

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

DANIELLE PAULA DE OLIVEIRA MANGAROTTI

Efeitos do cultivo de tilápias em tanques redes na estrutura da comunidade de  
Chironomidae

Maringá

2008

DANIELLE PAULA DE OLIVEIRA MANGAROTTI

Efeitos do cultivo de tilápias em tanques redes na estrutura da comunidade de  
Chironomidae

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

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Alice Michiyo Takeda

Maringá

2008

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

M277e Mangarotti, Danielle Paula de Oliveira, 1980-  
Efeitos do cultivo de tilápias em tanques redes na estrutura da comunidade de Chironomidae / Danielle Paula de Oliveira Magarotti. – Maringá, 2008.  
36 f. : il. (algumas color.).  
Dissertação (mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)--  
Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2008.  
Orientador: Profª Drª Alice Michiyo Takeda.  
1. Chironomidae de água doce - Poluição - Matéria orgânica - *Oreochromis niloticus* "tilápia" - Paranapanema, Rio, Bacia. I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em "Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais".

CDD 22. ed. -595.772176279098161  
NBR/CIP - 12899 AACR/2

# FOLHA DE APROVAÇÃO

DANIELLE PAULA DE OLIVEIRA MANGAROTTI

Efeitos do cultivo de tilápias em tanques redes na estrutura da comunidade de Chironomidae

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:

## COMISSÃO JULGADORA

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Alice Michiyo Takeda  
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof. Dr. Fábio de Oliveira Roque  
Universidade Federal da Grande Dourados

Prof. Dr. Horácio Ferreira Júlio Júnior  
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá

Aprovada em: 12 de dezembro de 2008.

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

*Dedico com todo o carinho aos amores da minha vida: Nelcy e Regina (papai e mamãe); Evandro e Fernanda (irmãozinho e irmãzinha) e ao meu príncipe Anderson...*

## AGRADECIMENTOS

Inúmeras foram as pessoas que encontrei ao longo de minha vida e que contribuíram para que hoje eu pudesse estar aqui. Tarefa difícil é enumerar e classificar o quão importante foram cada um...

Meus pais que foram meus primeiros professores e me ensinaram tudo o que é de mais importante para viver: honestidade, compreensão, perseverança, força e amor.

Meus irmãos que me ensinaram a compartilhar e a educar, pois como irmã mais velha, sempre tento ser o melhor exemplo para eles.

Ao meu “digníssimo marido” que me apóia e colabora em todos os momentos de minha vida, contribuindo para que os meus dias sejam repletos de felicidade.

Ao meu vovô Ely que me inspira sempre com seus exemplos de sabedoria e superação, e a vovó Alice que me inspira com sua doçura e dedicação à sua família.

Aos professores que me abriram um novo mundo aos meus olhos e me inspiraram a escolher essa abençoada profissão e que hoje são representados por minha orientadora Alice M. Takeda, que nos últimos 7 anos me ensinou muito sobre o mundo científico. Obrigada Alice pela confiança e carinho que você sempre demonstrou.

As amigas de graduação que me acompanham até hoje: Carol, Cynthia, Fabiana e Márcia, jamais me esquecerei da motivação de vocês.

Aos amigos bentólogos: Gisele Rosin, Daniele Sayuri e Adriana Félix, obrigada pelo apoio, correções, conversas e sugestões. A amizade de vocês foi fundamental para mais essa etapa de minha vida.

A equipe do laboratório de zoobentos: Sue Ellen, Rômulo, Sidnei, Flávio, Ariane e Gisele, e por todos aqueles que já concluíram os estudos neste laboratório e que tive o prazer de conhecer, Ana Lúcia, Cristina, Dayse, Josilaine, Sandra e Renan, agradeço não só pela ajuda nas coletas e no desenvolvimento da dissertação, mas principalmente pelo companheirismo e pelos bons momentos que vivemos no mundo encantado do zoobentos.

Ao professor Fábio Lansac Tôha, meu querido professor desde a graduação ao mestrado, muito obrigada pelas correções e sugestões na finalização deste trabalho.

Ao laboratório de Limnologia básica do Nupelia: especialmente a Maria do Carmo (Dú) e Natália pelo fornecimento das variáveis limnológicas deste trabalho, disponibilização de equipamentos para a realização da granulometria e as sugestões sobre as variáveis abióticas.

A todos os funcionários e professores do Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais e Núcleo de Pesquisas em Limnologia e Aquicultura pelas contribuições, ensinamentos e recursos disponibilizados.

A bibliotecária Maria Salete R. Arita e João Fabio Hildebrandt pela dedicação e afeto, por sempre receberem à todos com um lindo sorriso, principalmente quando mais precisamos.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

E a todos que contribuíram para a realização deste trabalho e acima de tudo a Deus que sempre esteve comigo.

*“Quando você quer alguma coisa, todo o Universo conspira para que você realize seu desejo”. Paulo Coelho*

*“O Senhor é o meu pastor, nada me faltará”. Salmos: 23:1*



## Efeitos do cultivo de tilápias em tanques redes na estrutura da comunidade de Chironomidae

### RESUMO

A produção mundial da aquicultura (marinha, estuarina e continental) cresceu 81,07% nos últimos 10 anos, e embora seja uma prática antiga, estudos avaliando o impacto dessa atividade sobre as comunidades aquáticas ainda são escassos. Em dois tributários do reservatório de Rosana (PR/SP), foram instalados tanques redes para cultivo de *Oreochromis niloticus* com o objetivo de avaliar os efeitos da aquicultura sobre a composição, distribuição, similaridade e dominância das larvas de Chironomidae. As amostras foram coletadas embaixo dos tanques, e a 100 e 400 metros a montante e a jusante dos tanques, utilizando-se um pegador tipo Petersen modificado. O rio do Corvo e o rio Guairacá, antes da instalação do experimento, revelaram-se ambientes abioticamente diferentes, porém durante o experimento ambos os rios foram expostos a uma elevada carga de ração e dejetos dos peixes, o que provocou o aumento nas concentrações de matéria orgânica, e tornou o sedimento dos rios mais semelhantes, contribuindo para o aumento na similaridade da comunidade de ambos os rios. Outro indicativo de mudanças na estrutura da comunidade foi as alterações na distribuição dos grupos funcionais, com o aumento do número de coletores-catadores e coletores-filtradores, provavelmente relacionada a disponibilidade alimentar de matéria orgânica particulada fina. A comunidade do rio do Corvo sofreu as maiores alterações, como foi evidenciado pelo índice de dominância. *Clinotanypus* sp. 1 que era dominante no rio do Corvo desapareceu após a instalação dos tanques, isto pode ser um indicativo de um gênero mais sensível aos distúrbios, enquanto *Coelotanypus* por ser tolerante ao enriquecimento orgânico, conseguiu dominar nos dois ambientes. No rio do Corvo e Guairacá não ocorreram grandes alterações nas variáveis limnológicas após a instalação dos tanques redes, como era previsto, porém, a comunidade biológica sofreu modificações em sua estrutura e distribuição em ambos os rios em todos os pontos de coleta.

**Palavras-chave:** Aquicultura. *Oreochromis niloticus*. Chironomidae. Matéria orgânica.

## Effects of culture of tilapia in breeding-cage on the community of larvae of Chironomidae

### **ABSTRACT**

World production of aquaculture (marine, estuarine and continental) grew 81.07% in the last 10 years, and although it is an old practice, studies evaluating the impact this activity on the aquatic communities are still few. In two rivers: Corvo and Guairacá, both Rosana reservoir tributary, where net cages were installed for cultivation of *Oreochromis niloticus* to evaluate the effects of aquaculture on the composition, distribution, similarity and the dominance of Chironomidae larvae. The samples were collected down with net cages, and 100 and 400 meters upstream and downstream of the net cages, using a modified handle type Petersen. The River Guairacá and the River Corvo, before the installation of the experiment, proved to be different abiotic environments, but during the experiment both rivers were exposed to a high load of ration and fish excreta, which caused the increase in concentrations of matter organic, and the sediment of rivers become more similar, contributing to the increase in the similarity of the community of both rivers. Other indication of changes in the structure of the community has been changes in the distribution of functional groups, with the increasing number of filtering-collectors and gathering-collectors. Probably, the food availability was responsible for the increase in the density of collectors. The community of Corvo River occurred the biggest changes, as evidenced by the index of dominance. *Clinotanypus* sp. 1, which was dominant in the Corvo River disappeared after the installation of net cages, this may be an indication of a genus more sensitive to disturbances, while *Coelotanypus* for being tolerant to organic enrichment, managed to dominate in both environments. In Corvo river and the Guairacá River were not significant changes in the variables limnological after the installation of tanks, networks, as was expected, however, the community has undergone biological changes in its structure and distribution in both rivers at all points of collection.

**Keywords:** Aquaculture. *Oreochromis niloticus*. Chironomidae. Matter organic.

Dissertação elaborada e formatada conforme as  
normas da publicação científica *Aquaculture*.  
Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/00448486>

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	12
2.1	Caracterização da área de estudo.....	12
2.2	Experimento <i>in situ</i> .....	15
2.2.1	Tanques redes.....	16
2.3	Amostragem no campo.....	17
2.4	Análise laboratorial.....	18
2.5	Análise estatística.....	18
2.5.1	Variáveis abióticas.....	18
2.5.2	Variáveis bióticas.....	19
3	RESULTADOS.....	20
3.1	Ordenamento das variáveis abióticas.....	20
3.2	Matéria orgânica do sedimento.....	21
3.3	Estrutura e distribuição de larvas de Chironomidae.....	22
4	DISCUSSÃO.....	30
5	CONCLUSÃO.....	32
	REFERÊNCIAS.....	32

## 1. Introdução:

A piscicultura em tanques-rede é uma das formas mais intensivas de criação, empregando um considerável volume de insumos alimentares para a produção de peixes num espaço reduzido e sob altas densidades, com o conseqüente lançamento de restos de alimentos e metabólitos diretamente no ambiente, sendo por tanto, fonte em potencial de impacto ambiental (Beveridge, 2004).

O potencial do Brasil para o desenvolvimento da aquicultura é imenso, constituído por 8.400 km de costa marítima, 5.500.000 hectares de reservatórios de águas doces e aproximadamente 12% da água doce disponível no planeta. Além disso, o país possui clima favorável para o crescimento dos organismos cultivados, terras disponíveis e ainda relativamente baratas na maior parte do país, mão de obra abundante e crescente demanda por pescado no mercado interno (ANA, 2008).

