto rio Paraná (10). Ainda assim, o número de trabalhos sobre espécies introduzidas na planície é relativamente baixo, sendo que a maioria aborda as espécies *Cichla* spp. e *Plagioscion squamosissimus*, introduzidas por meio de programas de peixamento.

OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo investigar a ocorrência de uma modificação na ictiofauna dos rios da planície de inundação, sugerida por Julio Jr. *et al.*, (10) tendo como hipótese que espécies introduzidas, principalmente em função da submersão do Salto de Sete Quedas, estão substituindo as espécies nativas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os peixes foram coletados nos rios Ivinheima, Baía, e Paraná, localizados na planície de inundação do alto rio Paraná, entre os períodos de outubro de 1986 a setembro de 1988 e março de 1992 a fevereiro de 1994 (coletas mensais), abril de 1994 a fevereiro de 2005 (coletas bimestrais) e fevereiro de 2000 a novembro de 2002 e março de 2004 a dezembro de 2006 (coletas trimestrais), utilizando - se redes de espera (malhas variando de 3 a 16 cm entre nós opostos) expostas durante um período de 24h e com revistas a cada 8h. Para cada rio foi calculada a abundância relativa em CPUE das espécies e obtidas as 15 espécies mais abundantes para os períodos de out/86 a set/88 (1986/1988 - após a construção de Itaipu), mar/93 a fev/95 (1993/95 - antes da construção de Porto Primavera), fev/00 a nov/01 (2000/2001 - após construção de Porto Primavera) e mar/05 a dez/06 (2005/2006). As espécies foram consideradas como introduzidas ou nativas de acordo com Graça & Pavanelli (8) e Julio Jr. *et al.*, (submetido).

As tendências das dinâmicas populacionais das espécies foram averiguadas através do tamanho do efeito e seus intervalos de confiança, segundo Nakagawa & Cuthill (16), permitindo identificar espécies cujas populações aumentaram (IC positivo, sem se sobrepor a zero), diminuíram (IC negativo, sem se sobrepor a zero) ou que permaneceram estáveis (IC com sobreposição a zero) ao longo dos anos. As diferenças nos padrões de dominância e abundância das espécies nos rios foram averiguadas através de curvas de

relação espécie - abundância ("Whitaker Plots") (14,24) construídas para cada período (1986/1988, 1993/1995, 2000/2001 e 2005/2006).

RESULTADOS

Após a escolha das 15 espécies mais abundantes (em CPUE) para cada período de coleta, foi obtida uma lista com 22 espécies para o rio Ivinheima, 24 espécies para o rio Baía e 28 espécies para o rio Paraná. Dentre estas, *Ageneiosus ucayalensis*, *Auchenipterus osteomystax*, *Loricariichthys platymetopon*, *Parauchenipterus galeatus*, *Pterodoras granulosus*, *Pterygoplichthys anisitsi*, *Satanoperca pappaterra*, *Schizodon borellii*, *Serrasalmus marginatus*, *Steindachnerina brevipinna* e *Trachydoras paraguayensis* foram introduzidas por dispersão após a construção de ITAIPU, sendo que *P. anisitsi* e *S. brevipinna* só passaram a ser capturadas nos rios da planície após o ano de 2000.

No rio Baía, das 24 espécies analisadas, 50% apresentaram crescimento populacional nos últimos 20 anos, enquanto que 33,33% apresentaram decréscimo em sua população. Espécies que mantiveram suas populações estáveis representaram 16,67% do total. Dentre as espécies migradoras de longa distância, 60% apresentaram decréscimo populacional. As espécies mais abundantes neste rio variaram entre os períodos analisados, sendo que nos períodos após a construção de Porto Primavera (2000/2001 e 2005/2006) somente espécies introduzidas após a submersão do Salto de Sete Quedas ocorreram no grupo das três mais abundantes, sendo estas *L. platymetopon*, *S. marginatus*, *A. osteomystax* e *P. galeatus*. O aumento populacional e os padrões de abundância encontrados para estas quatro espécies, juntamente com o decréscimo populacional encontrado para *Serrasalmus maculatus* e *Prochilodus lineatus* e a população estável encontrada para *Iheringichthys labrosus* permitem afirmar que existe uma tendência de substituição da ictofauna local por espécies introduzidas.

