

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

EVELINE DE ALMEIDA FERREIRA

INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS LOCAIS E REGIONAIS  
SOBRE A ABUNDÂNCIA DE GUILDAS REPRODUTIVAS E TRÓFICAS  
DE PEIXES EM RESERVATÓRIOS DO ESTADO DO PARANÁ

Maringá  
2008

EVELINE DE ALMEIDA FERREIRA

INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS LOCAIS E REGIONAIS  
SOBRE A ABUNDÂNCIA DE GILDAS REPRODUTIVAS E TRÓFICAS  
DE PEIXES EM RESERVATÓRIOS DO ESTADO DO PARANÁ

Dissertação 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 Mestre em Ciências Ambientais  
Área de concentração: Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Gomes

Maringá  
2008

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

F383i Ferreira, Eveline de Almeida, 1982-  
Influência de fatores ambientais locais e regionais sobre a abundância de guildas reprodutivas e tróficas de peixes em reservatórios do Estado do Paraná / Eveline de Almeida Ferreira. -- Maringá, 2008.  
30 f. : il.

Dissertação (mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)--  
Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2008.  
Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Gomes.

1. Peixes de água doce - Reservatórios - Fatores ambientais abióticos - Paraná (Estado). 2. Peixes de água doce - Reservatórios - Estratégias reprodutivas e tróficas - Paraná (Estado). I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em "Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais".

CDD 22. ed. -597.1763272098162  
NBR/CIP - 12899 AACR/2

# FOLHA DE APROVAÇÃO

EVELINE DE ALMEIDA FERREIRA

## INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS LOCAIS E REGIONAIS SOBRE A ABUNDÂNCIA DE GILDAS REPRODUTIVAS E TRÓFICAS DE PEIXES EM RESERVATÓRIOS DO ESTADO DO PARANÁ

Dissertação 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 Mestre em Ciências Ambientais pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

Aprovada em: 27 de junho de 2008.

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

### COMISSÃO JULGADORA

---

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

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Norma Segatti Hahn  
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá

---

Prof. Dr. Edson Fontes de Oliveira  
Faculdade de Apucarana

## AGRADECIMENTO

Minha dissertação não poderia ser realizada sem o apoio de determinadas pessoas. Algumas me ajudaram em diferentes fases desse processo, enquanto outras estiveram presentes sempre. Assim, gostaria de deixar impresso aqui, meu profundo agradecimento a vocês!

Primeiramente, à minha família, em especial à mãe, que mesmo triste com minha opção de realizar este curso em Maringá, me apoiou de todas as formas possíveis, SEMPRE. À minha irmã Stéphanie, que mesmo tendo ‘perdido’ sua amiga de casa, sempre me incentivou (e incentiva) nessa caminhada. Outros membros da minha família, embora menos presentes, foram igualmente importantes, e não poderia deixar de citá-los: Camillo, Vovó Leony, meu Pai, Tia Vilma e Vovó Alzira. Como um exemplo de vida que foi para mim, não poderia deixar de agradecer a influência e o apoio, principalmente nas fases iniciais da minha vida, do meu estimado avô Mário Ferreira.

Agradeço em especial a uma pessoa muito importante na minha vida hoje, que está ao meu lado todos os dias, nos momentos bons e nos difíceis, sempre me ajudado de alguma forma, inclusive nas diversas etapas desta dissertação. Amo você, Rodrigo! Ah, gostaria de agradecer à minha nova família (Fernandes), que me acolheu de coração, vocês são muito importantes para mim.

Ao professor Dr. Luiz Carlos Gomes, que me apoiou desde as fases iniciais do meu mestrado, me ensinou coisas valiosas, como o relacionamento profissional (além de estatística, claro!), além disso, considero seu apoio e auxílio, principalmente nestas fases finais, fundamental para a continuidade dos meus estudos. Gostaria também de agradecer aos professores Angelo A. Agostinho e Luiz C. Gomes, e ao curso, por terem cedido os dados do projeto *Produtividade em reservatórios: relações com o estado trófico e a predação*

financiado pelo Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (PRONEX; CNPq) para a realização da minha Qualificação e Dissertação.

Às minhas amigas mais distantes, mas que estão sempre perto do coração, Kelly e Ana Luiza! Aos amigos que conheci aqui em Maringá, igualmente importantes, Rosi (laboratório Luiz), Lorena, Dani (bioenergética), Carol ('parasito'), Rod, Iuli, Héctor, Bifi, Fernando (Pelicice - Pelichico), Carlinhos e Cibele. Para não ser injusta, gostaria de agradecer a todas as pessoas que conheci no PEA e Nupélia, mesmo não citando todos os nomes (pois são tantos), com certeza fazem parte de minha vida, e sou muito feliz por isso!

# **INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS LOCAIS E REGIONAIS SOBRE A ABUNDÂNCIA DE GILDAS REPRODUTIVAS E TRÓFICAS DE PEIXES EM RESERVATÓRIOS DO ESTADO DO PARANÁ**

## **RESUMO**

Os ecossistemas de água doce estão entre os mais ameaçados do planeta, sendo que a construção e operação de barramentos constituem a principal causa de alteração da dinâmica fluvial, o que afeta negativamente a integridade das comunidades aquáticas. A região sul do Brasil, por exemplo, apresenta mais de 146 grandes reservatórios, estando os seus principais rios e tributários completamente fragmentados por uma série de barragens. Apesar desse elevado número de reservatórios, pouco é conhecido sobre os fatores ambientais responsáveis pela estruturação da ictiofauna nesses ecossistemas, sendo que essas informações são importantes na avaliação das respostas das espécies às alterações provocadas pelos barramentos. Nesse estudo, foram usadas guildas reprodutivas e tróficas de peixes para explorar a hipótese de relação entre os fatores ambientais locais (variáveis limnológicas e morfométricas dos reservatórios) e regionais (posição geográfica do reservatório) e a estrutura das assembléias de 30 reservatórios localizados no Estado do Paraná, Brasil. Para isso, foram utilizados métodos de análise de gradiente indireto (CA) e direto (CCA e CCA parcial). Ainda, foram avaliadas as contribuições relativas das variáveis ambientais locais e regionais, bem como sua interação, na explicação da variação da CPUE das guildas, através do método de partição de inércia. A CPUE das guildas foi relacionada aos fatores ambientais locais e regionais, entretanto, os fatores locais deixaram de ser significativos quando o efeito da variação ambiental regional foi controlado, indicando dependência hierárquica entre as escalas espaciais das variáveis ambientais. Ainda, as relações entre as abundâncias de guildas reprodutivas e tróficas foram fortemente influenciadas pela distribuição das mesmas em cada sub-bacia, principalmente por isolamentos geográficos naturais e artificiais, além da restrição espacial amostral (zona lacustre) estudada.

**Palavras-chave:** Peixes. Reservatório. Guilda. Gradiente ambiental. Ampla escala.

# **LOCAL VS. REGIONAL INFLUENCES ON LOCAL ABUNDANCE OF FISH REPRODUCTIVE AND TROPHIC GUILDS OF PARANÁ STATE RESERVOIRS**

## ***ABSTRACT***

Freshwater ecosystems are among the most threatened in the Planet. Construction and operation of dams are the main factors altering fluvial dynamics, negatively affecting the integrity of aquatic biota. For instance, in South Brazil there are more than 146 large reservoirs. Most of the main rivers and their tributaries, in this region, are completely fragmented by series of dams. Besides the high number of reservoirs, little attention was given to identify the environmental factors that shape ichthyofauna structure in these ecosystems. This knowledge is fundamental in the evaluation of species behavior resulted from the impacts prompted by reservoirs. In this study, reproductive and trophic guilds were used to analyze the hypothesis that there is a relationship between local (limnological variables) and regional (geographic position of a reservoir) environmental factors, with the structure of fish assemblages in 30 reservoirs located in the Paraná State, Brazil. To achieve proposed objective, indirect (correspondence analysis – CA) and direct (Canonical Correspondence Analysis – CCA, and partial CCA) gradient analysis were used. In addition, the relative contributions of local and regional environmental variables, as well as their interaction, on the explanation of the variation in the CPUE of guilds, were evaluated (using inertia partitioning). CPUEs of guilds were related to local and regional environmental factors. However, local factors were not significant when the effect of the variation of the regional factors were controlled. This indicates a hierarchical dependence among the spatial scales of the environmental variables. Yet, the relationship between guilds (reproductive and trophic) abundance were strongly influenced by their own distribution in each sub-basin, mainly due to geographic isolation (natural and artificial), in addition to the spatial sampling restriction of the study (only the lacustrine zone of reservoirs was sampled).