Merecem destaque, as ações governamentais do Brasil que, em apoio ao setor, decretou à abertura das águas de domínio da União para a exploração da aquicultura mediante o Decreto nº. 2.869 de 09 de dezembro de 1998 (ANA, 2008), tendo sido especialmente fomentada a partir de 2003, como parte do Programa Fome Zero do Governo Federal.

Conforme dados da FAO – Food and Agriculture Organization of United Nations (2006), a produção mundial da aquicultura (marinha, estuarina e continental) cresceu 81,07% nos últimos 10 anos. Uma das modalidades de aquicultura que mais vem se desenvolvendo no Brasil é a criação de peixes de água doce, especialmente as tilápias (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)), em sistemas de tanques redes instalados em grandes reservatórios (Corrêa et al., 2008).

Embora seja uma prática antiga, a aquicultura tem ainda uma fraca base científica (Pillay, 2004) e muito do esforço da pesquisa nesta área é voltado para o desenvolvimento de tecnologias de produção, porém os estudos avaliando o impacto dessa atividade sobre as comunidades aquáticas ainda são poucos (Beardmore et al., 1997).

A aquicultura como qualquer outra atividade produtiva humana afeta o ambiente de diversas formas e em diferentes graus (Orsi & Agostinho, 1999; Naylor et al., 2001), devido ao lançamento no ambiente de restos de alimentos e metabólicos, que podem causar aumentos nos níveis de nutrientes, matéria orgânica depositada no sedimento e turbidez da água, além de diminuição nos valores de oxigênio dissolvido e pH (Beveridge, 2004; Phillips et al., 1985; Wisniewski e Planter, 1987). Exatamente, por esses motivos o estudo e monitoramento das

variáveis físicas e químicas da água em associação com os parâmetros biológicos tornam-se imprescindível para a avaliação ambiental (Alves & Baccarin, 2005).

Os organismos zoobentônicos são utilizados como indicadores de impactos ambientais desde o início do século XX (Rosenberg e Resh, 1993). As larvas de Chironomidae são um dos principais componentes dessa comunidade, destacando-se em densidade e diversidade (Fend e Carter, 1995; Callisto et al., 2002).

As larvas de Chironomidae são sedentárias, cosmopolitas e alguns gêneros estão adaptados a suportar fortes alterações nas variáveis físicas e químicas da água (Pinder, 1995). Essas características as tornam importantes indicadores ambientais, sendo incluídas em quase todos os programas de monitoramento (Johnson et al., 1993; Specziár & Biró, 1998; Fesl, 2002; Ferrington, 2008; Corbi e Trivinho-Strixino, 2008).

Em dois tributários do reservatório de Rosana (rio Paranapanema), foram instalados tanques redes para cultivo de tilápias com o objetivo de avaliar os efeitos da aquicultura sobre a composição, distribuição, similaridade e dominância das larvas de Chironomidae. A hipótese testada foi de que o cultivo de peixes em tanques redes aumenta a concentração de matéria orgânica no sedimento e modifica a composição e a distribuição da comunidade de Chironomidae. Possíveis predições:

- A comunidade de larvas de Chironomidae é diferente entre as estações: rio do Corvo e Guairacá;
- Menor diversidade de larvas de Chironomidae próximos aos tanques rede;
- No decorrer do tempo haverá uma redução na riqueza próxima aos tanques rede, aumentando a dominância de algumas espécies de larvas de Chironomidae tolerantes a ambientes impactados.

## **2. Material e métodos:**

### *2.1. Caracterização da área de estudo:*

O reservatório da Usina Hidrelétrica de Rosana (22°36'S e 52°52'W) situa-se no trecho do baixo rio Paranapanema, a 20 km de sua foz no rio Paraná, entre os municípios de Diamante do Norte (PR) e Porto Primavera (SP). Apresenta área inundada de 27.600 hectares e tempo médio de residência da água de 18,6 dias (CESP, 1998). Possui comprimento total de 116 km, volume de  $1,920 \times 10^6 \text{ km}^3$ , vazão média anual de  $1.203 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  e é considerado como

oligo-mesotrófico. Em suas margens há duas unidades de conservação: a Estação Ecológica do Caiuá à esquerda, e o Parque Estadual do Morro do Diabo à direita (Júlio Jr. et al., 2005).

Esse projeto de pesquisa foi realizado em dois tributários do reservatório de Rosana (PR/SP): rio do Corvo e rio Guairacá (Fig. 1).

O rio do Corvo é constituído de margens com gramíneas e estágios iniciais de reflorestamento, além de uma indústria de fecularia. Essa indústria, possivelmente, contribui com resíduos da mandioca no local. Neste rio o experimento foi instalado a uma distância de 5 km da confluência com o rio Paranapanema.

No rio Guairacá, em suas margens foram registradas gramíneas com predomínio de cultivo de cana de açúcar. O local de instalação dos tanques redes foi próximo ao rio Paranapanema, sendo influenciada fortemente pelas águas deste rio. Neste rio o experimento foi instalado a uma distância de 800 metros da confluência com o rio Paranapanema.

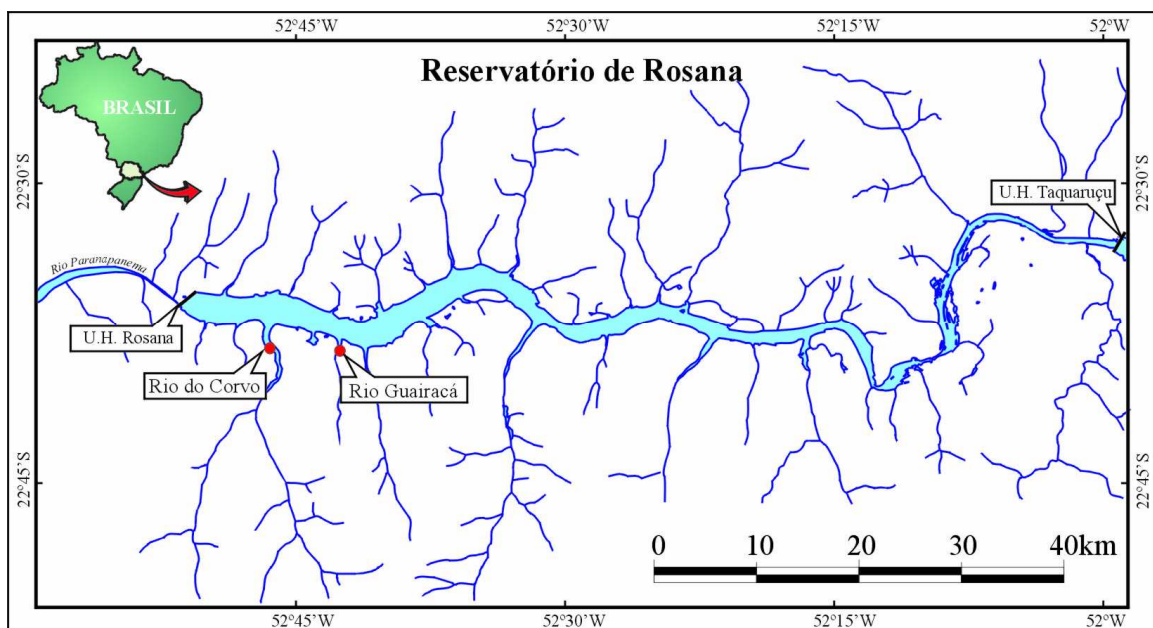


Figura 1. Mapa da área de estudo, ressaltando os tributários do reservatório de Rosana onde foi realizado o experimento: rio do Corvo e rio Guairacá.

O rio do Corvo e rio Guairacá possuem sedimento composto por maiores porcentagens de partículas finas, porém o rio do Corvo possui um substrato mais heterogêneo (Fig. 2).

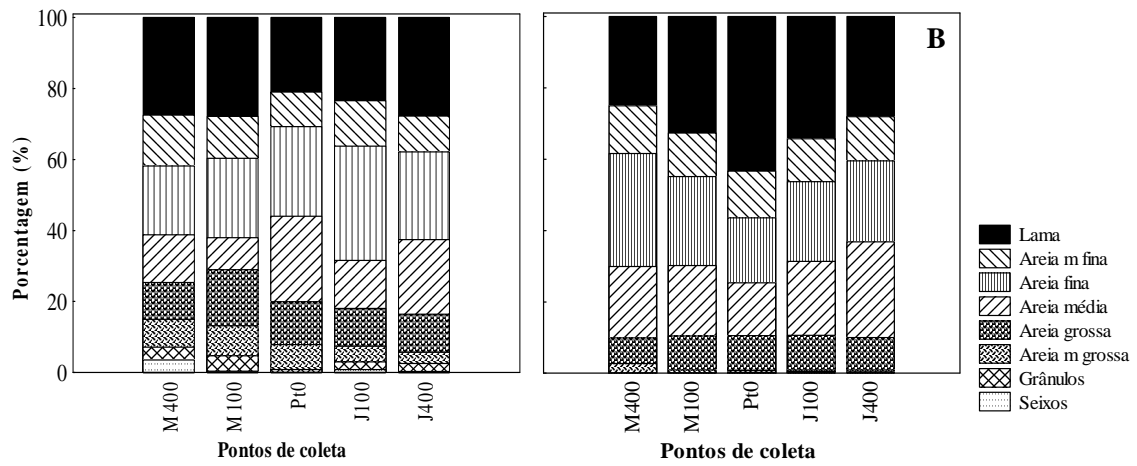


Fig. 2: Variedade de textura Granulométrica observadas nos rios do Corvo (A) e Guairacá (B).



Tabela 1: Valores mínimos e máximos (Min-Max) das variáveis abióticas dos rios do Corvo e Guairacá. **AE**= antes da instalação do experimento; **DE**= depois da instalação do experimento. **OD**= oxigênio dissolvido; **NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**= ânion nitrato; **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>**= hidróxido de amônia (amônio); **PT**= fósforo total, **PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>**= ortofosfato.

