

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
ENGENHARIA DE PESCA**

TIAGO DEBONA

Gradiente longitudinal na estrutura da assembleia de peixes de um reservatório
de acumulação: Capivari

Toledo
2012

TIAGO DEBONA

Gradiente longitudinal na estrutura da assembleia de peixes de um reservatório
de acumulação: Capivari

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Pitágoras Augusto Piana

Toledo
2012

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária
UNIOESTE/Campus de Toledo.

Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel - CRB – 9/924

D287g Debona, Tiago
Gradiente longitudinal na estrutura da assembleia de peixes de um reservatório de acumulação : Capivari / Tiago Debona. - Toledo, PR : [s. n.], 2010.
25 f. : il., fig., tab.
Orientador: Prof^o Dr. Pitágoras Augusto Piana
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Toledo. Centro de Engenharias e Ciências Exatas.

1. Peixes, Assembleia de, - Gradientes espaciais – Reservatórios – Paraná (Estado) 2. Peixes, Assembleia de, - Endemismo – Variabilidade populacional 3. Peixes de água doce – Reservatórios 4. Usina Hidrelétrica Governador Pedro Viriato Parigot de Souza (PR) I. Piana, Pitágoras Augusto, Orient. II. T

CDD 20. ed. 639.313098162
597.1782098162


FOLHA DE APROVAÇÃO

TIAGO DEBONA

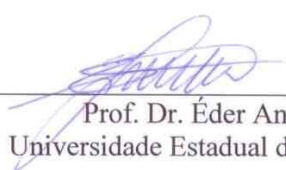
Gradiente longitudinal na estrutura da assembleia de peixes de um reservatório de acumulação: Capivari.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, pela Comissão Examinadora composta pelos membros:

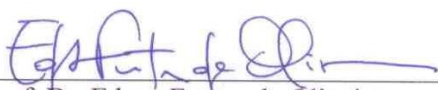
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Pitágoras Augusto Piana
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)



Prof. Dr. Éder André Gubiani
Universidade Estadual do Oeste do Paraná



Prof. Dr. Edson Fontes de Oliveira
Universidade Tecnológica Federal do Paraná/*Campus* de Londrina

Aprovado em: 24 de agosto de 2012.

Local de defesa: auditório do GERPEL - Unioeste/*Campus* Toledo

*Dedico este trabalho a meus pais
Atilio e Dulci, que me apoiaram
em todos os momentos da vida.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha irmã, Jocelene e aos meus sobrinhos, Paola e Michel, pelo apoio e confiança dedicados a mim durante todas as etapas de minha vida;

Ao Dr. Pitágoras Augusto Piana, pela orientação prestada na realização deste trabalho e pela amizade que temos;

A meus grandes amigos, Vinicius (Montanha), Carlos (Rique), Vitor, Ricardo Soni (Baby), Ricardo Krause e as grandes amigas Michele, Magali, Fabiola, Evelini, Daniele, Aline, Vanessa e Tatiane, aos quais sou muito grato por fazerem parte de minha vida;

Aos amigos de GERPEL, Pedro, Anderson, Cleomar, Cleodimar, Adriana, Cristina, Mara e Edimar pela amizade;

Aos professores e orientadores, Gilmar Baumgartner, Dirceu Baumgartner, Nyamien Yahaut Sebastien, Paulo Vanderlei Sanches pelos ensinamentos e pela amizade cultivada ao longo dos anos;

Aos professores Éder André Gubiani e Edson Fontes de Oliveira pelas sugestões e correções para a melhoria deste trabalho

Aos amigos, Marcio, Claudia, Alan, Drica, Eduardo, Anderson, Priscila, Thiago, Thales, Christiane, Moacir, Edilene, Aline pela amizade;

Aos estagiários do GERPEL, pelo auxílio prestado nas análises do material;

Aos amigos de Maringá, Carla Simone Pavanelli, Weferson Júnio da Graça, Alessandro Gasparetto Bifi e Claudio Henrique Zawadzki, tanto pelo auxílio na identificação do material, quanto pela amizade que temos.

Gradiente longitudinal na estrutura da assembleia de peixes de um reservatório de acumulação: Capivari

RESUMO

O presente estudo teve por avaliar a hipótese de que a assembleia de peixes do reservatório da Usina Hidrelétrica Governador Pedro Viriato Parigot de Souza (Capivari) se apresenta estruturada longitudinalmente, formando duas ou três zonas distintas, sendo estas influenciadas por variáveis ambientais. Para isso foram realizadas coletas de peixes e variáveis abióticas trimestralmente entre janeiro de 2004 e outubro de 2008 em três locais (barragem, intermediário e remanso) ao longo do gradiente longitudinal do reservatório. Os maiores gradientes de variação da estrutura da assembleia (puros) foram sumarizados com o escalonamento multidimensional não-métrico (NMS) e comparados longitudinalmente com o procedimento permutacional de multiresposta (MRPP). Adicionalmente analisou-se a ocorrência de espécies com distribuições preferenciais em cada local. Na sequência, os gradientes de variação da estrutura da assembleia associada às variáveis abióticas (restritos) foram extraídos sob a restrição linear imposta pelas mesmas através da análise de correspondência canônica (ACC). A congruência entre os gradientes puros e restritos foi então avaliada com o teste de Mantel. Em todo o período foram capturados 38.085 indivíduos sendo que o local remanso teve maior riqueza. A ordenação da NMS e o teste da MRPP mostraram que os gradientes puros da estrutura da assembleia de peixes foram diferenciados longitudinalmente, identificando diferença do local remanso dos demais, sendo verificada maior preferência de espécies por este local. A ordenação da ACC demonstrou maior influência da transparência da água, seguida de pH e do oxigênio dissolvido, sendo esta congruente com a ordenação da NMS. Assim, pode-se concluir que a estrutura da assembleia de peixes no reservatório de Capivari apresentou um padrão de zonação formando duas zonas distintas em um gradiente longitudinal, onde foi verificado maior preferência das espécies pela zona fluvial (local remanso), sendo influenciado principalmente por esta apresentar menores valores de transparência da água e maiores índices de pH e oxigênio dissolvido.

Palavras-chave: Zonação em reservatórios, gradiente longitudinal, influência abiótica.

Longitudinal gradient in the structure of fish assemblage in a accumulation reservoir: Capivari

ABSTRACT

This study evaluated the hypothesis that the fish assemblage on reservoir of Hydropower Plant Governador Pedro Viriato Parigot de Souza (Capivari) is structured along its longitudinal axis, forming two or three distinct zones, which is influenced by environmental variables. For this, samples of fishes and abiotic variables were carried out quarterly between January 2004 and October 2008, in three sites (dam, intermediate and backwater) along the longitudinal gradient of the reservoir. The major variation gradients of assemblage structure (pure) were summarized with the non-metric multidimensional scaling (NMS) and compared longitudinal with the multi-response permutation procedure (MRPP). Further, it was examined the existence of indicator species at each site. In sequence, the variation gradients of assemblage structure related with abiotic variables (restricted) were extracted under the linear constraints imposed by these variables on canonical correspondence analysis (CCA). The congruence between the pure and restricted gradients was then evaluated with the Mantel test. We captured 30.085 individuals of which the fluvial local had greater richness. Ordination of NMS and MRPP test showed that the gradients of the pure structure of the fish assemblage were differentiated on longitudinal axis of reservoir, and identified differences in fluvial site from others, found greater preference of species for this site. The ordering of the CCA had a greater influence of water transparency, followed by pH and dissolved oxygen, which was consistent with the ordering of the NMS by Mantel test. Thus, we can conclude that the structure of the fish assemblage in Capivari Reservoir presented zonation pattern, with two distinct zones in a longitudinal gradient, which found greater preference of the species by fluvial area, being mainly influenced by lower values water transparency and higher levels of pH and dissolved oxygen in this site.