***Keywords:*** Fish. Reservoir. Guild. Environment gradient. Large-scale.



Dissertação elaborada e formatada conforme as normas da revista científica *Freshwater Biology*. Disponível em: <http://www.blackwell-synergy.com/loi/fwb>

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 MÉTODOS.....	12
2.1 Área de estudo.....	12
2.2 Coleta de dados.....	13
2.3 Classificação da guildas.....	15
2.4 Análise dos dado.....	17
3 RESULTADOS.....	18
4 DISCUSSÃO .....	24
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
REFERÊNCIAS.....	28

## 1 INTRODUÇÃO

Os ecossistemas de água doce estão entre os mais ameaçados do planeta (Allan & Flecker, 1993; Jackson *et al.*, 2001). O principal impacto no funcionamento de grandes ecossistemas fluviais é a alteração do ciclo da água pela a construção e operação de barragens (Postel, Daily & Erhlich, 1996; Rosenberg, McCully & Pringle, 2000; Bunn & Arthington, 2002; Foley *et al.*, 2005). Em uma escala global, poucos rios permanecem em estado natural (Gore & Shields, 1995; Rosenberg *et al.*, 2000; Nilsson *et al.*, 2005). A maioria dos rios temperados está intensamente regulada (Dynesius & Nilsson, 1994), e a construção de grandes barragens para a produção de energia elétrica e controle do fluxo está em contínua expansão nas regiões tropicais (Dudgeon, 2000; Pringle, Freeman & Freeman, 2000; Agostinho, Thomaz & Gomes, 2005). No Brasil, por exemplo, há centenas de pequenos reservatórios e mais de 700 grandes barragens. Os barramentos alteram a estrutura e o funcionamento das comunidades aquáticas em decorrência da fragmentação do ecossistema, alteração da dinâmica hidrológica, modificação dos padrões de fluxo de energia e a estrutura trófica (Agostinho & Zalewski, 1995; Araújo-Lima, Agostinho & Fabré, 1995; Agostinho *et al.*, 1999; 2004; Agostinho, Gomes & Pelicice, 2007). Como resultado, alguns grupos (especialmente espécies migradoras de longa distância) têm declinado drasticamente e algumas populações extintas localmente.

Esforços para conservar, restaurar, ou de alguma forma gerenciar grandes rios e os seus serviços são obscurecidos pelo entendimento limitado do funcionamento desses ecossistemas. Estudos que avaliam a influência de gradientes ambientais (bióticos e abióticos) sobre a estrutura das assembléias de peixes são importantes para compreender as respostas de diferentes espécies às alterações provocadas pelos barramentos e ao sucesso de estabelecimento de alguns grupos (Agostinho, Júlio Jr. & Borguetti, 1992; Matthews, 1998). Ainda, é importante considerar que fatores ambientais podem atuar sobre as assembléias em diferentes escalas espaciais (por exemplo, local e regional), o que torna necessária a avaliação entre múltiplos reservatórios, contemplando uma ampla distribuição geográfica (Tonn & Magnuson, 1982; Robinson & Tonn, 1989; Rodríguez & Lewis, 1997; Godinho, Ferreira & Portugal, 1998). Entretanto, o elevado número de espécies e as diferenças na composição específica decorrentes da ampla escala espacial (diferenças zoogeográficas), podem dificultar a interpretação do papel de gradientes ambientais locais como determinantes da estrutura das

assembléias de peixes (Angermeier & Winston, 1998; Marsh-Matthews & Matthews, 2000; Hoeninghaus, Winemiller & Birnbaum, 2006; E. Ferreira, unpubl. data). Para contornar esses problemas, abordagens não-taxonômicas, como o uso de guildas, podem ser aplicadas para simplificar a estrutura da comunidade (Austen, Bayley & Menzel, 1994). A utilização de guildas considera a classificação de um conjunto de espécies que apresentam necessidades bio-ecológicas semelhantes, que exploram os mesmos recursos (Root, 1967), sendo esperado que os membros de uma guilda reajam de maneira semelhante as mudanças ambientais (Austen *et al.*, 1994). Entretanto, existem poucas evidências para apoiar a extrapolação de que mudanças na população de uma espécie deva ocorrer de maneira semelhante nas outras espécies pertencentes a mesma guilda. Por isso é mais sensato assumir que as abundancias combinadas de todas as espécies de uma guilda pode refletir de forma mais precisa as mudanças no recurso utilizado ou um fator limitante (Austen *et al.*, 1994).

A região Sul do Brasil apresenta mais de 146 grandes reservatórios, sendo que os principais rios e tributários encontram-se totalmente fragmentados por uma série de grandes barragens. Em um estudo anterior realizado em 29 reservatórios do Estado do Paraná, Ferreira (2008) avaliou a relação de fatores ambientais locais e regionais sobre a estrutura primária (composição e abundância) das assembléias de peixes local. Foi demonstrado que os fatores regionais (variáveis geográficas) foram mais importantes na estruturação das assembléias, sendo que essa relação foi fortemente influenciada por diferenças na composição (zoogeográficas) das sub-bacias dos rios Iguazu e Paranapanema. Entretanto, o papel de fatores ambientais locais, principalmente aqueles relacionados às características limnológicas dos reservatórios, permanece obscuro. No presente estudo, foram utilizadas guildas para representar a estrutura das assembléias de peixes e avaliar suas relações com fatores ambientais locais (gradientes morfométricos e limnológicos) e regionais (posição geográfica, influência da bacia e posição do reservatório na bacia de drenagem) nos mesmos reservatórios estudados por Ferreira (2008). A escolha das guildas foi baseada em características biológicas mais conservativas (reprodutivas) e menos conservativas (alimentação) das espécies, pois reprodução e alimentação são características que determinam o sucesso de uma espécie em reservatórios (Agostinho *et al.*, 1999). Foi explorada a hipótese que guildas reprodutivas e tróficas de peixes em reservatórios apresentam relações com fatores ambientais locais e regionais, além de sua interação, e que fatores ambientais locais são mais importantes na variação da abundância das guildas.

## 2 MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

O presente estudo foi realizado em 30 reservatórios localizados no Estado do Paraná (Fig. 1), região sul do Brasil. Os reservatórios estudados (exceto os dos rios litorâneos) pertencem à bacia do rio Paraná, distribuídos nas sub-bacias dos rios: Iguaçu (n = 13), Ivaí (2), Paranapanema (7), Piquiri (2) e Tibagi (2). Cabe ressaltar que a fauna do rio Iguaçu é isolada geograficamente da fauna do alto rio Paraná pelas Cataratas do Iguaçu.

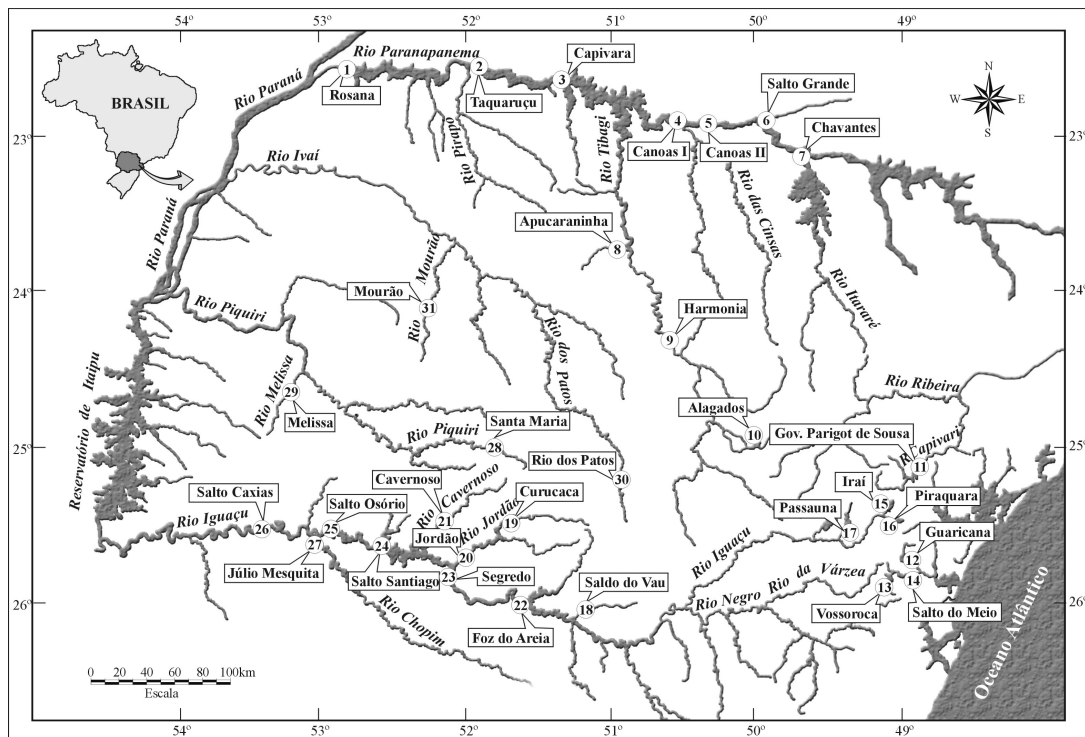


Figura 1. Localização dos reservatórios nas seis sub-bacias hidrográficas: rio Paranapanema – Rosana (ROSA), Taquaruçu (TACU), Capivara (CAPI), Canoas I (CAN1), Canoas II (CAN2), Salto Grande (SGDE) e Chavantes (CHAV); rio Tibagi – Harmonia (HARM) e Alagados (ALAG); rios Litorâneos – Gov. Parigot de Souza (GOVE), Guaricana (GUAR), Vossoroca (VOSS) e Salto do Meio (MEIO); rio Iguaçu – Irai (IRAI), Piraquara (PIRA), Passaúna (PASS), Salto do Vau (SVAU), Salto Curucaca (CURU), Jordão (JORD), Cavernoso (CAVE), Foz do Areia (FOAR), Salto Segredo (SEGRE), Salto Santiago (IAGO), Salto Osório (SOSO), Salto Caxias (CAXI) e Julio de Mesquita Filho (UJMF); rio Piquiri – Santa Maria (SMAR) e Melissa (MELI) e rio Ivaí – Patos (PATO) e Mourão (MOUR).