Variáveis	rio do Corvo		rio Guairacá	
	AE	DE	AE	DE
	(Min-Max)	(Min-Max)	(Min-Max)	(Min-Max)
Turbidez (NTU)	4,54 - 6,32	1,87 - 6,74	6,32 - 7,82	4,08 - 11,25
pH (mg/L)	6,66 - 6,97	5,89 - 7,33	7,11 - 7,33	6,49 - 7,90
Alcalinidade (mEq L <sup>-1</sup> )	222,5 - 250,1	151,2 - 317,9	416,80 - 430,30	311,00 - 616,50
Condutividade (µS cm <sup>-1</sup> )	32,1 - 36,8	36,3 - 55,1	57,6 - 59,1	48,0 - 67,4
Temperatura da água (°C)	25,5 - 25,9	18,5 - 25,5	24,7 - 26,1	19,5 - 25,2
OD (mg/L)	3,46 - 4,92	3,25 - 5,99	3,72 - 6,90	3,00 - 7,52
Nitrogênio Total (µg L <sup>-1</sup> )	441,38 - 509,47	253,27 - 716,43	478,9 - 541,1	450,7 - 751,8
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (µg L <sup>-1</sup> )	173,23 - 187,06	201,45 - 276,80	346,5 - 359,0	209,1 - 342,2
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (µg L <sup>-1</sup> )	30,83 - 51,76	4,81 - 42,91	3,1 - 10,4	1,3 - 26,3
PT (µg L <sup>-1</sup> )	12,45 - 15,12	9,83 - 29,95	11,2 - 15,1	9,2 - 22,8
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> (µg L <sup>-1</sup> )	6,18 - 12,14	2,34 - 25,95	8,1 - 10,0	0,7 - 10,3

## 2.2. Experimento in situ

O presente estudo faz parte de um projeto integrado: “Avaliação da viabilidade econômica e ambiental de tanques redes” - Rentabilidade e impactos ambientais com o cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), financiado pelo CNPq (PRONEX/CNPq).

Para realização do experimento, foram instalados quinze tanques redes em cada um dos dois tributários do reservatório de Rosana: rio do Corvo e rio Guairacá. Os tanques foram instalados transversalmente, em três conjuntos de cinco tanques (Fig. 3), com densidades de 600, 900 e 1.200 peixes (*Oreochromis niloticus*), respectivamente por conjunto de tanques (Fig. 4).



Figura 3: Conjunto de tanques redes no rio Guairacá

### 2.2.1. Tanques redes

Os tanques que foram utilizados no experimento possuíam as seguintes especificações:

- Área 2,0 x 2,0 x 1,7 m; .

Os peixes (*Oreochromis niloticus*) foram alimentados duas vezes ao dia, inicialmente em 10% da biomassa total do tanque e regulada por meio de observações do consumo de toda a ração na primeira hora após seu fornecimento. Foram utilizados dois tipos de ração comercial extrusada, uma com 28% de proteína bruta na fase de recria e outra com 23% de proteína bruta na engorda. O arraçoamento também variou ao longo do tempo, considerando-se o incremento de peso dos peixes, em cada conjunto de tanques.

Para cada rio foram estabelecidos cinco pontos de coleta (Fig. 4):

- Embaixo de cada conjunto de tanques redes (**Ponto 0**);
- 100 e 400 metros a montante do local de instalação dos tanques (**M400, M100**);
- 100 e 400 metros a jusante do local de instalação dos tanques (**J100 e J400**).

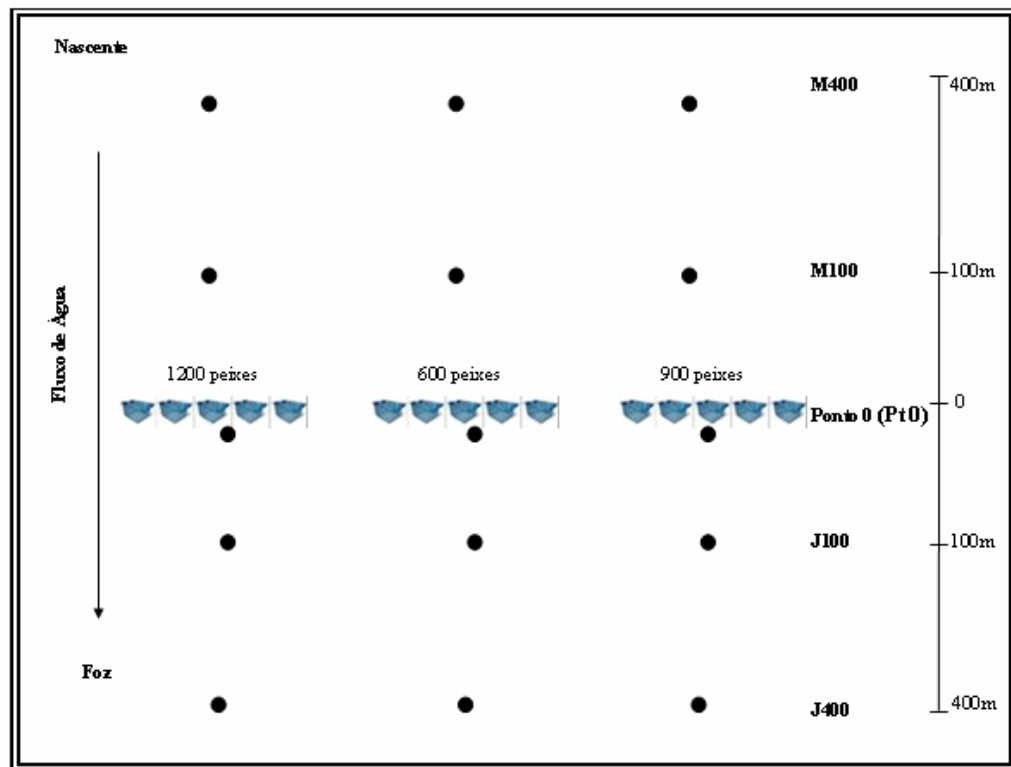


Figura 4: Esquema da distribuição dos pontos de amostragem (pontos de coleta) em cada tributário do reservatório de Rosana. **M400**= ponto de coleta a 400 metros a montante dos tanques; **M100**= ponto de coleta a 100 metros a montante dos tanques; **Pt0**= ponto de coleta embaixo dos tanques; **J100**= ponto de coleta a 100 metros a jusante dos tanques; **J400**= ponto de coleta a 400 metros a jusante dos tanques. •Pontos de coleta de material biótico e abiótico.

### 2.3. Amostragem no campo

As amostras foram coletadas aproximadamente de quinze em quinze dias, de abril a agosto de 2006. A primeira coleta foi realizada uma semana antes da instalação dos tanques redes (T0) (Tab. 2).

Os períodos de coleta foram denominados: T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 e T8.

Em cada ponto foram realizadas quatro amostragens com o pegador de fundo tipo Petersen modificado ( $0,0189 \text{ m}^2$ ), três para análise biológica e uma para análise sedimentológica e estimativa de teor de matéria orgânica. O material biológico coletado foi acondicionado em galões e lavado com o auxílio de um sistema de peneiras com malhas 2,0, 1,0 e 0,2 mm. Os organismos encontrados nas malhas de 2,0 e 1,0 mm foram fixados em álcool 70%. O material retido na malha de 0,2 mm foi acondicionado em potes de polietileno com álcool e posteriormente triado sob microscópio estereoscópico.

## 2.4. Análise laboratorial

As larvas de Chironomidae foram dissecadas e montadas em lâminas com meio de Hoyer e secas em estufa a 30°C por aproximadamente 48 horas, sendo identificadas até a menor categoria taxonômica possível, utilizando-se as chaves de identificação de Epler (1992), Trivinho-Strixino e Strixino (1995) e Coffman e Ferrington (1996).

As amostras de sedimento foram secas em estufa a 80°C e a textura granulométrica foi determinada de acordo com a escala de Wentworth (1922). A concentração de matéria orgânica do sedimento foi obtida pela calcinação da amostra durante aproximadamente quatro horas em mufla a 560°C.

Em cada ponto de amostragem, foram obtidos, pela equipe do laboratório de Limnologia Básica do Nupelia, as seguintes variáveis: profundidade do ponto de amostragem (m), temperatura da água (°C), oxigênio dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ ) (YSI Model 55-12FT), condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) (condutímetro Digimed), pH (medidor de pH Digimed), turbidez (NTU) (turbidímetro digital portátil) e alcalinidade total ( $\text{mEq L}^{-1}$ ) (Carmouze, 1994). Amostras de água foram coletadas com garrafa de Van Dorn (5 litros) e mantidas sob refrigeração para posterior análise em laboratório. Em laboratório foram determinadas as concentrações de N-nitrato:  $\text{NO}_3^-$  ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) (Giné et al., 1980), N-amoniaco:  $\text{NH}_4^+$  ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) (Koroleff, 1976) e P-fosfato ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) (Mackereth et al., 1978) a partir das amostras refrigeradas. Essas amostras foram coletadas mensalmente e denominadas: coleta 1 (antes da instalação do experimento), coleta 2 (abril), coleta 3 (maio), coleta 4 (junho), coleta 5 (julho), coleta 6 (agosto).

## 2.5. Análise estatística

### 2.5.1. Variáveis abióticas

A análise dos componentes principais (ACP) foi utilizada com o objetivo de reduzir a dimensionalidade das variáveis físicas e químicas da água e ordenar os pontos de coleta (M400, M100, Pt0, J100, J400) e os períodos de coleta (1, 2, 3, 4, 5 e 6) em função das variáveis: matéria orgânica, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, temperatura da água, matéria inorgânica, alcalinidade, clorofila, nitrogênio total, ânion nitrato, hidróxido de amônio, ortofosfato e fósforo total. Para linearizar as relações e melhorar os resultados da ACP os dados foram log transformados ( $\log x+1$ ), com exceção do pH. Na análise de

componentes principais os dois primeiros eixos foram retidos para interpretação, segundo o critério de Broken-Stick.

Análises de variância bifatorial (Factorial ANOVA) foram utilizados para avaliar diferenças significativas ( $\alpha = 0,05$ ) entre os pontos de coleta e os períodos de coleta dos dois rios. As análises foram realizadas utilizando-se o programa PC-ORD (versão 4.01) e Statistica (versão 7.0).