Keywords: Zonation in reservoirs, longitudinal gradient, abiotic influence

Dissertação elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica *Neotropical Ichthyology*. Disponível em:
<<http://www.scielo.br/revistas/ni/pinstruc.htm>>*

SUMÁRIO

1 Introdução	09
2 Materiais e Métodos	10
2.1 Área de Estudos	10
2.2 Métodos de Coleta	11
2.3 Análise de Dados	12
3 Resultados	14
4 Discussão.....	19
5 Conclusão.....	21
6 Agradecimentos.....	21
7 Referências	21

1. Introdução

A distribuição das espécies em diferenciados habitats pode ser determinada por características específicas do ambiente (Lowe-McConnell, 1999; Herder & Freyhof, 2006), raramente sendo influenciada por apenas um fator (Petry & Schulz, 2001; Jackson, *et al.*, 2001; Angermeier *et al.*, 2002). A adaptação das espécies à micro-habitats é grandemente determinada pelas interações bióticas (Matthews, 1986; Ross *et al.*, 1990), como presença de espécies concorrentes ou predadoras, e pelas variações que venham a ocorrer no ambiente ao longo do tempo (Wootton, 1998; Barili *et al.*, 2011). Desta forma, a estrutura das assembleias de peixes no espaço e tempo é o resultado do complexo relacionamento ecológico entre as espécies, limitado pelas características de cada ecossistema, estabelecendo consistentes mecanismos de distribuição (Jackson *et al.*, 2001, Hixon *et al.*, 2002).

Dentre as características do ecossistema, as variáveis físicas e químicas afetam diretamente a estruturação de uma assembleia ictíca, tanto na distribuição quanto na atividade fisiológica e comportamental das espécies. Magnuson *et al.* (1979) mostram que as diferentes temperaturas observadas em lagos influenciam de forma marcante a distribuição dos peixes, interferindo na seleção de habitats de várias espécies. Segundo Oliveira & Goulart (2000), o oxigênio é um fator extremamente limitante para os peixes, uma vez que baixos índices de concentração restringem a distribuição e ou as atividades dos indivíduos. Oliveira & Goulart (2000) relatam ainda que o equilíbrio interno do pH influencia a fisiológica dos peixes, sendo que oscilações desta variável no ambiente pode afetar habilidades na ocupação dos habitats.

Outro fator considerável em ecossistemas dulcícolas é o fluxo de água, o qual revela-se fator determinante na regulação da entrada de matéria orgânica no ambiente, afetando o comportamento biológico das assembleias de peixes locais e determinando o habitat das mesmas (Santos *et al.*, 2010). O represamento do rio afeta diretamente esse fator e resulta na formação de um novo ecossistema, com características ecológicas próprias, promovendo alterações no regime hidrológico e na dinâmica ecológica do ambiente alterado (Fernando & Holcik, 1991; Henry, 1999; Nilsson *et al.*, 2005). Além disso, pode alterar o comportamento térmico da coluna de água, os padrões de sedimentação e circulação de massas de água (Thornton, 1990; Agostinho *et al.*, 1992), a produtividade primária e as comunidades aquáticas (Luiz, 2006; Agostinho *et al.*, 2007).

Essas peculiaridades fazem dos reservatórios ambientes artificiais intermediários entre rios e lagos naturais, tanto por características morfométricas e hidrológicas, quanto por sua localização (Margalef, 1975). Nesses ambientes, o tempo de retenção da água e os aportes

de sedimento e nutrientes predominantes, provenientes de um rio com conexão principal a montante, podem resultar na formação de gradiente longitudinal das variáveis limnológicas (Kimmel *et al.*, 1990). Segundo Thornton *et al.* (1981) e Thornton (1990), no gradiente longitudinal ocorre a formação de três zonas distintas, influenciadas principalmente de acordo com a sedimentação. Agostinho *et al.* (1999) identificaram, em diferentes estratos do reservatório de Itaipu, a formação de um gradiente longitudinal (zonas fluvial, intermediária e lacustre), transversal (zonas litorânea e pelágica) e vertical (zonas superficial e profunda) em seu eixo principal.

Estudos sobre a formação de gradientes longitudinais e verticais em reservatórios de grande e médio porte vêm sendo realizados por diversos autores (Agostinho *et al.*, 1999; Vaseck *et al.*, 2004; Okada *et al.*, 2005; Oliveira *et al.*, 2005; Prchalova *et al.*, 2008; Prchalova *et al.*, 2009; Baumgartner, 2010; Frana, 2011; Benelle, dados não publicados), uma vez que a compreensão desses gradientes pode vir a facilitar estudos para o entendimento de mecanismos que interfiram na distribuição das assembleias de peixes em reservatórios isolados (Miranda *et al.*, 2008), bem como a presença de espécies indicadoras em cada local (Petry & Schulz, 2006).

Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar as hipóteses de que a assembleia de peixes do reservatório de Capivari (i) se apresenta estruturada em um gradiente longitudinal formado por duas ou três zonas distintas e (ii) que as variáveis ambientais influenciam esta estrutura.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de Estudos

A usina hidrelétrica Governador Pedro Viriato Parigot de Souza (Capivari) (Fig. 01), inaugurada em janeiro de 1971, foi formada pelo barramento do rio Capivari, afluente do rio Ribeira do Iguape, pertence à bacia hidrográfica litorânea, que é formada por rios que nascem no planalto ou na vertente da Serra do Mar (Julio-Jr *et al.*, 2005). O reservatório de Capivari opera no sistema de acumulação, apresenta características oligotróficas (Train *et al.*, 2003), profundidade máxima de 43 m (Resende & Takeda, 2007), área alagada de 12,8 km², tempo de retenção médio das águas de 48 dias e vegetação marginal relativamente densa, com reminiscência de mata Atlântica entremeada por pastagens e gramíneas (Abelha & Goulart, 2004).