No rio Paraná, das 28 espécies analisadas, 28,57% apresentaram crescimento populacional nos últimos 20 anos, 35,71% apresentaram decréscimo populacional e 35,71% se mantiveram estáveis durante esse período. Dentre as espécies migradoras de longa distância, metade apresentou população estável e metade apresentou decréscimo populacional. As espécies mais abundantes neste rio variaram entre os períodos amostrados, havendo ausência de espécies em comum dentre as três mais abundantes para mais de dois períodos, mas presença de espécies dominantes para todos os períodos. *Ageneiosus ucayalensis*, *Cyphocharax nagelii*, e *I. labrosus*, abundantes no período pré - Porto Primavera, não foram capturadas nos períodos posteriores, tendo sido encontrado o oposto para *S. brevipinna*, que apresentou aumento populacional e elevada abundância. *Trachydoras paraguayensis*, dominante em 1986/1988, apresentou decréscimo populacional, não sendo capturada no último período. O contrário foi encontrado para *Hoplias* aff. *malabaricus*, uma das três espécies mais abundantes em 2005/2006. A partir das análises realizadas, é possível inferir que está havendo uma substituição de espécies no rio Paraná, mas sem relação aparente com espécies introduzidas.

No Rio Ivinheima, das 22 espécies analisadas, 50% apresentaram crescimento populacional nos últimos 20 anos, enquanto que 45,45% apresentaram população estável. Somente uma espécie (4,54%) apresentou decréscimo em sua população, sendo essa migradora de longa distância. As espécies mais abundantes neste rio variaram ao longo dos anos, sendo que, à exceção de 1986/1988, onde *P. lineatus* foi a mais abundante, nos demais períodos as duas espécies mais abundantes foram introduzidas após a submersão do Salto de Sete Quedas (*S. marginatus* e *P. galeatus* em 1993/1995 e 2005/2006 e *T. paraguayensis* e *S. marginatus* em 2000/2001), ocorrendo em 2000/2001 a dominância de *T. paraguayensis*. O decréscimo populacional apresentado por *P. lineatus*, associado ao aumento populacional encontrado para *S. marginatus*, *T. paraguayensis* e *P. galeatus* e à presença de *P. anisitsi* e *S. brevipinna* dentre as 15 mais abundantes para o período de 2005/2006 permitem afirmar que existe uma tendência de substituição das espécies nativas por espécies introduzidas.

Trabalhos anteriores realizados na planície relatam falhas no recrutamento de espécies migradoras (7), redução do aporte de nutrientes e sedimentos com conseqüente aumento da transparência da lâmina d'água (23) e aumento da piscivoria (13), gerando impactos negativos na assembléia de peixes. As tendências de dinâmicas populacionais encontradas para as espécies dos rios Baía e Paraná refletem essas modificações, com redução populacional tanto de espécies migradoras de longa distância (ex. *P. lineatus* e *Pimelodus maculatus*) quanto de espécies características de ambientes lóticos, mas que independem do regime de cheias para se reproduzir (ex. *T. paraguayensis* e *Loricaria* sp.). A redução de espécies migradoras de longa distancia já era esperada (1). Já para as demais espécies, a redução populacional pode estar relacionada ao aumento da predação tanto pela retração da lâmina de água quanto pela maior transparência desta (2), bem como diminuição de recursos alimentares alóctones. De acordo com sua tendência de dinâmica populacional, o rio Ivinheima parece ser o local com a ictofauna menos impactada pela regulação hidráulica imposta na planície, apresentando somente uma espécie com decréscimo populacional (*P. lineatus*) e grande parte das espécies com população estável, dentre elas as migradoras *Salminus brasiliensis* e *Leporinus obtusidens*. Considerando a importância desse rio para a manutenção da ictofauna local (17), a dinâmica apresentada por *P. lineatus* pode ser considerada reflexo da falha de recrutamento desta espécie na planície de inundação do alto rio Paraná.