### 2.5.2. Variáveis bióticas

A densidade de cada amostra foi calculada dividindo-se o número de indivíduos coletados em cada amostra pela área de amostragem do pegador ( $0,0189 \text{ m}^2$ ).

O coeficiente de correlação de Spearman ( $r$ ) foi calculado a partir dos dados de densidade das morfoespécies de Chironomidae e os dados de matéria orgânica e as associações foram inferidas para os valores com  $\alpha < 0,05$ .

A matriz de abundância dos táxons, controlando os pontos de coleta /períodos de coleta, foi sumarizada pela análise de correspondência com remoção do efeito do arco (DCA). Para a realização da ordenação, os dados biológicos foram transformados (raiz quadrada) para reduzir a variabilidade de táxons muito abundantes. Para a seleção dos táxons mais correlacionados com os eixos da DCA, utilizou-se a opção correlação de Pearson com a matriz principal do programa PC-ORD.

Para verificar a existência de possíveis diferenças nos escores da DCA, foi aplicada uma análise de variância bifatorial (Factorial-ANOVA) com os pontos de coleta e períodos de coleta de ambos os rios para evidenciar quais os pontos e/ou períodos diferiram.

A medida de similaridade de Jaccard foi calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$C_j = j/(a+b - j)$$

onde,

$j$ = número de espécies comuns entre as amostras a e b

$a$ = número de espécies da amostra a

$b$ = número de espécies da amostra b.

Para identificar os gêneros dominantes de cada ambiente e período estudado calculou-se o índice de dominância de Kownacki (1971).

Todos os taxóns foram classificados em Grupos funcionais (macroinvertebrate functional feeding group: FFG) baseado nas informações disponíveis em Cummins et al. (2005), Zilli et al., (2008) e Silva et al., (2008).

### 3. Resultados:

#### 3.1. Ordenamento das variáveis abióticas

Na análise de componentes principais (ACP), os eixos 1 e 2 explicaram 31,1% e 18,7% dos dados, respectivamente, totalizando 49,8% da variação total. No eixo 1 observou-se a separação dos ambientes pelas maiores porcentagens de hidróxido de amônia ( $\text{NH}_4^+$ ) e carbono total no rio do Corvo (grupo I) e condutividade elétrica, pH, alcalinidade e ânion nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) no rio Guairacá (grupo II) (Fig. 5). Por outro lado, o eixo 2 demonstrou que as variações temporais de matéria orgânica, clorofila, nitrogênio e oxigênio foram semelhantes em ambos os rios devido ao aumento destas variáveis ao longo do tempo.

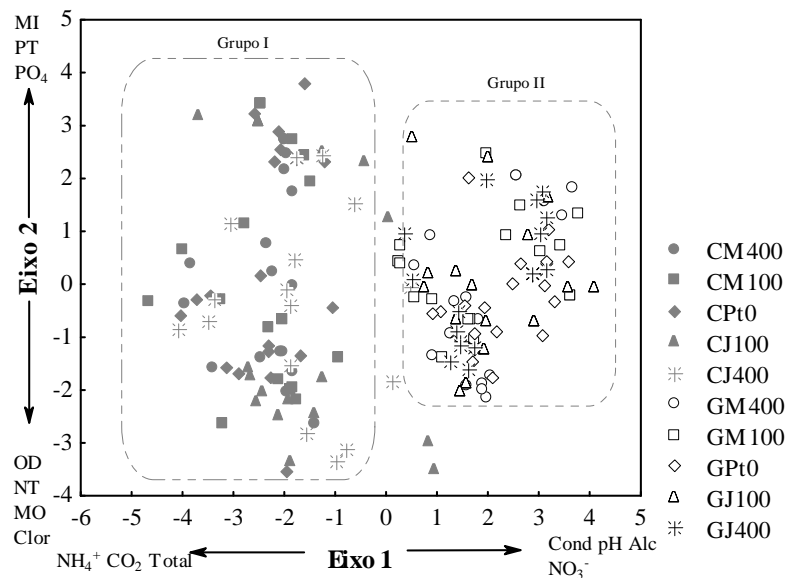


Fig. 5: Análise de componentes principais (ACP) dos rios do Corvo e Guairacá. **Cond**= condutividade elétrica; **Alc**= alcalinidade; **NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**= ânion nitrato; **OD**= oxigênio dissolvido; **MO**= matéria orgânica, **Clor**= clorofila, **NT**= nitrogênio total, **MI**= matéria inorgânica, **PT**= fósforo total, **PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>**= ortofosfato, **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>**= hidróxido de amônia (amônio).

Através da análise de variância (Factorial-ANOVA: Pontos de coleta\*Coletas  $F_{45, 120} = 3,43$ ;  $p=0,00000$ ) observou-se diferenças significativas entre os rios do Corvo e Guairacá e também entre os pontos de coleta (J400, J100, Pt0, M100, M400) (Fig. 6A).

Dentre os pontos de coleta no rio do Corvo, as amostras coletadas a jusante dos tanques redes (J100 e J400) foram as que mais variaram ao longo dos meses, devido ao aumento dos valores de matéria orgânica.

Para o eixo 2 da PCA foram observadas diferenças significativas nas coletas de abril a maio (Factorial-ANOVA: Pontos de coleta\*Coletas:  $F_{45,120} = 4,05$ ;  $p=0,00000$ ) (Fig. 6B) com maiores semelhanças a partir de junho.

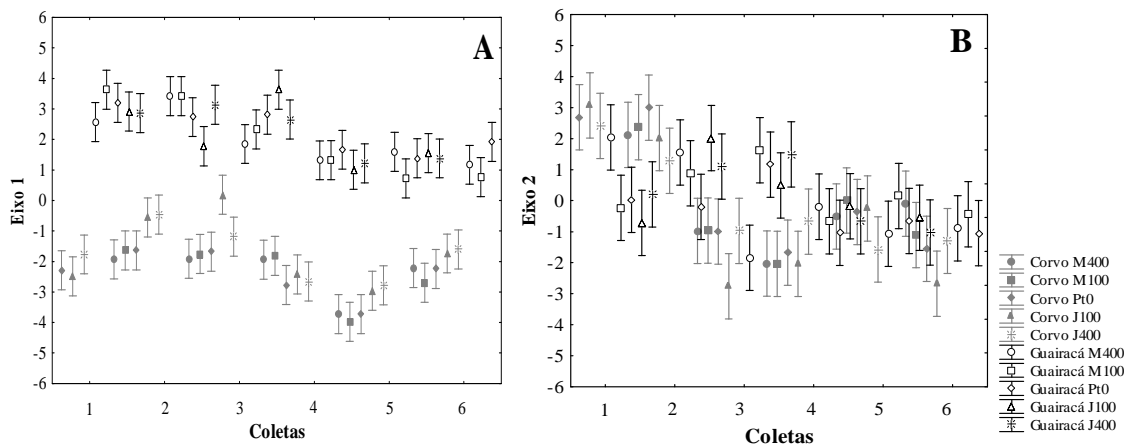


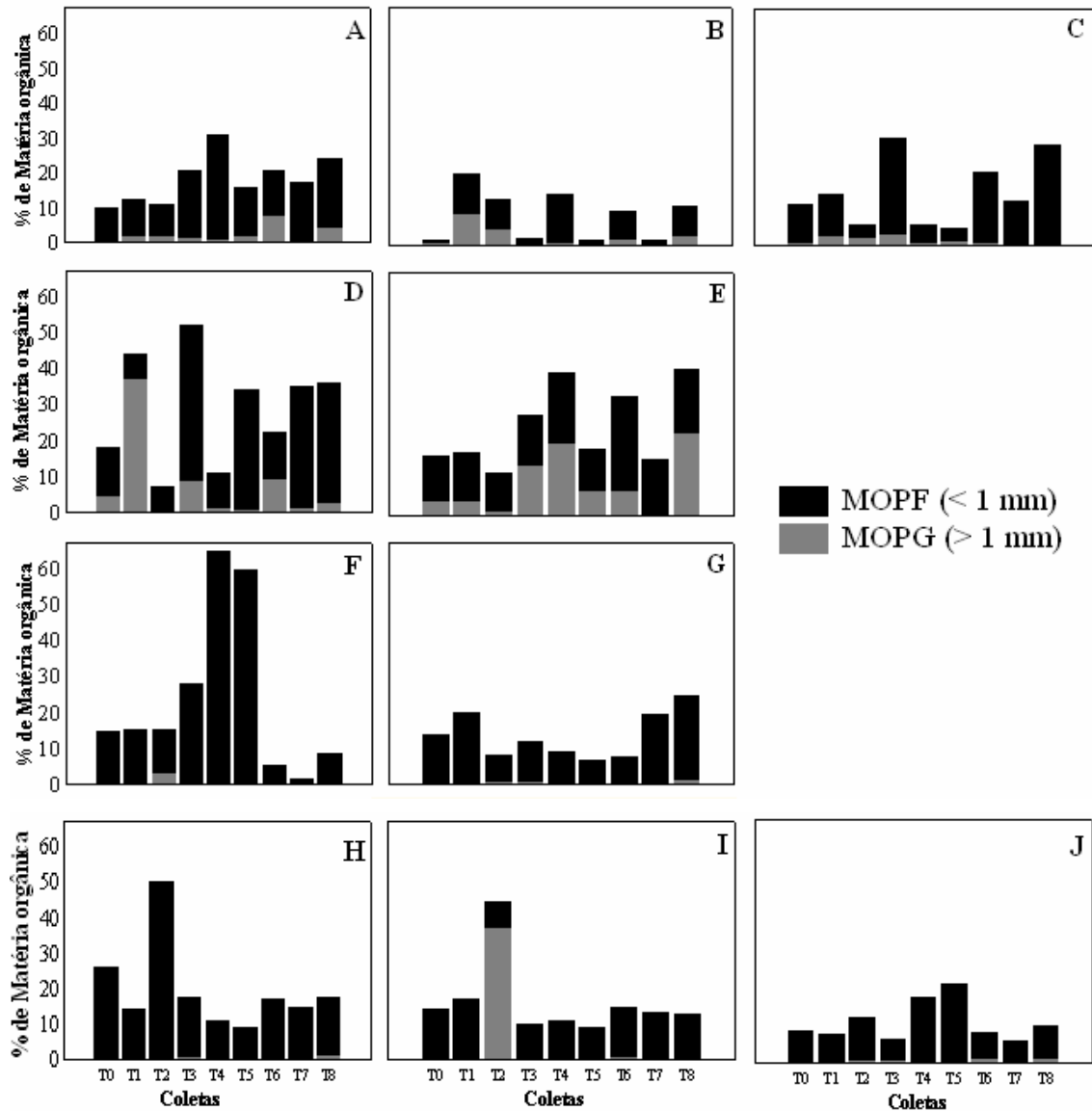
Fig. 6: Média  $\pm$  erro padrão dos escores do eixo 1 (A) e eixo 2 (B) da ACP para os rios Corvo e Guairacá. Coletas: 1= antes da instalação dos tanques redes; 2= abril; 3= maio; 4= junho; 5= julho e 6= agosto.