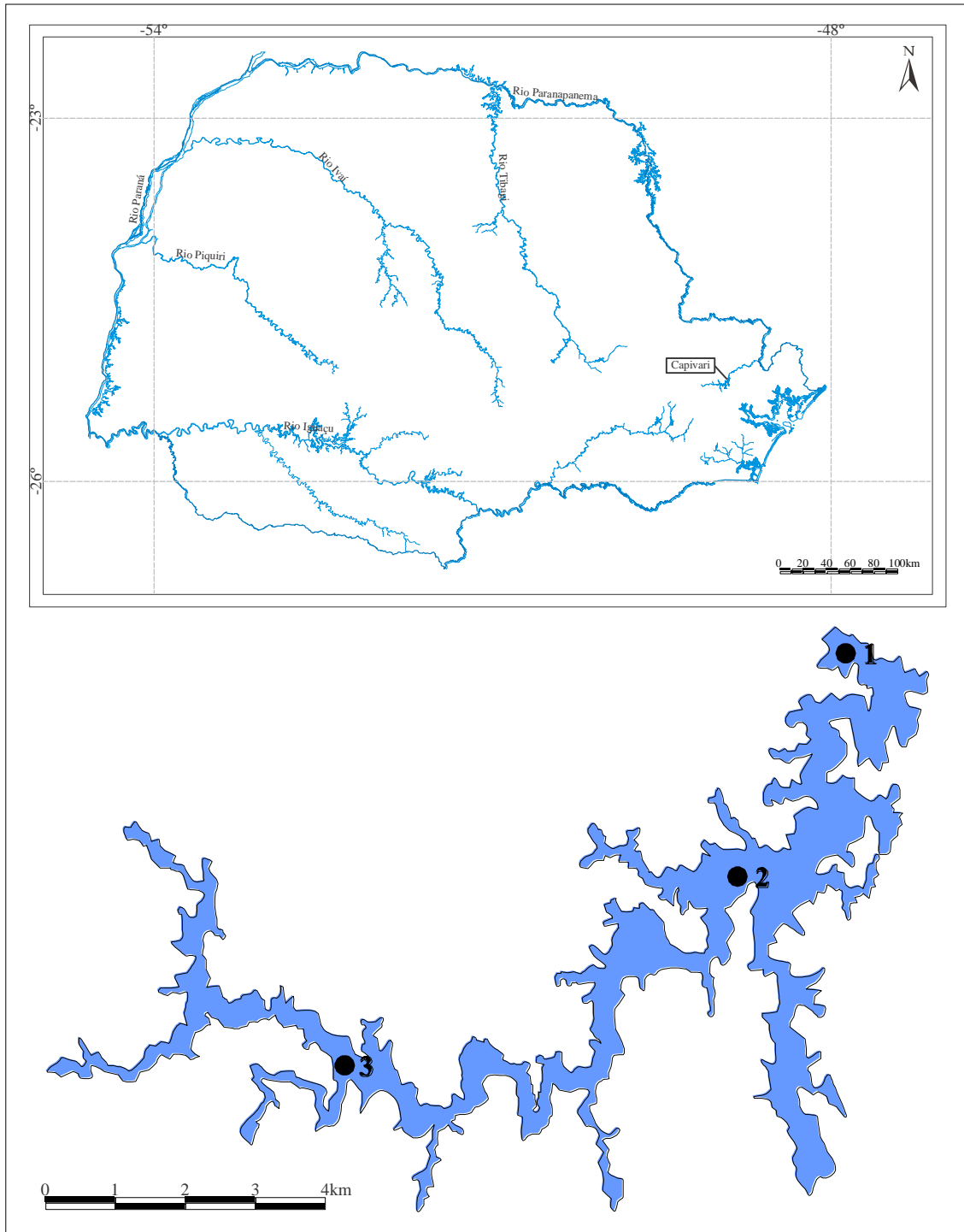


Fig. 01 – Mapa do reservatório de Capivari, com a localização dos três locais de amostragem (1-Barragem; 2-Intermediário; 3-Remanso).

2.2. Métodos de Coleta

As coletas de peixes foram realizadas trimestralmente pela Companhia Paranaense de Energia, entre janeiro de 2004 e outubro de 2008, em três locais de amostragem ao longo do corpo do reservatório de Capivari (1-Barragem; 2-Intermediário; 3-Remanso). Foram

utilizadas redes de espera simples com malhas 2,4, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14 e 16 e redes tresmalhos (feiticeiras) de malhas 6, 7 e 8 entre nós não adjacentes, as quais foram expostas em três estratos (superfície, fundo e margem) por 24 horas, com revistas as 8, 16 e 22h, sendo o mesmo esforço empregado em todos os locais amostrados. Após a captura os peixes foram acondicionados em sacos plásticos, etiquetados, fixados em formol 10%, transportados para o laboratório, identificados segundo Britski & Pavanelli (dados não publicados) e Oyakawa *et al.* (2006), sendo registrados: local de captura, data, comprimento total, comprimento padrão e peso total de cada indivíduo.

As espécies capturadas foram classificadas segundo Nelson (2006) para as ordens Cyprinidae e Centrachidae e famílias de Siluriformes e Reis *et al.* (2003) para demais famílias, exceto Characidae, que seguiu Mirande (2009).

Além das coletas de peixes foram aferidas simultaneamente variáveis físicas e químicas da água: pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), oxigênio dissolvido (mg/l) e temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) mensuradas com aparelhos digitais, além da transparência da água (cm) indexada pela profundidade do disco de Secchi.

2.3. Análise de dados

Para testar a primeira hipótese deste estudo, a estrutura espacial pura da assembleia composta pelas espécies de peixes não raras foi sumarizada com a técnica de escalonamento multidimensional não-métrico (NMS; Kruskal, 1964; Mather, 1976). Espécies com abundância ≤ 10 indivíduos foram consideradas raras e removidas das análises por apresentarem elevada influência nos resultados da ordenação. Para reduzir a influência da captura de cardumes foi utilizada a transformação de raiz quadrada sobre os valores de indivíduos capturados. Para mensurar as similaridades entre as unidades amostrais foi adotada a medida de distância de Sørensen, seguindo o procedimento da NMS descrito em McCune & Grace (2002), nível médio do piloto automático (40 configurações iniciais; 50 rodagens com dados randomizados para o teste de Monte Carlo; critério de estabilidade de desvio padrão do $stress \leq 0,00001$ após 15 iterações consecutivas). A NMS foi escolhida porque seu protocolo de ordenação procura pela menor diferenciação possível entre os ranks das distâncias no espaço multivariado de n-unidades amostrais por m-espécies e o rank das distâncias num espaço reduzido, possibilitando visualizar em poucas dimensões quais unidades amostrais são mais similares em termos de abundâncias relativas das espécies.

Tal estrutura, sumarizada na ordenação da NMS, foi então comparada longitudinalmente entre os três locais de amostragem com o procedimento permutacional de multiresposta (MRPP). Na MRPP foi utilizada a medida de distância Euclidiana conforme recomendado por Zimmerman *et al.* (1985). Adicionalmente, foi utilizada a análise de espécies indicadoras (INVAL) para verificar a existência de espécies com distribuições espaciais preferenciais em cada local. A INVAL combina a abundância relativa das espécies com a frequência relativa de ocorrência das mesmas (Dufrêne & Legendre, 1997), fornecendo um índice, o qual foi avaliado através do teste de Monte Carlo com 4999 permutações.

Visando testar a segunda hipótese, a estrutura da assembleia de peixes foi novamente ordenada sob a restrição linear imposta pelas variáveis físicas e químicas da água através da análise de correspondência canônica (ACC; Ter Braak, 1986, 1994). Na ACC, as unidades amostrais foram ordenadas por um processo de médias recíprocas com as espécies, juntamente a uma regressão múltipla linear com as variáveis ambientais, sendo a correlação entre espécies e ambiente, bem como a estrutura sumarizada da assembleia, avaliada pelo teste de Monte Carlo com 998 randomizações. Desta forma, a ordenação dos locais resultante da combinação linear das variáveis sumarizou a estrutura da assembleia que foi influenciada por tais condicionantes ambientais. Nesse caso, se as variáveis ambientais mensuradas contribuíram para estruturação espacial longitudinal das espécies, deve haver congruência entre as ordenações das unidades amostrais ordenadas na NMS (gradientes puros) e a ordenação das mesmas pela combinação linear na ACC (gradientes restritos). Em outras palavras, os gradientes puros na assembleia devem ser congruentes com aqueles restritos em relação às variáveis ambientais. Tal congruência foi então avaliada com o teste de Mantel (Mantel, 1967) sobre as distâncias Euclidianas de ambas as matrizes, com 4999 permutações. Esse teste fornece uma estatística r que mensura o nível de correlação entre as matrizes e testa sua significância por um processo permutacional entre as linhas e colunas de uma das matrizes. Todas as análises foram avaliadas ao nível de 5% de significância e realizadas com o auxílio do Software Pc-Ord 5.31 (McCune & Mefford, 2006).

3. Resultados

Durante o período de coleta foram capturados 38.085 indivíduos identificados em 18 espécies de origem autóctone e 11 alóctones. Dez espécies tiveram capturas ≤ 10 indivíduos que juntas corresponderam a apenas 0,11% do total das capturas. As espécies foram classificadas em 13 famílias e cinco ordens, dos quais as de maiores representatividades foram Characiformes (13 espécies) e Siluriformes (nove espécies) sendo observada dominância de espécies de pequeno porte. Entre os três locais amostrados os atributos da assembleia de peixes não apresentaram grandes diferenças nos valores, porém os maiores foram verificados no local remanso (Tabela 01).