Os reservatórios litorâneos (4) pertencem a três rios (Capivari, Arraial e São João) que drenam da Serra do Mar diretamente para o Oceano Atlântico, e juntamente com outros rios compõem a bacia Litorânea. Além da ampla distribuição geográfica, os reservatórios apresentam grande heterogeneidade de características morfométricas (área alagada) e limnológicas (especialmente as concentrações de clorofila-a e fósforo total). Ainda, os reservatórios apresentam diversos usos, como abastecimento público e lazer, porém, a maioria é destinada à geração de energia elétrica.

## **2.2 Coleta de Dados**

As assembléias de peixes foram avaliadas a partir de amostragens padronizadas, na região lacustre dos reservatórios, em novembro de 2001. Os peixes foram capturados utilizando-se redes de espera de diferentes malhas (2,4 cm a 14,0 cm entre nós opostos), expostas por 24 horas em cada reservatório, com despescas às 8 h, 16 h e 22 h. A abundância das espécies foi indexada em captura por unidade de esforço (CPUE; número de indivíduos/ 1.000 m<sup>2</sup> de rede/ 24 h).

Para caracterizar a variação ambiental local de cada reservatório, foram utilizadas as variáveis temperatura (°C), condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), concentrações de fósforo, nitrogênio total e clorofila-a ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ), profundidade do disco de Secchi (m) e área superficial (m) (Tabela I). A escolha dessas variáveis foi baseada na importância das mesmas em outros estudos que avaliaram a influência de variáveis ambientais na estrutura da ictiofauna em reservatórios (Godinho *et al.*, 1998; Irz *et al.*, 2002; Carol *et al.*, 2005). Para representar a variação ambiental regional (Tabela I) de cada reservatório, foram utilizadas a latitude (UTM), longitude (UTM), altitude (m), a posição do reservatório na bacia (cabeceira, intermediária e foz) e a bacia de drenagem (Iguaçu, Ivaí, Paranapanema, Piquiri, Tibagi e bacia de rios litorâneos). As variáveis regionais posição do reservatório e bacia de drenagem foram codificadas como variável boneco (*dummy*) para as análises multivariadas.

Todas as informações utilizadas neste estudo fazem parte do banco de dados do projeto *Produtividade em reservatórios: relações com o estado trófico e a predação* financiado pelo Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (PRONEX; CNPq).

**Tabela I. Variáveis ambientais locais e regionais dos 30 reservatórios localizados no Estado do Paraná. \* = variáveis *dummy***

Escala	Variáveis	Códigos	Média	Desvio padrão	Mín – Máx
<i>Local</i>	Condutividade ( $\mu\text{S} / \text{cm}$ )	COND	44,7	20,08	22,8 – 125,6
	Secchi (m)	SECC	1,46	0,84	0,15 – 4,4
	P-total ( $\mu\text{g} / \text{L}$ )	PTOT	15,41	15,18	3,27 – 66,95
	N-total ( $\mu\text{g} / \text{L}$ )	NTOT	551,90	223,72	223,72 – 1010,46
	Clorofila- <i>a</i> ( $\mu\text{g} / \text{L}$ )	COLORO	8,27	14,46	0 – 71,2
	Temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ )	TEMP	24,01	2,25	19,6 – 28,3
	Área ( $\text{km}^2$ )	AREA	59,6	111,85	0,05 – 515
<i>Regional</i>	Altitude (m)	ALTI	609,7	229,8	255 – 980
	Latitude (UTM)	LATI	7260573,9	134054,48	7120390 - 7505957
	Longitude (UTM)	LONG	486712,86	150088,49	251775 - 715748
	Bacia*	BACIA			
	Posição na bacia*	PNAB			

### 2.3 Classificação das guildas

Para sumarizar a estrutura das assembleias de peixes, as espécies foram classificadas a partir de informações disponíveis na literatura em cinco guildas reprodutivas (Vazzoler & Menezes, 1992; Vazzoler, 1996; Suzuki, 1999; Nakatani *et al.*, 2001; Suzuki *et al.*, 2005) e seis guildas tróficas (Hahn *et al.*, 1998; Fugi *et al.*, 2005), e posteriormente a abundância das espécies agrupadas na mesma guilda foi somada.

As guildas reprodutivas foram determinadas com base no comportamento migratório para reprodução, algumas características reprodutivas, grau de cuidado parental e tamanho máximo das espécies, como segue:

*Migradoras de curta distância ou sedentárias, com fecundação externa, sem cuidado parental, e de pequeno porte (R1):* são espécies de pequeno porte ( $LS < 12 \text{ cm}$ ) que realizam curtas migrações (menores que 100 km) ou apenas migrações laterais. Apresentam elevada

fecundidade e ovócitos pequenos em relação às espécies das outras guildas reprodutivas. Podem realizar desova total ou parcelada, neste último caso se estendendo por vários meses. Segundo Winemiller (1989), essas espécies podem ser enquadradas na estratégia “oportunista”.

*Migradoras de curta distância ou sedentárias, com fecundação externa, sem cuidado parental, e de médio e grande porte (R2)*: apresentam características reprodutivas semelhantes a R1, sendo separadas apenas pelo tamanho corporal relativamente maior ( $LS > 12,1$  cm).

*Migradoras de curta distância ou sedentárias, com fecundação externa, e cuidado parental (R3)*: este grupo foi caracterizado por apresentar desova múltipla estendida por um longo período, baixa fecundidade, ovócitos grandes e adesivos. Apresenta cuidado parental bem desenvolvido, sendo comum a construção de ninhos ou o transporte dos ovos aderido ao corpo. Esse grupo pode ser enquadrado na estratégia de “equilíbrio” de acordo com Winemiller (1989).

*Migradoras de curta distância ou sedentárias com fecundação interna (R4)*: são caracterizadas por apresentar baixa fecundidade e ovos de tamanho médio. Algumas apresentam dimorfismo sexual e/ou rituais de acasalamento relacionados ao comportamento reprodutivo. Todas as espécies avaliadas neste estudo apresentaram desenvolvimento externo do ovo.

*Migradoras de longa distância com fecundação externa (R5)*: são espécies que realizam grandes migrações reprodutivas longitudinais (deslocamentos maiores que 100 km). Utilizam mais de um habitat durante seu ciclo de vida, pois os adultos migram em direção a cabeceira dos rios para desovar, e os jovens geralmente utilizam lagoas das partes mais baixas dos rios nas fases iniciais do desenvolvimento. As espécies desse grupo são, geralmente, de grande porte. Apresentam desova anual e total, com elevada fecundidade, ovócitos pequenos e desenvolvimento embrionário rápido. Os ovos são livres, sendo facilmente dispersados pelo fluxo do rio. De acordo com Winemiller (1989), essas espécies podem ser enquadradas na estratégia “sazonal”.

A classificação de uma espécie em uma dada guilda trófica foi baseado no alimento principal presente no estômago ( $\geq 50\%$ ), sendo elas:

*Detritívoras (T1)*: predomínio de detritos e/ou sedimento;



*Herbívoras (T2)*: predomínio de algas e vegetais superiores aquáticos e terrestres;

*Insetívoras (T3)*: predomínio de insetos terrestres;

*Invertívoras (T4)*: alimento principal se constitui de organismos bentônicos, como larvas de insetos, moluscos e crustáceos;

*Onívoras (T5)*: utilizam recursos de origem animal e vegetal, em proporções semelhantes;

*Piscívoras (T6)*: predomínio de peixes.

#### **2.4 Análise dos dados**

Com finalidade exploratória, são apresentadas as tendências gerais das guildas nos reservatórios estudados, de acordo com as sub-bacias hidrográficas consideradas. Foram utilizados os valores de CPUE média ( $\pm$  erro-padrão) de cada guilda (reprodutiva e trófica) por sub-bacia.

Posteriormente, para sumarizar a estrutura das guildas (reprodutivas e tróficas) de peixes, independente da relação com qualquer gradiente ambiental, foi aplicada uma análise de correspondência (CA) à matriz de CPUE total. Os valores de CPUE foram log-transformados ( $\log_{10} x + 1$ ) para minimizar o efeito de valores elevados na ordenação.