### 3.2. Matéria orgânica do sedimento

As concentrações de matéria orgânica aumentaram em ambos os rios após a instalação dos tanques redes, com as maiores porcentagens de matéria orgânica das partículas menores que 1 mm (Fig. 7).

No rio do Corvo foram registradas as maiores concentrações de matéria orgânica ao longo do experimento (Fig. 7 A, B, C, D, E), principalmente nos pontos a jusante, onde foram registradas as maiores porcentagens e variedades nos tamanhos das partículas (Fig. 7 D, E).

No rio Guairacá as variações nas concentrações de matéria orgânica foram menores (Fig. 7 F, G, H, I, J), quando comparadas com as do rio do Corvo, com exceção do ponto M400, no T4 e T5 (junho), onde ocorreram picos nas porcentagens de matéria orgânica (Fig. 7 F).



**Fig. 7:** Porcentagens de matéria orgânica no sedimento dos rios do Corvo e Guairacá. **A=** rio do Corvo M400; **B=** rio do Corvo M100; **C=** rio do Corvo Pt0; **D=** rio do Corvo J100; **E=** rio do Corvo J400; **F=** rio Guairacá M400; **G =** rio Guairacá M100; **H=** rio Guairacá Pt0; **I=** rio Guairacá J100; **J=** rio Guairacá.

### 3.3. Estrutura e distribuição de larvas de Chironomidae

A comunidade de Chironomidae coletada no Ponto 0 não diferiu entre os tratamentos (quantidades de estocagem de tilápias) (ANOVA:  $F_{(2, 14)} = 13566$ ;  $p=0,28949$ ), tanto para o rio do Corvo quanto para o rio Guairacá, por isso para as análises foram consideradas apenas os pontos de coleta em relação à instalação dos tanques redes (M400, M100, Pt0, J100 e J400) e não em relação as diferentes estocagens de tilápia.



Foram coletadas 1.695 larvas de Chironomidae, identificadas em 55 morfoespécies, pertencentes às subfamílias Chironominae, Tanypodinae e Orthoclaadiinae. O número de morfoespécies foi diferente entre os dois rios, com destaque para o rio do Corvo, com 44 das 55 morfoespécies registradas (Tabela 3).

Tabela 3: Lista de morfoespécies de Chironomidae coletadas nos rios do Corvo e Guairacá. **AE**=antes da instalação do experimento; **DE**=depois da instalação do experimento.

Morfoespécies	rio do Corvo		rio Guairacá	
	AE	DE	AE	DE
<i>Ablabesmyia (Karelia) sp. 1</i>	+	+	-	+
<i>Clinotanypus sp. 1</i>	+	-	-	-
<i>Coelotanypus sp. 1</i>	-	+	+	+
<i>Coelotanypus sp. 2</i>	-	+	-	+
<i>Djalmabatista sp.1</i>	-	+	-	+
<i>Djalmabatista sp. 2</i>	-	+	-	+
<i>Labrundinia sp. 1</i>	-	+	+	+
<i>Labrundinea sp. 3</i>	-	+	-	-
<i>Procladius sp. 2</i>	-	+	+	+
<i>Tanypus sp. 1</i>	-	+	-	-
<i>Aedokritus sp. 1</i>	+	+	-	+
<i>Apedilum sp. 1</i>	-	+	-	-
<i>Axarus sp. 1</i>	-	+	-	-
<i>Caladomyia ortoni</i>	-	+	-	+
<i>Caladomyia sp. 1</i>	-	+	-	+
<i>Caladomyia sp. 2</i>	-	+	-	+
<i>Chironomus fittkaui (Correia &amp; Trivinho-Strixino, 2007 )</i>	+	-	-	+
<i>Chironomus sp. 1</i>	+	+	-	+
<i>Chironomus sp. 4</i>	-	+	-	+
<i>Chironomus spp.</i>	-	+	-	+
<i>Cladopelma sp. 1</i>	-	+	-	-
<i>Complexo Harnischia sp. 1</i>	-	+	-	-
<i>Cryptochironomus sp. 1</i>	-	+	-	-
<i>Cryptochironomus sp. 2</i>	-	+	-	+
<i>Cryptochironomus sp. 4</i>	-	+	-	-
<i>Demicryptochironomus sp. 3</i>	-	-	-	+
<i>Dicrotendipes sp. 1</i>	-	+	-	+
<i>Dicrotendipes sp. 2</i>	-	-	-	+
<i>Dicrotendipes sp. 3</i>	-	+	-	+
<i>Dicrotendipes sp. 4</i>	-	-	-	+
<i>Endotribelos sp. 1</i>	-	-	-	+

Morfoespécies	rio do Corvo		rio Guairacá	
	AE	DE	AE	DE
<i>Fissimentum dessicatum</i> (Cranston & Nolte, 1996)	+	+	-	+
<i>Fissimentum</i> sp. 2	-	-	-	+
<i>Fissimentum</i> sp. 3	-	+	-	-
<i>Goeldichironomus gupo. pictus</i> sp. 1	-	-	-	+
<i>Goeldichironomus xiborena</i> (Reiss, 1974)	-	-	-	+
<i>Harnischia</i> sp. 2	-	+	-	-
<i>Harnischia</i> sp. 3	-	+	-	+
<i>Manoa</i> sp. 1	-	+	-	+
<i>Microtendipes grupo pedellus</i>	-	-	-	+
<i>Parachironomus</i> sp. 1	-	+	-	-
<i>Parachironomus</i> sp. 2	-	+	-	+
<i>Paralauterborniella</i> sp. 1	-	-	-	+
<i>Polypedilum</i> (Asheum)	-	-	-	+
<i>Polypedilum</i> ( <i>Tripodura</i> ) sp. 1	+	+	-	+
<i>Polypedilum</i> sp. 2	-	+	-	+
<i>Pseudochironomus</i> sp. 2	-	+	-	-
<i>Rheotanytarsus</i> sp. 1	-	+	-	-
<i>Saetheria</i> sp. 1	-	+	-	-
<i>Saetheria</i> sp. 2	-	+	-	+
<i>Tanytarsus</i> sp. 1	+	+	-	-
<i>Tanytarsus</i> sp. 2	-	+	-	+
<i>Tanytarsus</i> sp. 3	-	+	-	-
<i>Zavreliella</i> sp. 2	-	+	-	+
<i>Cricotopus</i> sp. 3	-	+	-	+
<b>TOTAL= 55</b>	<b>8</b>	<b>44</b>	<b>3</b>	<b>38</b>

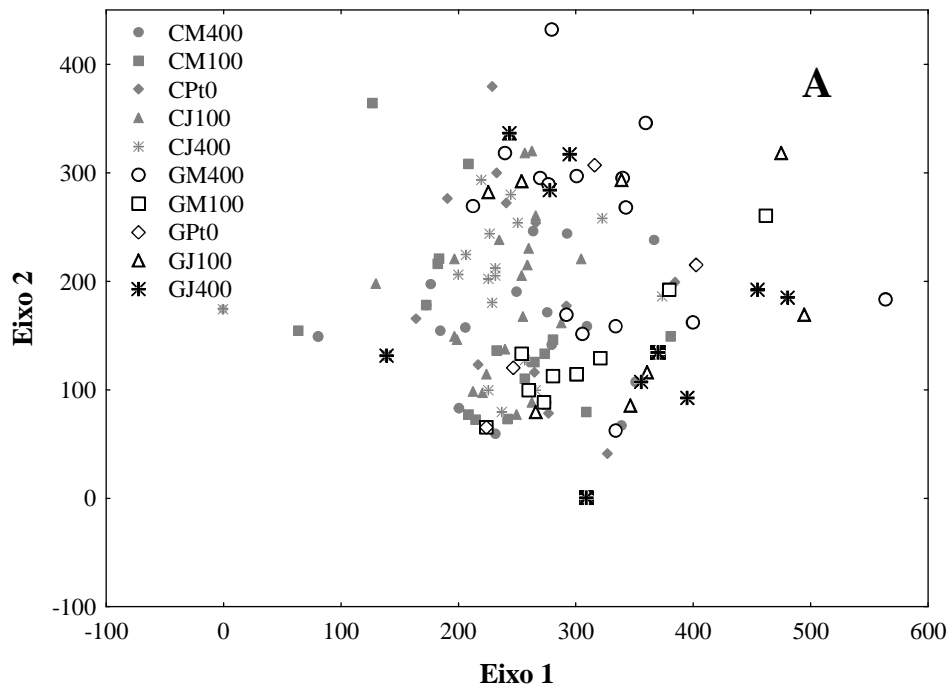
A Subfamília Chironominae foi a mais abundante, com 77% das morfoespécies registradas e 78% do número total de indivíduos, dos quais *Fissimentum desiccatum* (21%), *Aedokritus* sp.1 (16%), *Tanytarsus* sp.1 (7%) e *Polypedilum* (*Tripodura*) sp.1 (5%) foram os táxons mais abundantes.

Os táxons mais abundantes correlacionaram-se (Spearman) com o teor de matéria orgânica do sedimento, como *Coelotanypus* sp.1 ( $r=0,20$ ), *Fissimentum desiccatum* ( $r= 0,17$ ), *Polypedilum* (*Tripodura*) sp.1 ( $r= 0,17$ ), *Saetheria* spp. ( $r= 0,21$ ), *Cladopelma* sp. 1 ( $r= 0,23$ ), *Tanytarsus* sp.1 ( $r= 0,17$ ), *Aedokrytus* sp.1 ( $r= -0,16$ ) e *Polypedilum* sp.2 ( $r= -0,15$ ).