Tabela 01 – Ocorrência das 29 espécies capturadas nos três locais (BAR - Barragem; INT - Intermediário e REM - remanso) de amostragem no reservatório de Capivari; comprimento padrão (Cp) máximo verificado para cada espécie e atributos da assembleia de peixes (riqueza, equitabilidade e diversidade) nos três locais de amostragem entre janeiro de 2004 e outubro de 2008.

Lista de espécies	Pontos de Coleta			Cp máx (cm)
	BAR	INT	REM	
CYPRINIFORMES				
Cyprinidae				
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758 ♀	1	10	6	73,3
CHARACIFORMES				
Prochilodontidae				
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1836)* ♀	1	1	4	55,0
Characidae				
<i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Britski, 2000	166	233	1061	12,3
<i>Astyanax janeiroensis</i> Eigenmann, 1908		3	74	11,1
<i>Deuterodon iguape</i> Eigenmann, 1907*		2	5	8,6
<i>Deuterodon</i> sp. A	3746	4970	8047	13,5
<i>Deuterodon</i> sp. B	335	614	4438	10,5
<i>Deuterodon</i> sp. D	156	188	180	10,6
<i>Hyphessobrycon boulengeri</i> (Eigenmann, 1907)*			1	5,0
<i>Oligosarcus paranensis</i> Menezes & Géry, 1983	289	264	485	25,0
<i>Salminus brasiliensis</i> (Cuvier, 1816)* ♀	1	3		49,5
<i>Brycon hilarii</i> (Valenciennes, 1850)* ♀	1			17,2
<i>Bryconamericus</i> sp.*	10			7,6
Erythrinidae				
<i>Hoplias</i> aff. <i>malabaricus</i> (Bloch, 1794)	181	119	355	42,5
SILURIFORMES				
Callichthyidae				
<i>Corydoras ehrhardti</i> Steindachner, 1910	9	4	55	6,0
<i>Corydoras paleatus</i> (Jenyns, 1842)	725	490	5511	8,3
Loricariidae				
<i>Rineloricaria</i> sp.	2	21	623	19,0
<i>Hypostomus</i> cf. <i>interruptus</i> (Miranda-Ribeiro, 1918)	16	18	25	25,5

Lista de espécies	Pontos de Coleta			Cp máx (cm)
	BAR	INT	REM	
<i>Hypostomus tapijara</i> Oyakawa, Akama & Zanata, 2005	76	165	239	32,5
Heptapteridae				
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	66	132	190	33,7
Ictaluridae				
<i>Ictalurus punctatus</i> (Rafinesque, 1818)* ♀	1			24,0
Auchenipteridae				
<i>Auchenipterus</i> sp.* ♀		1	1	9,7
Pimelodidae				
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Spix & Agassiz, 1829)* ♀			1	81,3
GYMNOTIFORMES				
Gymnotidae				
<i>Gymnotus sylvius</i> Albert & Fernandes-Matioli, 1999* ♀		5	3	35,7
PERCIFORMES				
Centrarchidae				
<i>Micropterus salmoides</i> (Lacépède, 1802) ♀	18	4	2	39,5
Cichlidae				
<i>Australoheros</i> sp.	1	1	11	9,0
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	536	842	1743	20,0
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) ♀	12	32	60	32,5
<i>Tilapia rendalli</i> (Boulenger, 1897) ♀	77	246	171	33,0
Total de indivíduos capturados	6426	8368	23291	
Riqueza	23	24	25	
Equitabilidade	0,501	0,497	0,568	
Diversidade	1,572	1,580	1,828	

* Espécies consideradas raras e removidas das análises posteriores.

♀ Espécies de origem alóctone.

Na avaliação da estrutura da assembleia entre os três locais de amostragem, a ordenação final da NMS foi atingida em três dimensões com stress de 9,7 unidades ($p = 0,0196$) e critério de estabilidade atingido após 129 iterações (Fig. 02). Pela MRPP pode-se assumir que a estrutura da assembleia foi distinta em pelo menos um dos locais ($A = 0,1736$ e $p < 0,0001$). Através das comparações bivariadas da MRPP foi identificado que apenas o local de Remanso foi distinto da Barragem e do Intermediário ($A = 0,2000$ e $p < 0,0001$; $A = 0,1730$ e $p < 0,0001$; respectivamente), sendo os dois últimos não distintos ($A = 0,0131$ e $p < 0,1346$), caracterizando a existência de apenas duas zonas distintas no reservatório.

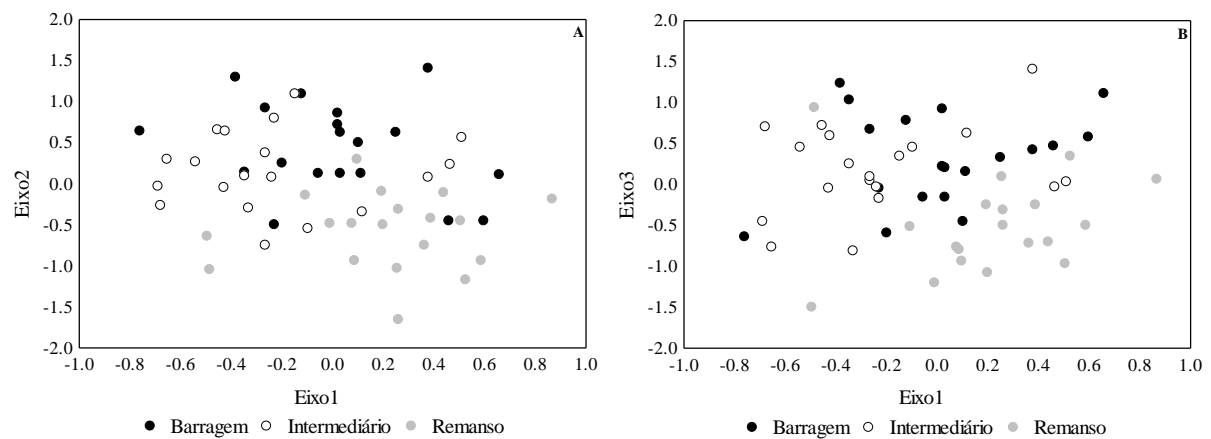


Fig. 02 – Ordenação final das unidades amostrais pela técnica de escalonamento multidimensional não-métrico (NMS) em 3 dimensões (A: Eixo 1 vs Eixo 2; B: Eixo 1 vs Eixo 3), categorizado pelos três locais de amostragem no reservatório de Capivari, entre jan/2004 e out/2008.

A análise de espécies indicadoras (INVAL) identificou uma espécie como indicadora no local Barragem: *M. salmoides*, e 12 no local Remanso: *A. altiparanae*, *A. janeiroensis*, *Australoheros* sp., *C. ehrhardti*, *C. paleatus*, *Deuterodon* sp. B, *G. brasiliensis*, *H. aff. malabaricus*, *H. tapijara*, *O. niloticus*, *R. quelen* e *Rineloricaria* sp.. No local Intermediário não foi verificada a presença de espécies indicadoras, de forma significativa ($p < 0,05$), no entanto observaram-se elevados valores na INVAL para as espécies *C. carpio* e *T. rendalli* (Tabela 2). Algumas espécies tendem a ocupar todos os locais amostrados no reservatório, como é o caso de *Deuterodon* sp. A, *Deuterodon* sp. B e *O. paranensis*, já *H. cf. interruptus*, observa-se que mesmo não sendo indicativa, é uma espécie que apresentou maior ocorrência no local remanso.