No que diz respeito aos padrões de dominância e abundância das espécies, estes podem sofrer alterações drásticas em sistemas cuja dinâmica sazonal do nível hidrométrico encontra - se alterada pelo controle da vazão exercido por hidrelétricas ou por modificações pronunciadas no hábitat, como a formação de reservatórios (3). Essa parece ser a principal explicação para os resultados obtidos no rio Paraná, que apresentou grande variação das espécies mais abundantes entre os períodos analisados, mas sem substituição de espécies nativas por introduzidas. Após a construção de Porto Primavera, foi possível notar a substituição de espécies detritívoras (*L. platymetopon*, *P. lineatus* e *Steindachnerina insculpta*) e invertívoras (*T. paraguayen-*

sis e *I. labrosus*) por espécies piscívoras (*Raphiodon vulpinus*, *H. aff. malabaricus*), insetívora (*Astyanax altiparanae*) e onívora (*Leporinus friderici*). Considerando que a diminuição do nível fluviométrico do rio afetou drasticamente os grupos zoobênticos, reduzindo sua densidade (22), é possível inferir que a redução do aporte de nutrientes e sedimentos comprometeu os recursos utilizados pelas espécies detritívoras e invertívoras, típicas de fundo, reduzindo a população destas na calha principal do rio. De forma inversa, o aumento da transparência da água parece ter favorecido a obtenção de alimentos de espécies predadoras visuais após a construção da represa, aumentando a abundância destas. Juntamente com as modificações nas condições abióticas do rio, os resultados encontrados podem ser reflexos do uso ocasional deste como rota de dispersão para várias espécies de peixes (11). Esse fato explica a dominância inicial encontrada para as espécies introduzidas *T. paraguayensis* e *L. platymetopon*, com posterior decréscimo de população na calha do rio Paraná e aumento populacional em outros ambientes da planície, relatados por Petry *et al.*, (18), bem como o grande número de espécies que foram abundantes no rio somente em um período.

Os rios Baía e Ivinheima, apesar de também servirem como locais de passagem para outros ambientes da planície, apresentaram poucas modificações das espécies mais abundantes da ictiofauna entre os períodos amostrados. O rio Baía é caracterizado por ser um ambiente semi-lótico (23), onde a predação e a competição são possivelmente importantes forças reguladoras das populações. Apesar de aparentemente não existir padrões alimentares ou reprodutivos que expliquem as tendências de dinâmicas populacionais, os padrões de dominância encontrados parecem estar relacionados a estratégias reprodutivas que garantam maior sobrevivência da prole (cuidado parental ou fecundação interna). O rio Ivinheima apresenta um ciclo hidrológico independente do restante da planície (21). Deste modo, os padrões de dominância e abundância ali encontrados não indicaram modificações na ictiofauna após a construção de Porto Primavera e parecem estar relacionados a pequenas migrações que as espécies realizam para áreas adjacentes ao rio (ex. *S. marginatus*, *T. paraguayensis*, *S. borellii* e *L. friderici*).

Apesar da construção de barragens à montante da planície de inundação ser considerada a principal causa das alterações na ictiofauna local, a presença de espécies introduzidas dentre as mais abundantes, juntamente com as tendências de dinâmicas populacionais apresentadas por estas, permitem afirmar que a ictiofauna nativa também está sofrendo modificações em decorrência das introduções, com substituição de espécies nos rios Baía e Ivinheima. O ambiente degradado se torna mais vulnerável à colonização de espécies não-nativas ou mais susceptível a dispersão e estabelecimento de espécies introduzidas anteriormente (12), o que explica o aumento populacional apresentado por *P. anisitsi* e *S. brevipinna*, introduzidas após a submersão do salto de Sete-Quedas, mas que somente se tornaram abundantes nos rios da planície após a construção de Porto Primavera. No entanto, a presença de espécies introduzidas dentre as mais abundantes nos rios Baía e Ivinheima para períodos anteriores a construção de Porto Primavera, per-

mitem inferir que atributos biológicos e interações bióticas, importantes no processo de invasão (6,20) exercem relevante papel no estabelecimento destas espécies na planície de inundação.