A distribuição dos escores para os dois primeiros eixos da DCA, com autovalores 0,60 (eixo 1) e 0,51 (eixo 2), evidenciou a formação de dois grupos, separando o rio do Corvo do rio Guairacá (Fig. 8A).

As morfoespécies que apresentaram maior correlação no eixo 1 e caracterizaram a separação dos ambientes foram: *Ablabesmyia (Karelia) sp. 1* ( $r= 0,23$ ), *Dicrotendipes sp. 4* ( $r= 0,18$ ) *Dicrotendipes sp. 2* ( $r= 0,17$ ), *Clinotanypus sp. 1* ( $r= -0,46$ ), *Fissimentum desiccatum* ( $r= -0,53$ ), *Zavreliella sp. 2* ( $r= -0,24$ ) e *Saetheria sp. 1* ( $r= -0,17$ ).

E no eixo 2, *Aedokritus sp. 1* ( $r= 0,48$ ), *Paralauterborniella sp. 1* ( $r= 0,28$ ), *Complexo Harnischia sp. 1* ( $r= 0,27$ ), *Djalmabatista sp. 2* ( $r= 0,26$ ), *Parachironomus sp. 2* ( $r= 0,23$ ), *Dicrotendipes sp. 3* ( $r= 0,21$ ), *Axarus* ( $r= 0,16$ ) e *Coelotanypus sp. 1* ( $r= -0,41$ ).



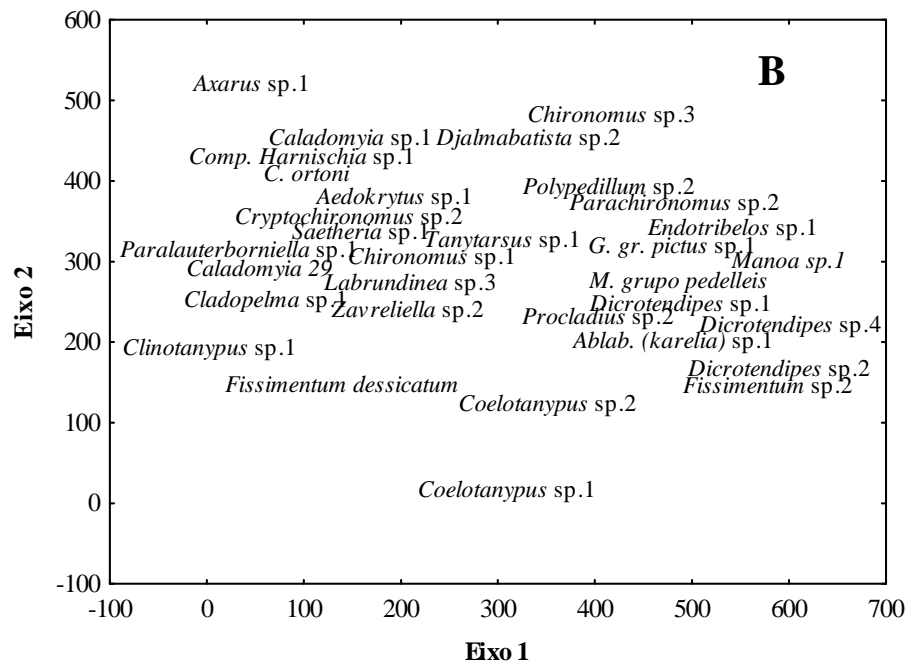


Fig. 8: Ordenação dos rios Corvo e Guairacá em função da composição e densidade das morfoespécies de Chironomidade pela análise de correspondência com remoção do efeito de arco (DCA). C= rio do Corvo, G= rio Guairacá. A = Ordenação dos pontos de coleta; B = Ordenação das morfoespécies mais correlacionadas (Pearson). *C. ortonii*= *Caladomyia ortonii*; *Ablab.*= *Ablabesmyia*; *M. grupo pedelleis*= *Microtendipes grupo pedellus*; *G. gr. pictus*= *Goeldichironomus gr. pictus*; *Comp. Harnischia*= *Complexo Harnischia sp. 1*.

Através de uma análise de variância bifatorial com os escores do eixo 1 (Factorial-ANOVA:  $F_{(9, 180)} = 96187$ ;  $p = 0,0000$ ), verificou-se diferença significativa entre as comunidades do rio do Corvo e o rio Guairacá (Fig. 9 A). Entretanto, entre os pontos de coleta de cada rio não houve diferenças significativas (Factorial-ANOVA:  $F_{(4, 90)} = 0,374$ ;  $p = 0,82$ ).

Em relação às variações temporais, o T0 do rio do Corvo foi significativamente diferente de todos os outros tempos (Factorial-ANOVA:  $F_{(8, 90)} = 3,4504$ ,  $p = 0,00165$ ) (Fig. 9B).

No eixo 2 foram verificadas diferenças significativas (Factorial-ANOVA  $F_{(5, 80)} = 0,378$ ;  $p = 0,0005$ ) entre os pontos de coleta (Fig. 9 C) e períodos de coleta de cada rio (Fig. 9D). No rio Guairacá, de acordo com o teste de Tukey, o ponto M100 foi diferente do J100 e, em relação a escala temporal, as coletas T1, T2 e T7 foram diferentes das outras coletas neste rio.

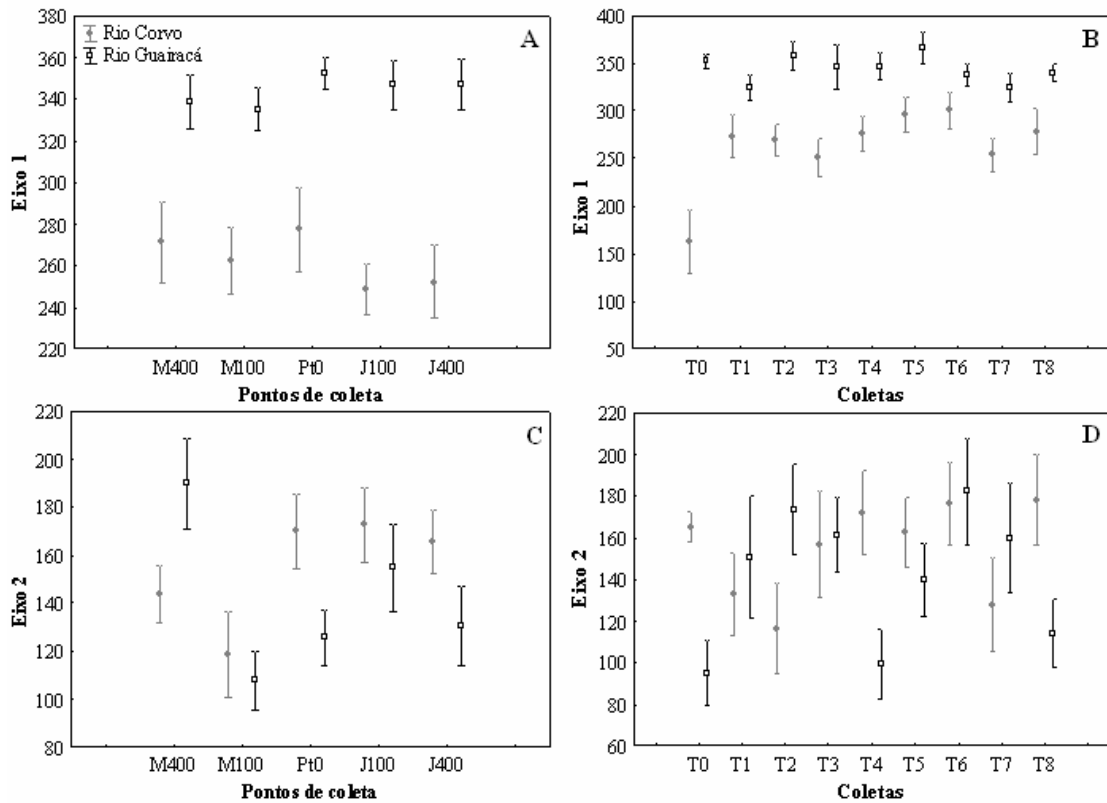


Fig. 9: Média  $\pm$  erro padrão dos escores do eixo 1 (A e B) e eixo 2 (C e D) da ACD para o rio do Corvo e rio Guairacá.

O índice de Similaridade de Jaccard demonstrou que antes da instalação dos tanques redes a comunidade de Chironomidae dos rios Corvo e Guairacá eram completamente diferentes, porém após a instalação do experimento, ambos os rios passaram a ter cerca de 40% de morfoespécies em comum (Fig. 10).

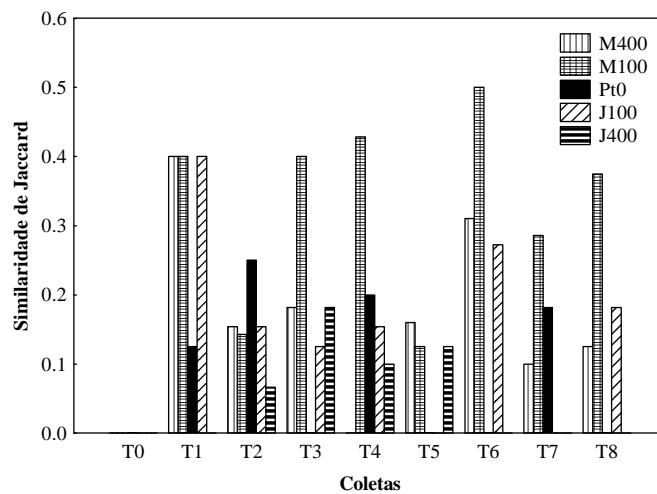


Fig. 10: Similaridade de Jaccard entre os rios Corvo e Guairacá e seus respectivos pontos de coleta.

Após a instalação dos tanques redes, ocorreu mudança na distribuição dos grupos funcionais (FFG), com o aumento de coletores (Fig. 11). No rio Guairacá foram verificadas as maiores oscilações ao longo de todas as coletas (Fig. 11B) e os táxons que mais contribuíram para a categoria funcional dos coletores foram *Fissimentum desiccatum* e *Aedokritus* sp. 1.