Tabela 2 – Abundância e frequência relativas e Índice Indicador de Espécies (INVAL) nos três locais de amostragem do reservatório de Capivari; BAR – Barragem; INT – Intermediário e REM – Remanso, entre janeiro de 2004 e outubro de 2008.

Espécies	abundância relativa			frequência relativa			INVAL			p
	BAR	INT	REM	BAR	INT	REM	BAR	INT	REM	
<i>M. salmoides</i>	75	17	8	37	16	11	28	3	1	0,0262
<i>A. altiparanae</i>	11	16	73	100	89	95	11	14	69	0,0006
<i>A. janeiroensis</i>	0	4	96	0	5	79	0	0	76	0,0002
<i>Australoheros</i> sp.	8	8	85	5	5	32	0	0	27	0,0220
<i>C. ehrhardti</i>	13	6	81	21	16	79	3	1	64	0,0004
<i>C. paleatus</i>	11	7	82	84	89	100	9	7	82	0,0002
<i>Deuterodon</i> sp. B	6	11	82	79	79	84	5	9	69	0,0022
<i>G. brasiliensis</i>	17	27	56	100	100	100	17	27	56	0,0008
<i>H. aff. malabaricus</i>	28	18	54	100	100	100	28	18	54	0,0010
<i>H. tapijara</i>	16	34	50	79	100	100	13	34	50	0,0044
<i>O. niloticus</i>	12	31	58	26	32	63	3	10	36	0,0324
<i>R. quelen</i>	17	34	49	95	100	95	16	34	46	0,0434
<i>Rineloricaria</i> sp.	0	3	96	11	58	100	0	2	96	0,0002
<i>C. carpio</i>	6	59	35	5	37	21	0	22	7	0,0674
<i>Deuterodon</i> sp. A	22	30	48	100	100	100	22	30	48	0,0708
<i>Deuterodon</i> sp. D	30	36	34	26	21	26	8	8	9	0,9736
<i>H. cf. interruptus</i>	27	31	42	32	53	47	9	16	20	0,6835
<i>O. paranensis</i>	28	25	47	100	100	100	28	25	47	0,0972
<i>T. rendalli</i>	16	50	35	68	84	84	11	42	29	0,1876

Na ACC 20,6% da variabilidade esteve associada aos dois primeiros eixos canônicos (12,1% no primeiro e 8,5% no segundo), sendo o primeiro eixo altamente significativo ($p = 0,001$), com correlação de Pearson entre espécies e ambiente igual a 0,79. Novamente ficou evidente a formação de duas zonas na ordenação das unidades amostrais através das combinações lineares impostas pelas variáveis ambientais. O local de Remanso foi distinto dos locais de Intermediário e Barragem, associado a menores valores de transparência e temperatura da água e maiores de pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica (Fig. 03; Tabela 3). Pelo teste de Mantel, pode-se assumir que as ordenações das unidades amostrais resultantes da NMS e ACC foram altamente correlacionadas ($r = 0,3164$; $p = 0,0002$), indicando que as variáveis ambientais, principalmente a transparência da água, contribuíram para formação das duas zonas distintas em termos de estruturas de assembleias de peixes.

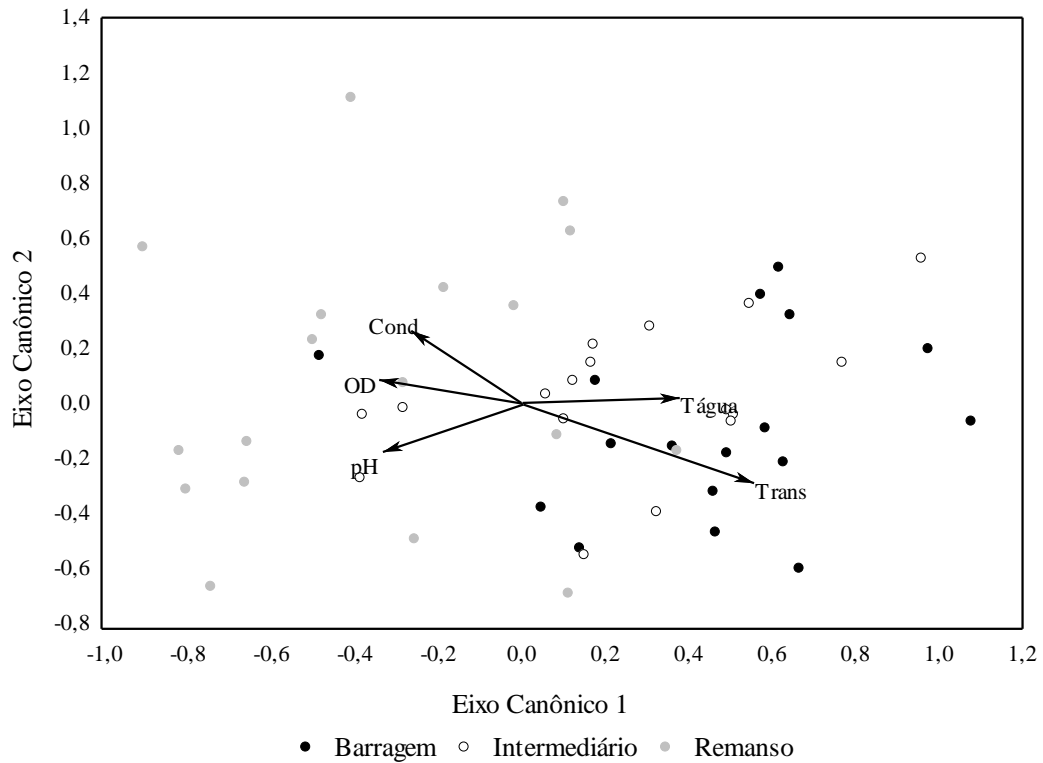


Fig. 03 - Ordenação das unidades amostrais através da combinação linear das variáveis ambientais (representadas pelas setas; Cond = Condutividade elétrica, OD = oxigênio dissolvido, Tágua = temperatura da água e Trans = transparência da água) na análise de correspondência canônica - ACC.

Tabela 3 – Valores máximos (máx), mínimos (mín), média e desvio padrão (DP) das variáveis ambientais aferidas no reservatório de Capivari nos locais BAR – Barragem; INT – Intermediário e REM – Remanso, entre janeiro de 2004 e outubro de 2008, sendo pH, OD “mg/l” (Oxigênio dissolvido), Cond “ μ S/cm” (Condutividade elétrica), Trans “cm” (Transparência da água) e Tágua “ $^{\circ}$ C” (Temperatura da água).