Para avaliar a correlação entre a CPUE total das guildas e os fatores locais e regionais, foram utilizadas análises de correspondência canônica (CCA; ter Braak, 1986). As matrizes com as variáveis locais e regionais foram log-transformadas para linearizar as relações com a matriz de CPUE das guildas. Para evitar problemas de colinearidade entre as variáveis foi calculado o fator de inflação de variância (*VIF*) de cada variável. Variáveis com valores de  $VIF > 10$  foram consideradas redundantes e removidas das análises (Myers, 1990; Hair *et al.*, 1998). As variáveis de cada modelo foram selecionadas por um procedimento *stepwise forward* e a significância de cada variável foi testada através do método de Monte Carlo. A associação entre as matrizes também foi testada pelo método de Monte Carlo. Para todos os testes foram utilizadas 1000 permutações e o nível de significância adotado foi  $\alpha = 0,05$ .

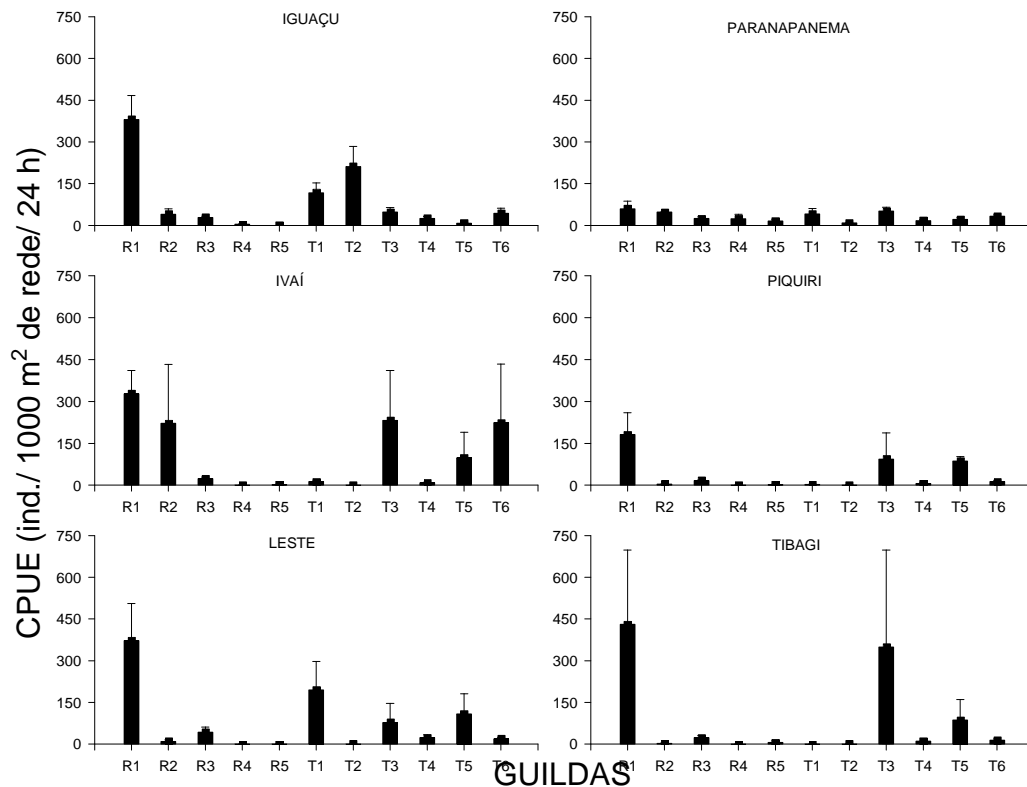
Para quantificar a contribuição relativa dos fatores locais e regionais sobre a CPUE total das guildas, foi utilizado o método de partição de inércia proposto por Borcard *et al.* (1992). O método permite quantificar a influência “pura” de cada grupo de variáveis (local e regional), sua interação e a variação não explicada pelos dados (Legendre & Legendre, 1998). Para isso, foram calculadas CCA’s parciais entre (i) a CPUE total das guildas e as variáveis ambientais locais, controlando o efeito das variáveis regionais (covariáveis,  $CCA_{loc/reg}$ ); e (ii) a CPUE total das guildas e as variáveis ambientais regionais, controlando o efeito de fatores ambientais locais (covariáveis,  $CCA_{reg/loc}$ ). As contribuições relativas puras das variáveis locais e regionais e a interação entre elas sobre a estrutura das guildas de peixes foram calculadas, respectivamente, como: valor de inércia de  $CCA_{loc/reg}$ ; valor de inércia de  $CCA_{reg/loc}$  e valor de inércia da  $CCA_{loc}$  menos o valor de inércia  $CCA_{loc/reg}$  ou valor de inércia da  $CCA_{reg}$  menos o valor de inércia  $CCA_{reg/loc}$ .

Todas as ordenações foram realizadas no programa CANOCO<sup>®</sup> 4.02 (ter Braak & Šmilauer, 1999).

### 3 RESULTADOS

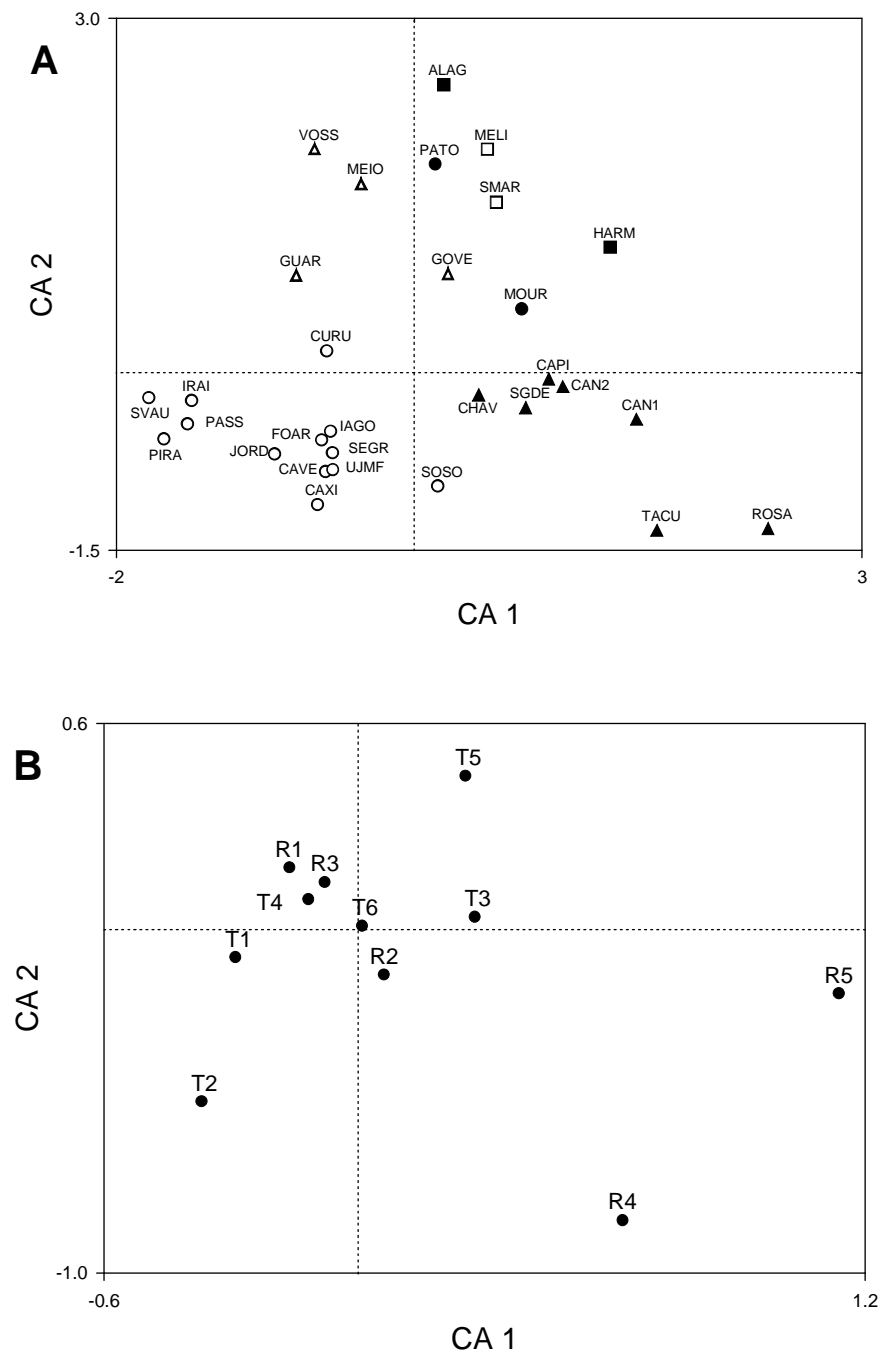
De maneira geral, as abundâncias (média da CPUE) das guildas reprodutivas e tróficas foram distribuídas de forma heterogênea entre as sub-bacias estudadas (Fig. 2), exceto a guilda sedentária com fecundação externa e pequeno porte (R1), que apresentou os maiores valores médios, comparada as outras guildas, em todas as sub-bacias.