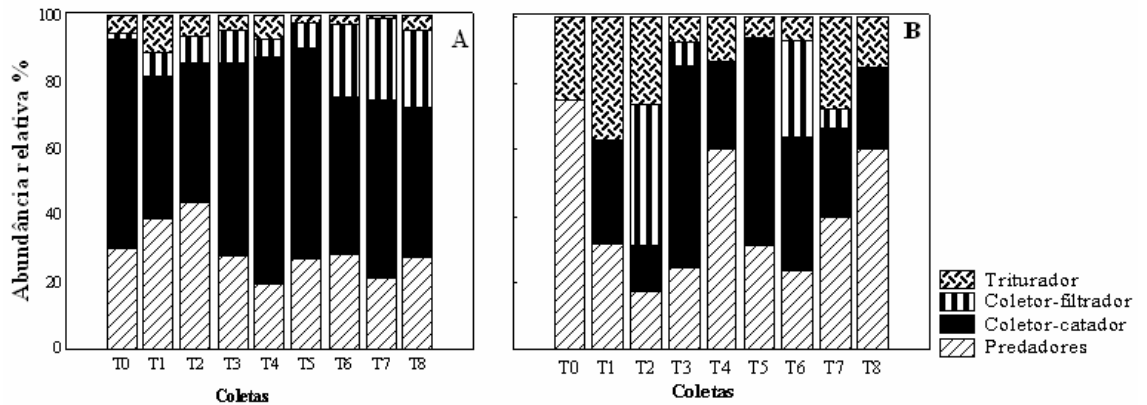


Fig. 11: Abundância relativa de grupos funcionais da comunidade de Chironomidae nos rios Corvo (A) e Guairacá (B).

No rio do Corvo foram verificados os maiores valores de dominância durante todo o estudo e em todos os pontos de coleta (Fig. 12 A, B, C, D, E). As morfoespécies *Fissimentum desiccatum*, *Coelotanypus* sp. 1 e *Aedokrytus* sp. 1 foram as que mais vezes dominaram. *Coelotanypus* sp. 1 foi dominante no rio Guairacá desde a primeira coleta (Fig. 12 F, G, H, I) e passou a ser dominante também no rio do Corvo após a instalação do tanque-rede (Fig. 12 A, B, C, D, E). *Clinotanypus* sp. 1 foi dominante no rio do Corvo (Fig. 12 A e C) e desapareceu após a instalação dos tanques.

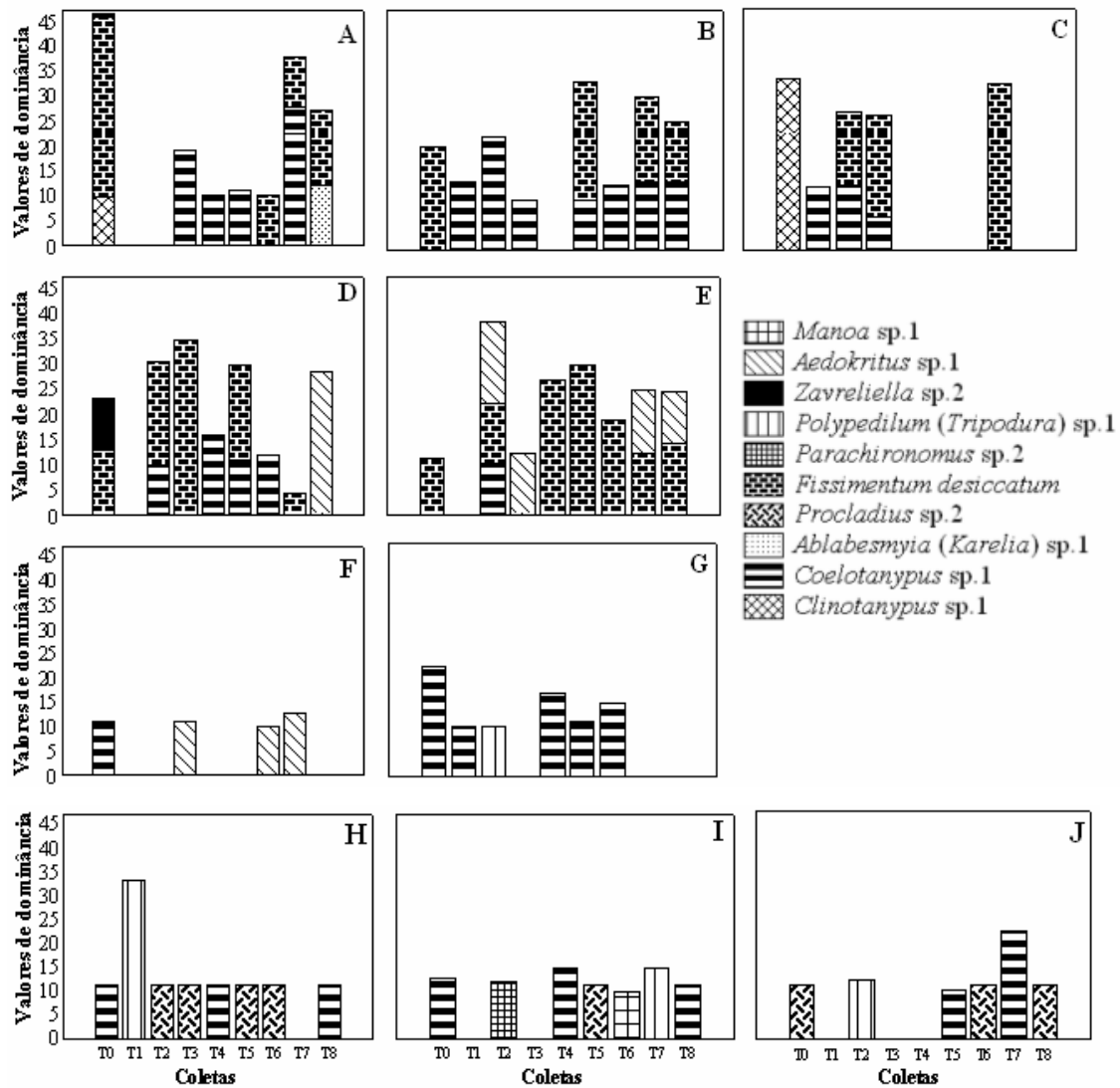


Fig. 12: Valores do índice de dominância de Kownacki (1971) e táxons dominantes dos rios do Corvo e Guairacá. **A**= rio do Corvo M400; **B**= rio do Corvo M100; **C**= rio do Corvo Pt0; **D**= rio do Corvo J100; **E**= rio do Corvo J400; **F**= rio Guairacá M400; **G** = rio Guairacá M100; **H**= rio Guairacá Pt0; **I**= rio Guairacá J100; **J**= rio Guairacá.

#### 4. Discussão

O rio do Corvo e o rio Guairacá, antes da instalação do experimento, revelaram-se ambientes abioticamente diferentes, evidenciado pela PCA, provavelmente devido às particularidades de cada rio: morfologia, estado trófico e a distância do local de instalação dos tanques em relação ao rio Paranapanema que influenciou os pontos de coletas.

Durante o experimento, ambos os rios foram expostos a uma elevada carga de ração e dejetos dos peixes, o que provocou o aumento nas concentrações de matéria orgânica do sedimento, tornando-os mais semelhantes.

A distribuição espacial de matéria orgânica entre os pontos de coleta foi influenciada pelas características de cada rio. No rio do Corvo, foram registradas maiores porcentagens de matéria orgânica nos pontos a jusante dos tanques redes. Por outro lado, no rio Guairacá, devido à proximidade com o rio Paranapanema, que ocasiona circulação constante de água, a distribuição espacial da matéria orgânica foi mais semelhante.

Mazzola et al., (2000) observaram enriquecimento orgânico causado por cultivo de peixes, segundo Beveridge (2004), o grau de concentração dos nutrientes pode depender de vários fatores, como: espécies cultivadas, alimentação, manejo e correnteza da água no local da instalação dos tanques redes. Provavelmente, este último fator foi determinante na diferença entre os rios em relação ao teor de matéria orgânica do sedimento, uma vez que os dois rios foram expostos às mesmas quantidades de ração e estocagem de peixes.

Ainda em relação às particularidades de cada rio, deve-se destacar que às margens do rio do Corvo, próximo ao local da instalação dos tanques redes, funciona uma indústria de fecularia, que pode ter contribuído para o aumento da poluição orgânica desse rio, onde foi registrado as maiores concentrações de  $\text{NH}_4^+$  (amônio) e carbono total.

Seguindo o mesmo padrão dos dados abióticos, o eixo 1 da DCA mostrou nítida diferença na composição da comunidade de larvas de Chironomidae entre os rios, no início do experimento. A composição das larvas coletadas no T0 do rio do Corvo foi significativamente diferente de todas as outras coletas, devido a este rio ter sofrido as maiores modificações após a instalação dos tanques.

As diferenças entre a distribuição e a densidade de morfoespécies dentro de cada rio foram influenciadas, provavelmente, pela distribuição de matéria orgânica, pois a variação dos escores do eixo 2 da DCA se alterou no mesmo padrão das porcentagens de matéria orgânica no sedimento.



Ao longo do tempo, a comunidade de Chironomidae tornou-se mais semelhante entre os rios, demonstrado pela análise de similaridade, devido às diferentes morfoespécies que colonizaram ambos os rios após a instalação dos tanques redes. Palmer et al., (1993) e Mihuc e Minshall (1995) discutem que rios que passam por modificações em seus habitats tornando-os semelhantes, podem apresentar similaridade em suas comunidades bentônicas.

O aumento percentual de coletores-catadores e coletores-filtradores, ao longo do tempo, indicou mudanças na estrutura da comunidade em ambos os rios. No rio Guairacá no T0 não foi registrado nenhum gênero coletor, porém, após a instalação do experimento, alguns gêneros dessa categoria funcional passaram a dominar neste rio. No rio do Corvo desde a primeira coleta foram registrados gêneros coletores, e logo após a instalação do experimento, também foi verificado um aumento percentual desses grupos funcionais. De acordo com Cummins et al., (2005), esses grupos alimentam-se de partículas menores que 1 mm (MOPF), justamente as frações de matéria orgânica que aumentaram em praticamente todos os pontos de coleta.