Local	Ano	pH				OD				Cond				Trans				Tágua			
		máx	mín	média	DP	máx	mín	média	DP	máx	mín	média	DP	máx	mín	média	DP	máx	mín	média	DP
BAR	2004	6,94	5,90	6,50	0,52	7,10	6,00	6,55	0,53	62,30	59,37	60,69	1,24	257,5	133,3	207,7	58,1	26,0	16,0	21,1	4,2
	2005	7,11	6,15	6,58	0,40	6,71	5,10	6,08	0,70	63,50	46,80	56,75	7,64	233,3	173,3	210,0	29,1	22,9	16,5	20,2	2,7
	2006	7,42	7,17	7,24	0,12	12,38	6,14	7,95	2,97	74,50	54,10	60,58	9,40	260,0	100,0	196,7	71,9	26,1	17,4	21,6	3,8
	2007	7,36	6,75	7,02	0,25	7,70	3,80	6,55	1,86	83,90	66,40	75,85	8,41	270,0	178,3	207,1	43,1	24,9	16,3	21,9	3,8
	2008	7,27	6,62	7,00	0,34	8,28	5,58	7,18	1,42	71,16	67,83	69,76	1,73	300,0	170,0	234,4	65,0	24,7	19,3	22,0	2,7
INT	2004	6,65	6,32	6,49	0,15	8,40	5,60	6,85	1,26	71,90	63,17	67,62	3,72	200,8	121,6	170,6	35,1	25,0	15,9	21,5	3,9
	2005	7,39	6,07	6,82	0,55	8,20	6,20	7,19	1,00	69,30	52,30	63,45	7,92	210,0	100,0	160,8	47,8	23,6	16,3	20,7	3,1
	2006	7,83	7,08	7,46	0,34	12,43	6,41	8,39	2,79	82,50	54,10	64,25	12,50	235,0	140,0	190,8	43,7	26,4	16,9	22,0	4,0
	2007	7,43	6,84	7,11	0,25	8,20	6,99	7,51	0,55	73,60	60,80	69,03	6,01	183,3	141,6	165,4	18,2	26,7	15,4	22,7	5,0
	2008	7,63	6,71	7,12	0,47	9,03	7,14	7,85	1,03	66,10	64,60	65,51	0,80	225,0	140,0	190,5	44,7	25,4	18,6	22,1	3,4
REM	2004	6,96	6,70	6,85	0,11	8,10	6,70	7,35	0,60	73,10	57,33	65,89	7,07	165,0	66,6	110,7	40,7	24,5	16,3	21,2	3,8
	2005	7,89	6,27	7,25	0,73	8,81	7,20	8,07	0,74	73,10	58,00	65,58	6,94	95,0	35,0	72,1	26,9	22,8	14,5	19,7	3,6
	2006	8,31	7,09	7,55	0,53	9,57	6,61	7,64	1,32	84,60	64,80	71,10	9,19	195,0	63,3	127,4	54,0	26,0	15,5	20,0	5,2
	2007	8,77	6,96	7,73	0,80	8,10	6,99	7,51	0,48	113,00	66,00	84,53	20,15	146,6	60,0	99,2	37,7	25,0	15,0	21,5	4,5
	2008	7,64	7,20	7,42	0,22	9,68	7,14	8,07	1,40	75,83	63,37	69,84	6,24	158,3	85,0	113,9	39,1	24,1	21,2	22,6	1,5

4. Discussão

A identificação de duas zonas no gradiente longitudinal do reservatório de Capivari separando o local Remanso (zona fluvial) dos locais Intermediário e Barragem (zonas lacustre/transição) corrobora com estudos realizados por Frana (2011), que avaliou a distribuição das assembleias de peixes em um gradiente longitudinal e vertical ao longo do reservatório de Foz do Areia no rio Iguaçu, verificando distinção entre a zona fluvial com as zonas lacustre e de transição e com Thomaz *et al.* (1997) que identificaram, avaliando fatores limnológicos, a formação de duas zonas no reservatório de Salto Segredo no rio Iguaçu.

Tanto nos estudos de Frana (2011) e Thomaz *et al.* (1997) quanto no presente estudo, a transparência da água aumentou da zona fluvial para a zona lacustre, fato considerado comum em reservatórios (Pagioro, 1999). Segundo Rodríguez & Lewis Jr. (1997) a propagação vertical de diferentes comprimentos de ondas de luz no ambiente aquático tem um papel importante na produção de calor e determinação da localização da produção primária autotrófica. Estes locais refletem na oportunidade trófica, permitindo desenvolvimento das atividades comportamentais e reprodutivas durante o forragamento e acasalamento (Matthews, 1998).

Com o passar do tempo, é natural que ocorra um acentuado decréscimo de nutrientes no corpo do reservatório (Agostinho *et al.*, 1999). Este decréscimo propicia uma redução na produtividade, acarretando em uma possível migração das espécies de peixes para outras zonas mais produtivas, como para a zona fluvial, que é um ambiente tipicamente lótico, caracterizado por um intenso fluxo, curto tempo de residência de água e altos níveis de disponibilidade de nutrientes (Oliveira & Goulart, 2000). Além disso, é natural que as espécies procurem permanecer em ambientes em que as características sejam mais próximas as naturais de um rio, permaneçam quase inalteradas ou com grande heterogeneidade de habitats, ou seja, afluentes e trechos lóticos a montante (Agostinho *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2010).

Segundo Galat & Zweimüller (2001) e Aarts & Nienhuis (2003), a alteração do regime natural do fluxo de água e a mudança de ambiente lótico para lêntico afeta principalmente as espécies de peixes reofílicas de climas temperados, o mesmo é citado por Agostinho *et al.* (2008) para espécies reofílicas de regiões neotropicais. Em contraste, espécies capazes de suportar uma ampla gama de ambientes, incluindo espécies exóticas, tendem a desenvolver-se melhor em ambientes com fluxo alterado, os quais oferecem condições novas de habitat (Schiemer, 2000; Bunn & Arthington, 2002; Aarts *et al.* 2004;

Lytle & Poff, 2004; Kennard *et al.* 2005; Lasne *et al.* 2007), criando assim distúrbios nos padrões de zoneamento longitudinal da espécie (Vila-Gispert *et al.*, 2002).

A preferência das espécies principalmente pela zona fluvial, verificada neste trabalho, pode assim estar relacionada por esta apresentar maiores valores de pH, uma vez que o equilíbrio deste fator é fundamental para a fisiologia dos peixes, sendo que um pH baixo acarreta efeitos indiretos sobre os peixes podendo provocar a sua morte (Oliveira & Goulart, 2000). Segundo Fromm (1980), águas ácidas podem reduzir o potencial reprodutivo, causar danos sobre as membranas e o muco das brânquias, acarretar perda de sal corpóreo e reduzir o transporte de oxigênio pela hemoglobina. Outra variável que pode ser determinante na distribuição de indivíduos na zona fluvial se deve a esta apresentar maiores valores de oxigênio, sendo este fator limitante na atividade fisiológica dos peixes (Rantin & Johansen, 1984).

Outro fator que pode influenciar a maior distribuição das espécies na zona fluvial do reservatório de Capivari pode estar relacionado a esta zona apresentar maior disponibilidade de habitats e maior quantidade de material alóctone carregado pelo rio a montante. Segundo Santos *et al.* (2010), ao realizarem um estudo no reservatório de Funil no rio Paraíba do Sul, verificaram maior riqueza de espécies na zona fluvial do reservatório durante o período chuvoso, atribuindo este fato ao local apresentar uma diversidade mais ampla de habitats e maior inserção de material alóctone trazido pelas inundações neste período. Este fator pode ser atribuído aos resultados encontrados neste trabalho, uma vez que o reservatório de Capivari está situado em uma região onde as chuvas não apresentam um padrão cíclico.

Em vários casos, as características específicas das espécies determinam a sua preferência por uma zona em particular, como é o caso de *M. salmoides* que teve caráter indicativo pela zona lacustre. Esta preferência pode estar associada a zona lacustre apresentar maior transparência da água, o que é uma característica fundamental para espécies piscívoras, as quais utilizam a orientação visual para captura de presas. Segundo Crowl (1989), a espécie *M. salmoides* tende a reconhecer a presa antes do ataque, como tamanho e movimento em águas mais limpas, já em águas mais turvas o ataque ocorre assim que a presa é avistada.

Em pequenos lagos as condições ambientais em uma escala temporal não sofrem grandes variações, porém em um gradiente espacial estas variações são mais significativas quando comparadas com lagos de maior porte (Jackson *et al.*, 2001). Essa variabilidade pode alterar a distribuição das espécies devido ao stress sofrido pela alteração térmica ou do oxigênio, reduzindo o potencial para interações competitivas de recursos que podem se tornar limitantes no ambiente (Jackson *et al.*, 1992; Jackson *et al.*, 2001).