CONCLUSÃO

A introdução de espécies do baixo rio Paraná e o posterior fechamento de Porto Primavera são dois eventos que interagem sobre a ictiofauna da planície de inundação, sendo difícil precisar o efeito independente de cada um deles e, conseqüentemente identificar as espécies introduzidas como invasoras ou não. Entretanto, o fato do rio Ivinheima apresentar substituições de espécies nativas por introduzidas mesmo na ausência de impactos diretos causados por barragens chama a atenção para os possíveis danos causados por estas espécies na planície. Assim, considerando as etapas do processo de invasão, as tendências de dinâmicas populacionais e os padrões de dominância encontrados no presente trabalho, bem como as características das espécies e do ambiente, as espécies introduzidas na planície após a submersão do salto de Sete Quedas abordadas neste trabalho devem ser consideradas potenciais invasoras.

Agradecimentos </br >

Ao PEA/UEM, Nupélia, CNPq e Prog. Pesquisas Ecológicas de Longa duração (PELD) - Site 6: A Planície Alagável do Rio Paraná: Estruturas e Processos Ambientais (Nupélia/UEM/CNPq)

REFERÊNCIAS

1. Agostinho, A.A., Gomes, L.C., Thomaz, S.M., Hahn, N.S. The upper Paraná river and its floodplain: main characteristics and perspectives for management and conservation. In: Thomaz, S. M.; Agostinho, A.A.; Hahn, N.S. (Eds). *The Upper Paraná River and its Floodplain: Physical aspects, Ecology and Conservation*. Backhuys Publishers, Leiden, 2004, p.381 - 393.
2. Agostinho, A.A., Gomes, L.C., Zalewski, M. The importance of floodplains for the dynamics of fish communities of the upper River Paraná. *Ecology & Hydrobiology*, 1(1 - 2): 209 - 217, 2001.
3. Agostinho, A.A., Júlio Jr, H.F., Petrere Jr., M. Itaipu Reservoir (Brazil): impacts of the impoundment on the fish fauna and fisheries. In: Cowx, I.G. (Ed). *Rehabilitation of freshwater fisheries*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1994, p. 171 - 184.
4. Bonetto, A.A. 1986. The Paraná river system. In: Davies, B.R.; Walker, K.F. (Eds). *The Ecology of River Systems*. Dr. Junk Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1986, p.541 - 555.
5. Bunn, S.E., Arthington, A.H. Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. *Environmental Management*, 30(4): 492 - 507, 2002.
6. Drake, J.M. Parental investment and fecundity, but not brain size, are associated with establishment success in introduced fishes. *Functional Ecology*, 21: 963 - 968, 2007.