A guilda migradora de longa distância (R5) foi abundante apenas no rio Paranapanema, enquanto que cuidado parental (R3) e fecundação interna (R4) apresentaram baixa abundância em todas as sub-bacias. A guilda herbívora (T2) foi mais abundante nos reservatórios do rio Iguaçu, enquanto que piscívora nos reservatórios do Ivaí (T6). Insetívoros (T3) e onívoros (T5) foram abundantes principalmente nos reservatórios do Ivaí, Piquiri e Tibagi.



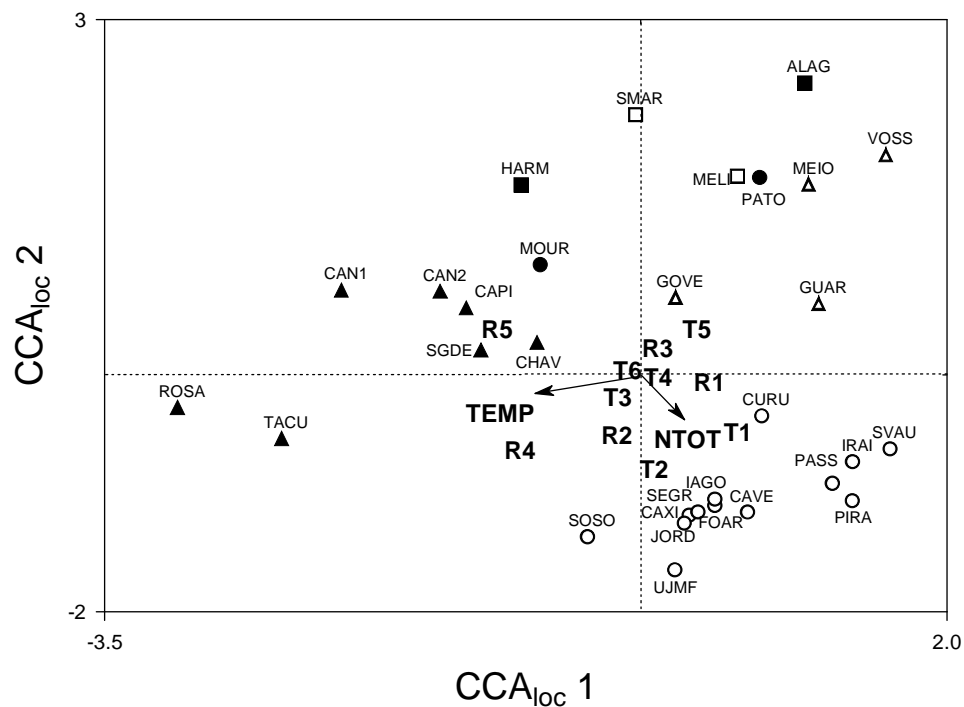
**Figura 2.** Valores médios ( $\pm$  erro padrão) da CPUE das guildas reprodutivas (R1 – R5) e tróficas (T1 – T6) por sub-bacia do sul do Brasil. Os códigos das guildas estão disponíveis no item classificação das guildas (MÉTODOS).

Os dois primeiros eixos da análise de correspondência (CA), aplicada a matriz de CPUE total das guildas reprodutivas e tróficas, sumarizaram 52,1 % da variação total da estrutura das guildas de peixes (Fig. 3A e 3B). O primeiro eixo da CA (CA 1; 33,5%) separou, principalmente, os reservatórios de ROSA, TACU (Paranapanema), associados ( $r = 0,73$ ;  $P < 0,01$ ) com a abundância de migradores de longa distância (R5). Já no CA 2, foi observada uma forte associação ( $r = 0,84$ ;  $P < 0,01$ ) entre os reservatórios do Iguazu e a guilda herbívora (T2), foi observada também uma associação entre a guilda fecundação interna (R4) e os reservatórios do Paranapanema ( $r = 0,77$ ;  $P < 0,05$ ), além da relação entre a guilda onívora (T5) e os reservatórios das sub-bacias dos rios Ivaí, Litorâneos, Piquiri e Tibagi.



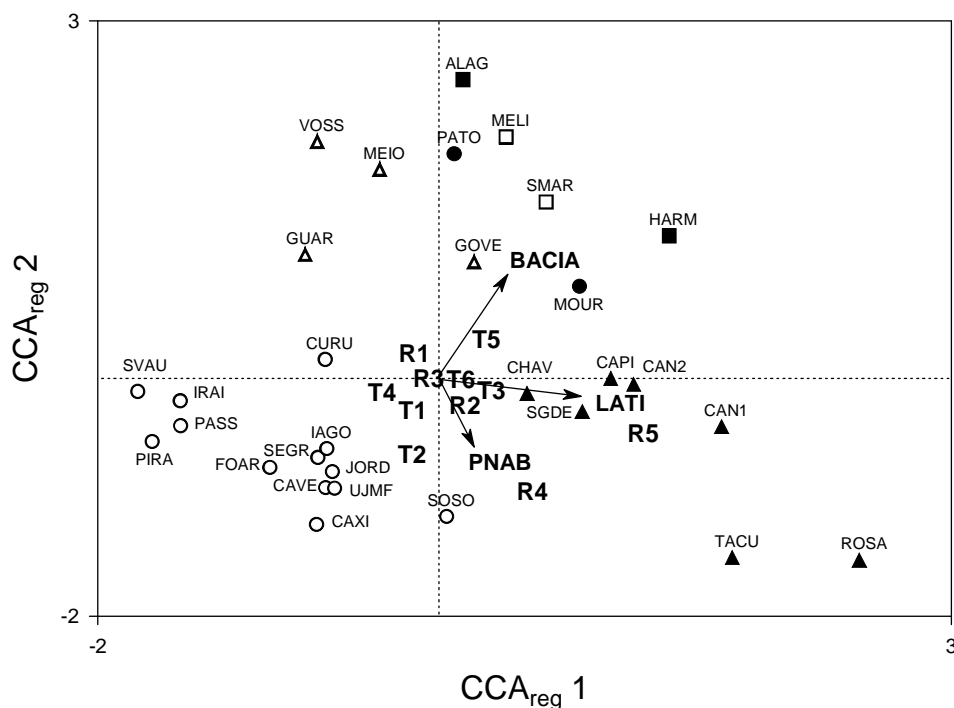
**Figura 3.** (A) Análise de correspondência (CA) aplicada à matriz de CPUE das guildas nos 30 reservatórios do Estado do Paraná. ○ = rio Iguaçu; ● = rio Ivaí; △ = Litorânea; ▲ = rio Paranapanema; □ = rio Piquiri; e ■ = rio Tibagi. (B) Posição das guildas reprodutivas e tróficas na ordenação. Os códigos dos reservatórios estão disponíveis na legenda da Figura 1, e os códigos das guildas no item classificação das guildas (MÉTODOS).

Todas as variáveis ambientais locais apresentaram valor de VIF menor que 10, indicando que ausência de colinearidade nesse grupo de variáveis. A matriz com a CPUE das guildas foi associada às variáveis ambientais locais ( $P < 0,01$ ). O primeiro eixo da  $CCA_{loc}$  ( $CCA_{loc}$  1; Fig. 4) foi relacionado negativamente a temperatura da água ( $r = -0,75$ ;  $P < 0,05$ ). Maiores abundâncias das guildas fecundação interna (R4) e migradora de longa distância (R5) foram associadas positivamente ( $r = 0,51$ ;  $P < 0,05$ ;  $r = 0,66$ ;  $P < 0,05$ , respectivamente) às temperaturas mais elevadas. Já o  $CCA_{loc}$  2 (Fig. 4) foi associado, negativamente, à concentração de nitrogênio total ( $r = -0,53$ ;  $P < 0,05$ ), evidenciando uma relação positiva entre a guilda herbívora (T2) e o gradiente de nitrogênio ( $r = 0,57$ ;  $P < 0,05$ ). Entretanto, quando o efeito das variáveis regionais foi controlado, a relação entre a CPUE das guildas e as variáveis ambientais locais deixou de ser significativa.