5. Conclusão

Assim, pode-se determinar que a estrutura da assembleia de peixes no reservatório de Capivari apresentou um padrão de zonação formando duas zonas distintas em um gradiente longitudinal, onde foi verificado maior preferência das espécies pela zona fluvial, sendo influenciado principalmente por esta apresentar menores valores de transparência da água e maiores índices de pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica, revelando assim que, estes parâmetros ambientais são excelentes preditores da estrutura espacial da assembleia de peixes no reservatório de Capivari.

6. Agradecimentos

A Companhia Paranaense de Energia pelo material fornecido e pela realização das coletas; ao Grupo de Pesquisas em Recursos Pesqueiros e Limnologia (GERPEL) pela estrutura e equipe disponibilizada durante as análises e a Fundação Universitária de Toledo pelo financiamento das análises.

7. Referências

- Aarts, B. G. W., F. W. B. Van den Brink & P. H. Nienhuis. 2004. Habitat loss as the main cause of the slow recovery of fish faunas of regulated rivers in Europe: the transversal floodplain gradient. *River Research and Applications*, 20: 3-23.
- Aarts, B. G. W. & P. H. Nienhuis. 2003. Fish zonation and guilds as the basis for the assessment of ecological integrity of large rivers. *Hydrobiologia*, 500: 157-178.
- Abelha, M. C. & E. Goulart. 2004. Oportunismo trófico de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Osteichthyes, Cichlidae) no reservatório de Capivari, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*. Maringá, 26(1): 37-45.
- Agostinho, A. A., F. M. Pelicice & L. C. Gomes. 2008. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian Journal of Biology*, 68(4): 1119-1132.
- Agostinho, A. A., H. F. Julio Jr. & J. R. Borguetti. 1992. Considerações sobre os impactos do represamento na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. *Revista Unimar*, Maringá, 14: 89-107.
- Agostinho, A. A., L. C. Gomes & F.M. Pelicice. 2007. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá, EDUEM, 501p.
- Agostinho, A. A., L. E. Miranda, L. M. Bini, L. C. Gomes, S. M. Thomaz & H. I. Suzuki. 1999. Patterns of colonization in Neotropical reservoirs, and prognoses on again. Pp. 227-265. In: Tundisi, J. G. & M. Straskraba (Eds.). *Theoretical reservoir ecology and its applications*.

- International Institute of Ecology. São Carlos. The Netherlands Backhuys Publishers, Leiden. Brazilian Academy of Sciences, Rio de Janeiro, 585p.
- Angermeier, P. L., K. L. Krueger & A. Dolloff. 2002. Discontinuity in stream-fish distributions: implications for assessing and predicting species occurrence. Pp.519-527 In: Scott, J. M., M. L. Heglund, J. B. Morrison, M. G. Haufler, W. A. Raphael, W. A. Wall & F. B. Samson (Eds.). Predicting Species Occurrences: Issues of Accuracy and Scale. Covelo: Island Press.
- Barili, E., A. A. Agostinho, L. C. Gomes & J. D. Latini. 2011. The coexistence of fish species in streams: relationships between assemblage attributes and trophic and environmental variables. *Environmental Biology of Fishes*. 92: 41-52.
- Baumgartner, D. 2010. Zonação, variabilidade e inter-relação da fauna de peixes de dois reservatórios do rio Iguaçu, Paraná, Brasil. Doutorado, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 76p.
- Baumgartner, G., C. S. Pavanelli, D. Baumgartner, A. G. Bifi, T. Debona & V. A. Frana. 2012. Peixes do baixo rio Iguaçu. Maringá: Eduem, 203p.
- Bunn, S. E. & A. H. Asthington. 2002. Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. *Environmental Management*, 4: 492-507.
- Crowl, T. A. 1989. Effects of crayfish size, orientation, and movement on the reactive distance of largemouth bass foraging in clear and turbid water. *Hydrobiologia*, 183(2): 133-140.
- Dufrêne, M. & P. Legendre. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67: 345-366.
- Fernando, C. H. & J. Holcik. 1991. Fish in reservoirs. *Internationale Revue Der Gesamten Hydrobiologie*, Berlin, 76(2): 149-167.
- Frana, V. A. 2011. Gradientes Espaciais no Reservatório de Foz do Areia – Rio Iguaçu. Dissertação, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 28p.
- Fromm, P. O. 1980. A review of some physiological and toxicological responses on freshwater fish to acid stress. *Environmental Biology of Fishes*, 5(1): 79-93.
- Galat, D. L. & I. Zweimüller. 2001. Conserving large-river fishes: in the highway analogy an appropriate paradigm? *Jornal of the North American Benthological Society*, 20: 266-279.
- Graça, W. J. da & C. S. Pavanelli. 2007. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Maringá: Eduem, 241p.
- Henry, R. 1999. Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: FUNDIBIO: FAPESP. 797p.
- Herder, F. & J. Freyhof. 2006. Resource partitioning in a tropical stream fish assemblage. *Jornal Fish Biology*, 69: 571-598.
- Hixon, M. A., S. W. Palaca & S. A. Sandin. 2002. Population regulation: historical context and contemporary challenges of open versus closed systems. *Ecology* 83, 1490-1508.
- Jackson, D. A., K. M. Somers & H. H. Harvey. 1992. Null models and fish communities: evidence of nonrandom patterns. *American Naturalist*, 139: 930-943.
- Jackson, D. A., P. R. PeresNeto & J. D. Olden. 2001. What controls who is where in freshwater fish communities – the roles of biotic, abiotic, and spatial factors. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58: 157-170.

- Júlio Jr., H. F., S. M. Thomaz, A. A. Agostinho & J. D. Latini. 2005. Distribuição e Caracterização Dos Reservatórios. Pp-01-16. In: Rodrigues, L., S. M. Thomaz, A. A. Agostinho & L. C. Gomes (Eds.). Biocenoses Em Reservatórios: padrões espaciais e temporais. RIMA, São Carlos. 321p.
- Kennard, M. J., A. H. Arthington, B. J. Pusey & B. D. Harch. 2005. Are alien fish a reliable indicator of river health? *Freshwater Biology*, 50: 174-193.
- Kimmel, B. L., O. T. Lind & L. J. Paulson. 1990. Reservoir primary production. pp. 133-194. In: Thornton, K. W., B. L. Kimmel & F. E. Payne (Eds.). *Reservoir limnology: ecological perspectives*. New York, John Wiley & Sons, 246p.
- Kruskal, J. B. 1964. Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method. *Psychometrika*, 29: 115-129.
- Lasne, E., B. Bergerot, S. Lek & P. Laffaille. 2007. Fish zonation and indicator species for the evaluation of the ecological status of rivers: example of the Loire Basin (France). *River Research and Applications*, 23(8): 877-890.
- Lowe-McConnell, R. H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. Tradução Vazzoler A. E. A. de, A. A. Agostinho & P. T. M. Cunningham. São Paulo: EDUSP, 1999. 534p., il. (Coleção Base). Título original em inglês: *Ecological studies in tropical fish communities*.
- Luiz, E. A., L. C. Gomes, A. A. Agostinho & C. K. Bulla. 2003. Influência de processos locais e regionais nas assembléias de peixes em reservatórios do Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*. Maringá, 25(1): 107-114.
- Luiz, E. A. 2006. Influência da construção da hidrelétrica do rio Jordão sobre a ictiofauna: impactos e colonização. Dissertação, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 66p.
- Lytle, D. A. & N. L. Poff. 2004. Adaptation to natural flow regimes. *Trends in Ecology and Evolution*, 19: 94-100.
- Magnuson, J. J., L. B. Crowder & P. A. Medvick. 1979. Temperature as an ecological resource. *American Zoologist*, 19: 331-343.
- Mantel, N. 1967. The detection of disease clustering and generalized regression approach. *Cancer Research*, 27: 209-220.
- Margalef, R. 1975. Typology of reservoirs. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 19: 1841-1848.
- Mather, P. M. 1976. *Computational Methods of Multivariate Analysis in Physical Geography*. London, John Wiley & Sons, 532p.
- Matthews, W. J. 1986. Fish faunal 'breaks' and stream order in the eastern and central United States. *Environmental Biology of Fishes*, 7: 81-92.
- Matthews, W. J. 1998. *Patterns in freshwater fish ecology*. Chapman and Hall, New York, 756p.
- McCune, B. & J. B. Grace. 2002. *Analyses of Ecological Communities*. Glenden Beach, Oregon, MjM Software Design, 300p.
- McCune, B. & M. J. Mefford. 2006. *PC-ORD: multivariate analysis of ecological data*. Version 5.14. Glenden Beach, Oregon: MjM Software.
- Miranda, L. E., M. D. Habrat & S. Miyazono. 2008. Longitudinal Gradients along a Reservoir Cascade. *Transactions of the American Fisheries Society*, 137: 1851-1865.