7. Gomes, L.C., Agostinho, A.A. 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*, 4(4): 263 - 274, 1997.
8. Graça, W.J., Pavanelli, C.S. *Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes*. EDUEM, Maringá, 2007, 241 p.
9. Helfman, G.S. *Fish Conservation: a guide to understanding and restoring global aquatic biodiversity and fishery resources*. Island Press, Washington, 2007, 608p.
10. Júlio Jr H.F., Latini, J.D., Bifi, A.G., Cunico, A. Garcia, D.A., Bailly, D., Baumgartner, D., Ferreira, E.A., Silva, G.C., Oporto, L.T., Eche, L. M.M., Espínola, L.A., Silva, M.R., Moura, S. M.L., Agostinho, A.A. Comunidades de peixes. In: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ. Nupélia/PELD. *A planície de inundação do alto rio Paraná*. Site 6 PELD/CNPq-Relatório Anual 2006, Maringá, 2007.
11. Junk, W.J., Bayley, P.B., Sparks, R.E. The flood pulse concept in river - floodplain systems. Proceedings of the International Large River Symposium (LARS). *Canadian Special Publications in Fisheries and Aquatic Science*, 106:110 - 127, 1989.
12. Kolar, C.S., Lodge, D.M. Freshwater Nonindigenous Species: interactions with other global changes. In: Mooney, A.H.; Hobbs, R.J. (Eds). *Invasive Species in a Changing World*. Island Press, Washington, 2000, p. 3 - 30.
13. Luz - Agostinho, K.D.G., Agostinho, A.A., Gomes, L.C., Júlio Jr., H.F. Influence of flood pulses on diet composition and trophic relationships among piscivorous fish in the upper Paraná River floodplain. *Hydrobiologia*, 607 (1): 187 - 198, 2008.
14. Magurran, A.E. *Ecological diversity and its measurement*. Croom Helm, London, 1988, 179p.
15. Moyle, P.B., Light, T. Biological invasions of fresh water: Empirical rules and assembly theory. *Biological Conservation*, 78: 149 - 161, 1996.
16. Nakagawa, S., Cuthill, I.C. 2007. Effect size, confidence interval and statistical significance: a practical guide for biologists. *Biological Review of the Cambridge Philosophical Society*, 82(4): 591 - 605, 2007.
17. Nakatani, K., Bialecki, A., Sanches, P.V. Eggs and larvae of fishes in 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*. EDUEM, Maringá, 2004, p.157 - 161.
18. Petry, A.C.; Agostinho, A. A., Gomes, L.C. Spatial variation of the fish assemblage structure from the upper Rio Paraná floodplain, Brazil, in a dry year. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 15(1): 1 - 13, 2003.
19. Rahel, F.J. Homogenization of fish faunas across the United States. *Science*, 288(5467): 854 - 856, 2000.
20. Sakai, A.K., Allendorf, F.W., Holt, J.S., Lodge, D.M., Molofsky, J., With, K.A., Baughman, S., Cabin, R.J., Cohen, J.E., Ellstrand, N.C., McCauley, D.E., O'Neil, P., Parker, I.M., Thompson, J. N., Weller, S.G. The Population Biology of Invasive Species. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32: 305 - 331, 2001.
21. Souza Filho, E.E., Stevaux, J.C. Geology and Geomorphology of the Baía - Curutuba - Ivinheima River Complex. In: Thomaz, S. M.; Agostinho, A.A.; Hahn, N.S. (Eds). *The Upper Paraná River and its Floodplain: Physical aspects, Ecology and Conservation*. Backhuys Publishers, Leiden, 2004, p.1 - 29.
22. Takeda, A.M., Fujita, D.S., Komatsu, E.H., Pavan, C.B., Oliveira, D.P., Rosin, G.C., Ibarra, J.A.A., Silva, C.P., Anselmo, S.F. Influence of environmental heterogeneity and water level on distribution on zoobenthos in the Upper Paraná River floodplain (Baía and Paraná rivers). 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*. EDUEM, Maringá, 2004, p.91 - 95.
23. Thomaz, S.M., Pagioro, T.A., Bini, L.M., Roberto, M.C., Rocha, R.R.A. Limnological characterization of the aquatic environments and the influence of hydrometric levels. In: Thomaz, S. M.; Agostinho, A.A.; Hahn, N.S. (Eds). *The Upper Paraná River and its Floodplain: Physical aspects, Ecology and Conservation*. Backhuys Publishers, Leiden, 2004, p.75 - 102.
24. Winemiller, K.O. Dynamic diversity fish assemblages of tropical rivers. In: Cody, M.L.; Samllwood, J.A. (Eds). *Long - Term studies of vertebrate communities*. Academic Press, San Diego, 1996, p.99 - 134.