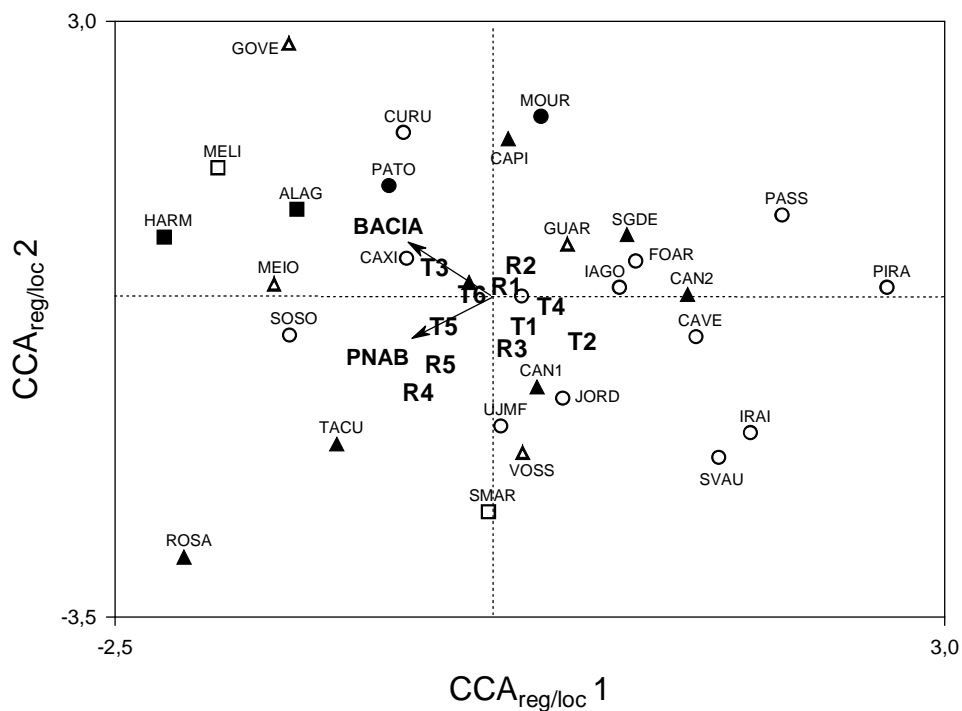
**Figura 4.** Análise de correspondência canônica (CCA) entre a CPUE das guildas reprodutivas e tróficas de peixes e as variáveis ambientais locais. As setas representam as variáveis com relações significativas. ○ = rio Iguaçu; ● = rio Ivaí; △ = Litorânea; ▲ = rio Paranapanema; □ = rio Piquiri; e ■ = rio Tibagi. TEMP = temperatura da água; NTOT = concentração de nitrogênio total. Os códigos dos reservatórios estão disponíveis na legenda da Figura 1 e os das guildas no item classificação das guildas (MÉTODOS).

Todas as variáveis ambientais regionais também apresentaram valor de VIF menor que 10, indicando que ausência de colinearidade nesse grupo de variáveis. A matriz com a CPUE das guildas também foi associada às variáveis ambientais regionais ( $P < 0,01$ ). O primeiro eixo da  $CCA_{reg}$  ( $CCA_{reg}$  1; Fig. 5) foi relacionado positivamente a latitude ( $r = 0,86$ ;  $P < 0,05$ ). A guilda migradora de longa distância (R5) foi correlacionada a latitude ( $r = 0,92$ ;  $P < 0,01$ ). O segundo eixo da  $CCA_{reg}$  ( $CCA_{reg}$  2; Fig. 5) foi relacionado positivamente ao gradiente bacia (BACIA;  $r = 0,77$ ;  $P < 0,05$ ) e negativamente ao gradiente posição na bacia (PNAB;  $r = -0,62$ ;  $P < 0,05$ ). O gradiente posição na bacia separou os reservatórios posicionados mais inferiormente nos rios (ROSA, TACU e SOSO), que foram associados a maiores abundâncias da guilda fecundação interna (R4) ( $r = 0,72$ ;  $P < 0,01$ ). O gradiente bacia separou os reservatórios do Iguaçu, que foram correlacionados a maior abundância de herbívora (T2) ( $r = -0,87$ ;  $P < 0,05$ ), dos reservatórios dos rios litorâneos, Ivaí, Piquiri e Tibagi, que foram associados a maior abundância de onívora (T5) ( $r = 0,61$ ;  $P < 0,01$ ).



**Figura 5.** Análise de correspondência canônica (CCA) entre a CPUE das guildas reprodutivas e tróficas de peixes e as variáveis ambientais regionais. As setas representam as variáveis com relações significativas. ○ = rio Iguaçu; ● = rio Ivaí; △ = Litorânea; ▲ = rio Paranapanema; □ = rio Piquiri; e ■ = rio Tibagi. PNAB = posição na bacia; LATI = latitude. Os códigos dos reservatórios estão disponíveis na legenda da Figura 1 e os das guildas no item classificação das guildas (MÉTODOS).

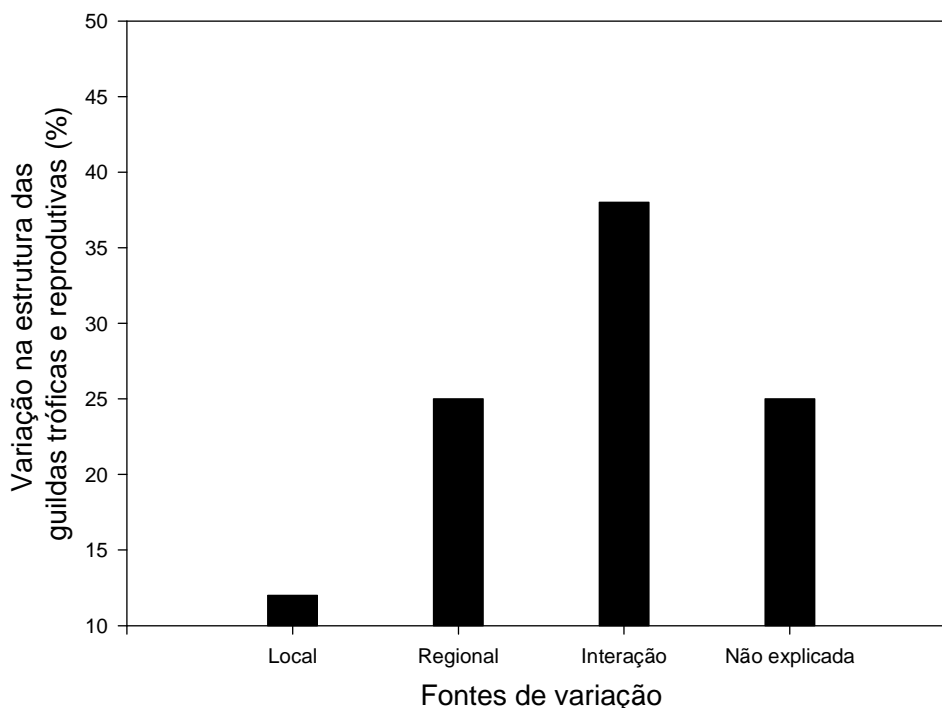
A matriz com a CPUE das guildas foi associada às variáveis ambientais regionais, mesmo com a variação local controlada ( $P < 0,01$ ). Porém, nessa condição, o gradiente latitude deixou de ser significativo ( $P > 0,05$ ). O primeiro eixo da  $CCA_{reg/loc}$  ( $CCA_{reg/loc}$  1; Fig. 6) foi relacionado negativamente a bacia ( $r = -0,65$ ;  $P < 0,05$ ). As relações evidenciadas pelo gradiente bacia são semelhantes as da CCA anterior ( $CCA_{reg}$ , Fig. 5), diferindo apenas na correlação entre os reservatórios dos rios Ivaí, Piquiri e Tibagi, com maior abundância de T3 ( $r = -0,41$ ;  $P < 0,05$ ). O segundo eixo da  $CCA_{reg/loc}$  (Fig. 6) foi associado negativamente a posição na bacia ( $r = -0,44$ ;  $P < 0,05$ ), sendo observadas as mesmas relações descritas na CCA anterior ( $CCA_{reg}$ ).



**Figura 6.** Análise de correspondência canônica (CCA) entre a CPUE das guildas reprodutivas e tróficas de peixes e as variáveis ambientais regionais, controlando o efeito das variáveis ambientais locais (covariáveis). As setas representam as variáveis com relações significativas. ○ = rio Iguaçu; ● = rio Ivaí; △ = Litorânea; ▲ = rio Paranapanema; □ = rio Piquiri; e ■ = rio Tibagi. PNAB = posição na bacia. Os códigos dos reservatórios estão disponíveis na legenda da Figura 1 e os das guildas no item classificação das guildas (MÉTODOS).

O conjunto de fatores ambientais locais e regionais, e sua interação, explicaram 75% da variação total na estrutura das guildas tróficas e reprodutivas de peixes dos reservatórios estudados (Fig. 7). A influência pura dos fatores locais correspondeu a 12% da variação na estrutura das guildas, enquanto que os fatores regionais explicaram 25%. A interação entre os

fatores locais e regionais contribuiu com 38% da explicação, indicando dependência espacial entre as escalas de fatores ambientais (Fig. 7).



**Figura 7. Contribuição relativa de fatores ambientais locais e regionais, além de sua interação, na estrutura das guildas reprodutivas e tróficas de peixes de reservatórios do Estado do Paraná. A variação Não explicada corresponde à porcentagem de variação não explicada pelas variáveis consideradas nesse estudo.**

#### 4 DISCUSSÃO

A partir dos resultados apresentados, é possível inferir que a abundância de guildas reprodutivas e tróficas, nos 30 reservatórios do Estado do Paraná estudados, foi influenciada pela variação ambiental, variando em importância com a escala espacial considerada. A influência das variáveis ambientais locais sobre a abundância das guildas reprodutivas e tróficas foi pequena, especialmente quando desconsiderada a variação ambiental regional, o que contrariou, em parte, a hipótese deste trabalho. Assim, grande parte das relações encontradas entre as abundâncias das guildas (tróficas e reprodutivas) e as variáveis locais



foram espaço-dependentes (indicada pela interação entre as escalas), enquanto que outras parecem ter sido espúrias.