- Mirande, J. M. 2009. Weighted parsimony phylogeny of the family Characidae (Teleostei: Characiformes). *Cladistics*, Westport, 25: 574-613.
- Nelson, J. S. 2006. *Fishes of the world*. 4th ed. New York: J. Wiley. 601p.
- Nilsson, C., C. A. Reidy, M. Dynesius & C. Revenga. 2005. Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. *Science*, 308: 405-408.
- Okada, E. K., A. A. Agostinho & L. C. Gomes. 2005. Spatial and temporal gradients in artisanal fisheries of a large Neotropical reservoir the Itaipu Reservoir, Brazil. *Canadian Journal Fish Aquatic Science*, 62: 714-724.
- Oliveira, E. F. & E. Goulart. 2000. Distribuição espacial de peixes em ambientes lênticos: interação de fatores. *Acta Scientiarum*, 22(2): 445-453.
- Oliveira, E. F., C. V. Minte-Vera & E. Goulart. 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.
- Oyakawa, O. T., A. Akama, K. C. Mautari & J. C. Nolasco. 2006. Peixes de riachos da Mata Atlântica nas Unidades de Conservação do Vale do Rio Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo. São Paulo: Editora Neotrópica. 201p.
- Pagioro, A. T. 1999. Variações espaço-temporais das características físicas e químicas da água, material em sedimentação e produtividade primária fitoplanctônica no reservatório de Itaipu, Paraná, Brasil. Tese, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 59p.
- Petry, A. C. & U. H. Schulz. 2001. Levantamento da comunidade de peixes do rio dos Sinos, RS. *Acta Biologia Leopoldensia*, 23: 49-58.
- Petry, A. C. & U. H. Schulz. 2006. Longitudinal changes indicator species of fish fauna in the subtropical Sinos River, Brazil. *Journal of Fish Biology*, 69: 272-290.
- Prchalova, M., J. Kubecka, M. Cech, J. Frouzova, V. Drastík, E. Hohausová, T. Juza, M. Kratochvil, J. Matena, J. Peterka, M. Riha, M. Tuser & M. Vasek. 2009. The effect of depth, distance from dam and habitat on spatial distribution of fish in an artificial reservoir. *Ecology of Freshwater Fish*, 18: 247-260.
- Prchalova, M., J. Kubecka, M. Vasek, J. Peterka, J. Sed'a, T. Juza, M. Riha, O. Jarolim, M. Tuser, M. Kratochvil, M. Cech, V. Drastík, J. Frouzova & E. Hohausova. 2008. Distribution patterns of fishes in a Canyon-Shaped reservoir. *Journal of Fish Biology*, 73: 54-78.
- Rantin, F. T. & K. Johansen. 1984. Responses of the teleost *Hoplias malabaricus* to hypoxia. *Environmental Biology of Fishes*, 11(3): 221-228.
- Reis, R. E., S. O. Kullander & C. J. Ferraris. Check list of the freshwater fishes of south and central América. Porto Alegre: EDIPUCRS, 742p.
- Resende, D. L. M. C. & A. M. Takeda. 2007. Larvas de Chironomidae (Diptera) em três Reservatórios do Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zootecias*, 9(2):167-176.
- Rodríguez, M. A. & W. M. Lewis Jr. 1997. Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes of the Orinoco River. *Ecological Monographs*, 67(1): 109-128.
- Ross, S. T., J. G. Knight & S. D. Wilkins. 1990. Longitudinal occurrence of the bayou darter (Percidae: *Etheostoma rubrum*) in Bayou Pierre – a response to stream order of habitat availability? *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, 37: 221-233.

- Santos, A. B. I., B. F. Terra & F. G. Araújo. 2010. Influence of the river flow on the structure of fish assemblage along the longitudinal gradient from river to reservoir. *Zoologia*, 27(5): 732-740.
- Schiemer, F. 2000. Fish as indicators for the assessment of the ecological integrity of large rivers. *Hydrobiologia*, 422-423: 271-278.
- Ter Braak, C. J. F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67: 1167-1179.
- Ter Braak, C. J. F. 1994. Canonical community ordination. Part I: Basic theory and linear methods. *Ecoscience* 1: 127-140.
- Thomaz, S. M., L. M. Bini & S. M. Alberti. 1997. Limnologia do reservatório de Segredo: padrões de variação espacial e temporal. Pp. 19-37. In: Agostinho, A. A. & L. C. Gomes (Eds.). Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá, Eduem. 381p.
- Thornton, K. W. 1990. Perspectives on reservoir limnology. Pp. 1-13. In: Thornton, K. W., B. L. Kimmel & F. E. Payne (Eds.). Reservoir limnology: ecological perspectives. New York, John Wiley & Sons, 246p.
- Thornton, K. W., R. H. Kennedy, J. H. Carroll, W. W. Walker, R. C. Gunkel & S. Ashby. 1981. Reservoir sedimentation and water quality – an heuristic model. Pp 654-661. In: Stefan H. G. (Ed.). Proceedings of the symposium on surface water impoundments. American Society of Civil Engineers, New York, NY.
- Train, S., L. C. Rodrigues, P. A. F. Borges, B. M. Pivato, S. Jati & V. M. Bovo. 2003. Padrões Espaciais e Temporais de Variação da Biomassa Fitoplancônica em Três Reservatórios da Bacia do Rio Paraná. pp.47-54. In: Workshop Produtividade em Reservatórios e Bioindicadores Pronex/CT-Hidro. Anais Universidade Estadual de Maringá/NUPELIA.
- Vasek, M., J. Kubecka, J. Peterka, M. Cech, D. Vladislav, M. Hlatiki, M. Prchalova & J. Frouzová. 2004. Longitudinal and vertical spatial gradients in the distribution of fish within a Canyon-Shaped reservoir. *International Review in Hydrobiology*, 89(4): 352-362.
- Vila-Gispert, A., E. Garcia-Berthou & R. Moreno-Amich. 2002. Fish zonation in Mediterranean stream: effect of human disturbances. *Aquatic Sciences*, 64: 163-170.
- Wootton, R. J. 1998. Ecology of teleost fishes. 2.ed. London: Chapman and Hall. 386p.
- Zimmerman, G. M., H. Goetz & P. W. Mielke Jr. 1985. Use of an improved statistical method for group comparisons to study effects of prairie fire. *Ecology*, 66: 606-611.