A relação entre a temperatura da água e a abundância da guilda migradora de longa distância (R5) foi observada apenas nos reservatórios do rio Paranapanema. Cabe destacar que a temperatura da água, nesse rio, foi em média 2,5 °C maior, comparada às demais sub-bacias, devido a sua localização em menor latitude. Assim, a abundância maior dessa guilda reprodutiva no rio Paranapanema parece estar mais relacionada a duas possibilidades. Primeiro, a ictiofauna do rio Iguaçu não apresenta espécies dessa guilda (exceto *Steindachneridium* sp.), além de estar separada do alto Paraná pelas Cataratas do Iguaçu (Maack, 1981). Ainda, os reservatórios do Iguaçu corresponderam a 46% das amostras. Dessa maneira, a ausência de migradores de longa distância, associado à representatividade amostral dos reservatórios do Iguaçu, parece influenciar de forma espúria o gradiente observado. Segundo, a presença de R5 no Paranapanema pode estar relacionada ao fato de que esse rio e seus afluentes constituíam importantes rotas de dispersão de espécies migradoras de longa distância (Agostinho *et al.*, 2003).

A relação entre a abundância da guilda herbívora e as concentrações de nitrogênio foi observada, principalmente, para os reservatórios do rio Iguaçu. Alguns reservatórios desse rio apresentam grandes variações hidrométricas (e.g. reservatório de Salto Osório, com variações anuais de até 25 m; Tractebel Energia & ECSA, 2002) devido às características do canal principal do rio (rio encaixado) e a operação das barragens. As maiores concentrações de nitrogênio podem estar relacionadas ao alagamento marginal, aumentando a disponibilidade de alimento para esse grupo. *Astyanax* sp. b foi a espécie dominante na guilda dos herbívoros (85%). Em um estudo realizado no Reservatório de Segredo, Hahn *et al.* (1997) classificaram *Astyanax* sp. b como herbívora, em decorrência da alimentação baseada em gramíneas terrestres (90%), corroborando a suposição de que o alagamento marginal seja muito importante na disponibilidade de recursos para essa espécie. Associado a disponibilidade alimentar, características reprodutivas (e.g. elevada fecundidade relativa, ovos pequenos, desova parcelada ou total, ausência de cuidado parental; Suzuki, 1999) de *Astyanax* sp. b possibilitam a sua reprodução em praticamente todos os ambientes, incluindo reservatórios que apresentam alterações no nível hidrológico (Suzuki, 1999). Apesar dessa estratégia reprodutiva estar associada ao sucesso da maioria das espécies frequentes em reservatórios (Agostinho *et al.*, 1999), ela não se mostrou associada a qualquer gradiente, provavelmente por ser elevada em todos os reservatórios estudados.

O efeito *puro* dos fatores regionais foi mais importante na explicação da variação das abundâncias das guildas, especialmente diferenças na distribuição dessas dentro e entre as sub-bacias. A principal diferença entre sub-bacias foi evidenciada entre o rio Iguazu e sua elevada abundância de herbívoros e as elevadas abundâncias de insetívoros nos reservatórios dos rios Ivaí, Piquiri e Tibagi. Os reservatórios dessas sub-bacias estão localizados, na maioria das vezes, nas cabeceiras e/ou em áreas apresentando o entorno (mata ciliar nativa) bem preservado (Júlio Jr. *et al.*, 2005) e menores tamanhos. O maior contato entre os meios aquático e o terrestre aumentaria a disponibilidade desse recurso alóctone (insetos), favorecendo o sucesso de espécies que se utilizam o mesmo.

Apesar das espécies com fecundação interna apresentarem vantagens adaptativas reprodutivas (e.g. garantia de fecundação, menor exposição a predadores; Wootton, 1990), que favorece o estabelecimento em ambientes impactados (Agostinho *et al.*, 1999; 2004), a associação da abundância desta guilda (R4) em relação aos reservatórios próximos da foz do Paranapanema (Rosana e Taquaruçu) parece ser decorrente de restrição geográfica. Neles, *Auchenipterus osteomystax* e *Parauchenipterus galeatus* corresponderam a 99% da abundância da guilda reprodutiva R4. Essas espécies subiram pelo rio Paraná após o fechamento do reservatório de Itaipu, e conseqüente alagamento de Sete Quedas (Júlio Jr.; comunicação pessoal), alcançando o rio Paranapanema. Como Rosana e Taquaruçu foram finalizados após o fechamento de Itaipu, apenas eles apresentaram essas espécies, no rio Paranapanema.

Apesar de alguns estudos discutirem que o uso de guildas tróficas não são bons indicadores de características bio-ecológicas de peixes devido a elevada plasticidade alimentar das espécies (especialmente em ambientes sazonais tropicais) (Aarts, Van Den Brink & Nienhuis, 2004; Welcomme, Winemiller & Cowx, 2006), o uso delas neste estudo possibilitou determinar algumas relações com a variação ambiental. Aarts *et al.* (2004) e Welcomme *et al.* (2006) discutem que o sistema de classificação baseada na ecologia reprodutiva e afinidade por características do fluxo (reofílicas ou euritópicas) são adequados para estudos de monitoramento da ictiofauna de grandes rios, e como forma de avaliar a qualidade da água, a estrutura dos habitats e a conectividade em todo o sistema. Entretanto, em estudos na região lacustre de reservatórios, onde a fauna foi selecionada primariamente pelas características biológicas conservativas (principalmente espécies sedentárias com fecundação externa), aspectos tróficos parecem responder mais diretamente às variações ambientais.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de terem sido usadas guildas, as características idiossincráticas das assembleias de peixes nas diferentes sub-bacias foram determinantes na distribuição da abundância dos grupos tróficos e reprodutivos. Dessa forma, as relações entre as guildas e os gradientes ambientais locais puderam ser interpretadas somente dentro das sub-bacias, dificultando a compreensão do papel da variação ambiental local em uma ampla escala espacial (distribuição geográfica). Potencializando esse padrão, barreiras geográficas naturais e artificiais podem ter aumentado a dissimilaridade das faunas locais dentro e entre sub-bacias. Ainda, espécies dependentes de dinâmicas metapopulacionais (como as migradoras de longa distância) teriam suas rotas de dispersão limitada, impossibilitando a colonização de novos reservatórios e/ou sub-bacias.

Cabe ressaltar novamente que, a restrição espacial amostral (zona lacustre) pode ter selecionado tendenciosamente as guildas amostradas. Por exemplo, espécies migradoras são mais frequentes nas zonas intermediárias e fluviais dos reservatórios. Ainda, a importância relativa de fatores ambientais locais sobre a estrutura das assembleias pode variar no tempo. Assim, a avaliação pontual desse estudo (espaço e tempo), pode ter sido insuficiente para representar os efeitos da variação ambiental local sobre a ictiofauna de reservatórios do Estado do Paraná.

Dessa forma, esse estudo recomenda que, além da utilização de vários reservatórios, avaliações espaciais longitudinais (outras zonas dos reservatórios; Oliveira, Minte-Vera & Goulart, 2005) e temporais parecem ser importantes na avaliação dos efeitos ambientais locais sobre a estrutura das assembleias de peixes. Além disso, a construção de novas classificações de guildas, baseadas na combinação de características bio-ecológicas das espécies (e.g. guildas ambientais; Welcomme *et al.*, 2006) pode ser útil na avaliação dos efeitos da variação ambiental local em peixes que habitam reservatórios.

## REFERÊNCIAS

- Aarts B.G., Van Den Brink F.W.B. & Nienhuis PH. (2004) Habitat loss as the main cause of the slow recovery of fish faunas of regulated large rivers in Europe: the transversal floodplain gradient. *River Research and Applications*, **20**, 3-23.
- Agostinho A.A., Júlio Jr. H.F. & Borguetti J.R. (1992) Considerações sobre o impacto dos represamentos na ictiofauna e medidas para a sua atenuação. Um estudo de caso: Reservatório de Itaipu. *Unimar*, **14**, 89-1907.
- Agostinho A.A. & Zalewski M. (1995) The dependence of fish community structure and dynamics on floodplain and riparian ecotone zone in Paraná River, Brazil. *Hydrobiologia*, **303**, 141-148.
- Agostinho A.A., Miranda L.E., Bini L.M., Gomes L.C., Thomaz S.M. & Suzuki H.I. (1999) Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognoses on aging. In: *Theoretical reservoir ecology and its application* (Eds J.G. Tundisi & M. Straškraba), pp. 227–265. International Institute of Ecology and Backhuys Publishers, São Carlos.
- Agostinho A.A., Gomes L.C., Suzuki H.I. & Júlio Júnior H.F. (2003) Migratory fishes of the upper Paraná River basin, Brazil. In: *Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status* (Eds J. Carolsfeld, J. Harvey, C. Ross & A. Baer), pp. 19-98. International Development Research Centre and The World Bank, Victoria.
- Agostinho A.A., Gomes L.C., Veríssimo S. & Okada E.K. (2004) 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. (2005) Conservation of the biodiversity of Brazil's inland waters. *Conservation Biology*, **19**, 646-652.
- Agostinho A.A., Gomes L.C. & Pelicice F.M. (2007) *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. EDUEM, Maringá.
- Allan J.D. & Flecker A.S. (1993) Biodiversity conservation in running waters. *BioScience*, **43**, 32-43.
- Angermeier P.L. & Winston M.R. (1998) Local vs. regional influences on local diversity in stream fish communities of Virginia. *Ecology*, **79**, 911-927.
- Araújo-Lima C.A.R.M., Agostinho A.A. & Fabr e N.N. (1995) Trophic aspects of fish communities in Brazilian rivers and reservoirs. In: *Limnology in Brazil* (Eds J.G. Tundisi, C.E.M. Bicudo & T. Matsumura-Tundisi), pp. 105-136. ABC/SBL, Rio de Janeiro.
- Austen D.J., Bayley P.B. & Menzel B.W. (1994) Importance of the guild concept to fisheries research and management. *Fisheries*, **19**, 12-20.
- Borcard D., Legendre P. & Drapeau P. (1992) Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology*, **73**, 1045–1055.
- Bunn S.E. & Arthington A.H. (2002) Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. *Environmental Management*, **30**, 492-507.

- Carol J., Benejam L., Alcaraz C., Vila-Gispert A., Zamora L., Navarro E., Armengol J. & García-Berthou E. (2005) The effects of limnological features on fish assemblages of 14 Spanish reservoirs. *Ecology of Freshwater Fish*, **15**, 66–77.
- Dudgeon D. (2000) Large-scale hydrological changes in tropical Asia: prospects for riverine biodiversity. *BioScience*, **50**, 793-806.
- Dynesius M. & Nilsson C. (1994) Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the world. *Science*, **266**, 753-762.
- Ferreira E.A. (2008) Influência de fatores ambientais locais e regionais sobre a estrutura das assembléias de peixes em reservatórios do Estado do Paraná. Exame Geral de Qualificação. Universidade Estadual de Maringá.
- Foley J.A., DeFries R., Asner G.P., Barford C., Bonan G., Carpenter S.R., Chapin F.S., Coe M.T., Daily G.C., Gibbs H.K., Helkowski J.H., Holloway T., Howard E.A., Kucharik C.J., Monfreda C., Patz J.A., Prentice I.C., Ramankutty N. & Snyder P.K. (2005) Global consequences of land use. *Science*, **309**, 570-574.
- Fugi R., Hann N.S., Loureiro-Crippa V.E. & Novakowski G.C. (2005) Estrutura trófica da ictiofauna em reservatórios. In: *Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais* (Eds L. Rodrigues, S.M. Thomas, A.A. Agostinho & L.C. Gomes), pp. 185-195. RiMa, São Carlos.
- Godinho F.N., Ferreira M.T. & Portugal M.C. (1998) Fish assemblage composition in relation to environmental gradients in Portuguese reservoirs. *Aquatic Living Resources*, **11**, 325–334.
- Gore J.A. & Shields F.D. (1995) Can large rivers be restored? *BioScience*, **45**, 142-152.
- Hann N.S., Fugi R., Almeida V.L.L., Russo M.R. & Loureiro V.E. (1997) Dieta e atividade alimentar de peixes do reservatório de Segredo. In: *Reservatório de Segredo bases ecológicas para o manejo* (Eds A.A. Agostinho & L.C. Gomes), pp. 141-162. EDUEM, Maringá.
- Hahn N.S., Agostinho A.A., Gomes L.C. & Bini LM (1998) Estrutura trófica da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná - Brasil) nos primeiros anos de sua formação. *Interciencia*, **23**, 299-305.
- Hair J.F.J., Anderson R.E., Tatham R.L. & Black W.C. (1998) *Multivariate data analyses*. Prentice Hall, New Jersey.
- Hoeinghaus D.J., Winemiller K.O. & Birnbaum J.S. (2006) Local and regional determinants of stream fish assemblage structure: inferences based on taxonomic vs. functional groups. *Journal of Biogeography*, **34**, 324-338.
- Irz P., Laurent A., Messad S., Pronier O. & Argillier C. (2002) Influence of site characteristics of fish community patterns in French reservoirs. *Ecology of Freshwater Fish*, **11**, 123–136.
- Jackson R.B., Carpenter S.R., Dahm C.N., McKnight D.M., Naiman R.J., Postel S.L. & Running S.W. (2001) Water in a changing world. *Ecological Applications*, **11**, 1027-1045.
- Júlio Júnior H.F., Thomaz S.M., Agostinho A.A. & Latini J.D. (2005) Distribuição e caracterização dos reservatórios. In: *Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e*

*temporais* (Eds L. Rodrigues, S.M. Thomas, A.A. Agostinho & L.C. Gomes), pp. 303-310. RiMa, São Carlos.

Legendre P. & Legendre L. (1998) *Numerical Ecology*. Elsevier, Amsterdam.

Maack R. (1981) *Geografia física do Estado do Paraná*. J. Olympio, Rio de Janeiro.

Marsh-Matthews E. & Matthews W.J. (2000) Geographic, terrestrial and aquatic factors: which most influence the structure of stream fish assemblages in the midwestern United States? *Ecology of Freshwater Fish*, **9**, 9-21.

Matthews W.J. (1998) *Patterns in freshwater fish ecology*. Chapman & Hall, New York.

Myers R.H. (1990) *Classical and modern regression with applications*. Duxbury Press, Belmont.

Nakatani K., Agostinho A.A., Baumgartner G., Bialecki A., Sanches P.V., Makrakis M.C. & Pavanelli C.S. (2001) *Ovos e larvas de peixes de água-doce: desenvolvimento e manual de identificação*. EDUEM, Maringá.

Nilsson C., Reidy C.A., Dynesius M. & Revenga C. (2005) Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. *Science*, **308**, 405-408.

Oliveira E.F., Minte-Vera C.V. & Goulart E. (2005) Structure of fish assemblages along spatial gradients in a deep subtropical reservoir (Itaipu Reservoir, Brazil-Paraguay border). *Environmental Biology of Fishes*, **72**, 283-304.

Postel S.L., Daily G.C. & Erhlich P.R. (1996) Human appropriation of renewable fresh water. *Science*, **271**, 785-788.

Pringle C.M., Freeman M.C. & Freeman B.J. (2000) Regional effects of hydrologic alterations on riverine macrobiota in the New World: tropical - temperate comparisons. *BioScience*, **50**, 807-823.

Robinson C.L.K. & Tonn W.M. (1989) Influence of environmental factors and piscivory in structuring fish assemblages of small Alberta lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **46**, 81-89.

Rodríguez M.A. & Lewis W.M. (1997) Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes in the Orinoco River. *Ecological Monographs*, **67**, 109-128.

Root R.B. (1967) The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monographs*, **37**, 317-350.

Rosenberg D.M., McCully P. & Pringle C.M. (2000) Global-scale environmental effects of hydrological alterations: introduction. *BioScience*, **50**, 746-751.

Suzuki H.I. (1999) Estratégias reprodutivas de peixes relacionadas ao sucesso na colonização em dois reservatórios do rio Iguaçu, PR, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

Suzuki H.I., Bulla C.K., Agostinho A.A. & Gomes L.C. (2005) Estratégias reprodutivas de assembléias de peixes em reservatórios. In: *Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais*

*e temporais* (Eds L. Rodrigues, S.M. Thomas, A.A. Agostinho & L.C. Gomes), pp. 223-242. RiMa, São Carlos.

ter Braak C.F.J. (1986) Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, **67**, 1167–1179.

ter Braak C.J.F. & Šmilauer P. (1999) CANOCO for Windows version 4.02. Centre for Biometry, Wageningen, Netherlands.

Tonn W.M. & Magnuson J.J. (1982) Patterns in the species composition and richness of fish assemblages in northern Wisconsin lakes. *Ecology*, **63**, 1149-1116.

Tractebel Energia & ECISA. (2002) *Plano de uso e ocupação das águas e entorno do reservatório da usina hidroelétrica Salto Osório*, Curitiba.

Vazzoler A.E.A.M. & Menezes N.A. (1992) Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo de characiformes da América do Sul (Teleostei, Osthariophysi). *Revista Brasileira de Biologia*, **52**, 627-640.

Vazzoler A.E.A.M. (1996) *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. EDUEM, Maringá.

Welcomme R L., Winemiller K.O. & Cowx, I.G. (2006) Fish environmental guilds as a tool for assessment of ecological condition of rivers. *River Research and Applications*, **23**, 377-396.

Winemiller K.O. (1989) Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. *Oecologia*, **81**, 225-241.

Wootton R.J. (1990) *Fish and fisheries series 1: ecology of teleost fishes*. Chapman and Hall, New York.