Os maiores valores de dominância durante todo o estudo e em todos os pontos de coleta foram registrados no rio do Corvo, provavelmente, devido a este rio ser um ambiente mais impactado. Estudos conduzidos em outros continentes têm demonstrado que os efluentes provenientes da aquicultura podem afetar as comunidades de organismos nele residentes, levando à redução de organismos menos tolerantes e a explosões populacionais daqueles resistentes as condições decorrentes da atividade (Selong e Helferich, 1998).

A semelhança entre os rios após algumas coletas começou a ser observada também no índice de dominância, pois as maiores alterações deste índice ocorreram devido aos gêneros *Clinotanypus* e *Coelotanypus*, ambos predadores. Estes gêneros provavelmente competiam pelo mesmo recurso alimentar, porém *Coelotanypus*, por ser tolerante ao enriquecimento orgânico, conseguiu dominar nos dois ambientes.

*Clinotanypus* sp. 1 que era dominante no rio do Corvo desapareceu após a instalação dos tanques, isto pode ser um indicativo de um gênero mais sensível aos distúrbios, corroborando com o trabalho de Guo e Li (2003) que registraram o desaparecimento deste gênero após a implantação de tanques redes em um lago na China. Resh et al., (1992) classificaram esse gênero como não tolerante a poluição orgânica.

Hellawell (1986) discute em seu trabalho que mudanças no substrato causadas pelo aumento da sedimentação da matéria orgânica podem resultar no desaparecimento dos taxons mais sensíveis, enquanto níveis intermediários de matéria orgânica podem favorecer outros, como os gêneros *Fissimentum desiccatum* e *Aedokrytus*, ambos detritívoros.

## 5. Conclusão

Nos rios do Corvo e Guairacá não ocorreram grandes alterações nas variáveis limnológicas após a instalação dos tanques redes, provavelmente devido ao pequeno número de tanques redes nos rios e também aos meses em que foram realizadas as coletas (inverno). Porém, a comunidade biológica sofreu modificações em sua estrutura e distribuição em ambos os rios em todos os pontos de coleta.

O acúmulo de matéria orgânica foi maior no rio do Corvo, provavelmente devido a menor circulação de água que ocorre nesse ambiente, quando comparado ao rio Guairacá, onde o experimento foi instalado próximo à confluência deste rio com o rio Paranapanema. Por isso é de suma importância para instalação de tanques redes a escolha de locais com o maior fluxo de água possível, para evitar o acúmulo de matéria orgânica no ambiente que afeta diretamente toda a comunidade.

Assim, diante dos resultados aqui apresentados recomenda-se a inclusão do monitoramento biológico, utilizando-se a família Chironomidae, por apresentar ciclos de vida relativamente curto e refletir mais rapidamente as modificações do ambiente através de mudanças na estrutura de sua comunidade. Portanto, pesquisas com tais enfoques também são importantes no fornecimento de informações e por serem subsídios para o manejo ambiental, visando avaliar se às estratégias de conservação estão sendo adequadas à manutenção da qualidade ambiental, para o manejo e monitoramento de tanques rede e suas áreas de entorno.

## Agradecimentos

Ao Pronex/CNPq pelo apoio financeiro das coletas, ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo. E ao NUPELIA pelo apoio logístico.

## Referências bibliográficas

Alves, R.C.P., Baccarin, A.E., 2005. Efeito da produção de peixes em tanques-rede sobre sedimentação de material em suspensão e de nutrientes no córrego da Arribata (UHE Nova Avanhandava, Baixo rio Tiete, SP). In: Nogueira, M.G.; Henry, R. e Jorcin, A. (Eds.). Ecologia de Reservatórios: Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata. Rima, São Carlos, 349-377.

ANA, 2008. Agência Nacional das Águas –: <http://www.ana.gov.br/pnrh/DOCUMENTOS/5Textos/6-5Aquicultura.pdf>

Beardmore J.A., Mair G.C., Lewis R.I., 1997. Biodiversity in aquatic system in relation to aquaculture. *Aquaculture research* 28, 829-839.

Beveridge, M.C.M., 2004. *Cage Aquaculture*, 3rd edition. Blackwell Publishing, Oxford. p. 368.

Callisto, M., Moreno, P., Gonçalves, J., Fonseca, J., Esteves, F., 2002. Diversity and biomass of Chironomidae (Diptera) larvae in an impacted coastal lagoon in Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology, São Carlos* 62, 77-84.

Carmouze, J.P. 1994. *O metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas*. Edgard Blüncher/SBL, São Paulo. p. 253.

CESP, 1998. *Conservação e manejo nos reservatórios: limnologia, ictiologia e pesca*. Série Divulgação e Informação 220, p. 166.

Coffman, W.P., Ferrington, L.C., 1996. Chironomidae. In: Merritt, R. W., Cummins, K. W. (eds). *An introduction to the aquatic insect of North America*. Dubuque: Kendall Hunt Publish Co. 635-754.

Corbi, J.J., Trivinho-Strixino, S., 2008. Relationship between sugar cane cultivation and stream macroinvertebrate communities: A study developed in the southeast of Brazil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 51, 569-579.

Corrêa, C.F., Filho, J.D.S., Tachibana, L., Leonardo, A.F.G., 2008. Caracterização e situação atual da cadeia de produção da piscicultura no vale do Ribeira. *Informações Econômicas SP* 38, 30-36.

Cummins, K.W., Merritt, R.W., Andrade, P.C.N., 2005. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and Rivers in South Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 40, 69–89.

Epler, J.H., 1992. Identification Manual for the larval Chironomidae (Diptera) of Florida. Orlando, Florida. Department of Environmental Regulation, Tallahassee, p. 565.

FAO Fisheries Division, 2006. State of World Aquaculture 2006. FAO Fisheries Technical Paper, vol. 500, Rome. p. 134.

Ferrington, L.C., 2008. Global diversity of non-biting midges (Chironomidae; Insecta-Diptera) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 447–455.

Fesl, C., 2002. Biodiversity and resource use of larval Chironomids in relation to environmental factors in a large river. *Freshwater Biology* 47, 1065-1087.

Fend, S.V., Carter, J.L., 1995. The relationship of habitat characteristics to the distribution of Chironomidae (Diptera) as measured by pupal exuviae collection in a large river system. *Journal of Freshwater Ecology* 10, 343-359.

Giné, M.F., Bergamin, F., Zagatto, E.A.G., Reis, B.F., 1980. Simultaneous determination of nitrate and nitrite by flow injection analysis. *Anal Chim Acta*. 114, 191-197.

Guo, L., Li, Z., 2003. Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River basin of China. *Aquaculture* 226, 201-212.

Hellawell, J.M., 1986. Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. Chichester, Elsevier Applied, p. 546.

Johnson, R.K., Wiederholm, T., Rosenberg, D.M., 1993. Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In: D. M. Rosenberg & V. H. Resh (eds.), *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*, Chapman Hall, p. 488.

Júlio Jr., H.F., Thomaz, S.M., Agostinho, A.A., Latini, J.D., 2005. Distribuição e caracterização dos reservatórios. In: Rodrigues, L., Thomaz, S.M., Agostinho, A.A. e Gomes,

L.C. (Eds), Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais. Rima, São Carlos, 1-16.

Koroleff, K.J.H., 1976. Determination of ammonia. In: Grasshoff, E.; Kremling, E. (Eds). Methods of seawater analysis. Verlag Chemie Wheinhein, New York, 117-181.

Kownacki, A., 1971. Taxocens of Chironomidae in streams of the Polish High Trata Mts. (Str.). Acta Hydrobiol. 13, 439-464.

Mackereth, F.J.H., Heron, J., Talling, J.F., 1978. Water analysis: some revised methods for limnologists. Freshwater Biology Association Scientific Publication, 36. Titus Wilson e Sons, Kendal, p. 117.

Mazzola, A., Mirto, S., La Rosa, T., Fabiano, M.; Danovaro, R., 2000. Fish-farming effects on benthic community structure in coastal sediments: analysis of meiofaunal recovery. ICES Journal of Marine Science, London 57, 1454-1461.

Mihuc, T.B., Minshall, G.W., 1995. Trophic generalists vs trophic specialists – implications for food-web dynamics in spost fire streams. Ecology, 76 (8), 2361-2372.

Naylor, R.L., Williams, S.L., Strong, DR., 2001. Aquaculture - A Gateway for Exotic Species. *Science*, 294, 1655-1656.

Orsi, M. L & Agostinho, A. A. 1999. Introdução de espécies de peixes por escapes acidentais de tanques de cultivo em rios da bacia do Rio Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba- PR, v.16 (2), 557-560.

Palmer, C., O' Keefe, J., Palmer, A., Dune T., Raldoff, S., 1993. Macroinvertebrate funcional feeding groups in the middle and lower reaches of the Buffalo Fiver, eastern Cape, South Africa. I. Dieteray variability. *Freshwater biology* 29, 441-453

Phillips, M.C., Beveridge, M.C.M. e Ross, L.G., 1985. The environmental impact of salmonid cage on inland fisheries: present status and future trends. *J Fish Biol* 27, 123-137.

Pillay, T.V.R., 2004. Aquaculture and the environment. 2nd edition. Hong Kong : Blackwell Publishing, p. 208.

Pinder L.C.V., 1995. The habitats of Chironomidae larvae. In: Armitage P., Cranston P.S. e Pinder L.C.V. (eds). The Chironomidae, biology and ecology of non-biting midges. Chapman and Hall, London, 107-117.

Rosenberg, D.M., Resh, V.H., 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. New York: Chapman & Hall p. 488.

Selong, J.H., Helfrich, L.A., 1998. Impacts of trout culture effluent on water quality and biotic communities in Virginia headwater streams. The Progressive Fish-Culturist 60(4), 247-261.

Silva, F.L., Ruiz, S.S., Bochini, G.L., Moreira, D.C., 2008. Functional feeding habits of Chironomidae larvae (Insecta, Diptera) in a lotic system from midwestern region of São Paulo State, Brazil. Pan-American Journal of Aquatic Sciences 3(2), 135-141.

Specziár, A., Biró, P., 1998. Spatial distribution and short-term changes of benthic macrofauna in Lake Balaton (Hungary). Hydrobiologia 389, 203-216.

Trivinho-Strixino, S.; Strixino, G., 1995. Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo. Guia de identificação e diagnose dos gêneros. São Carlos/SP: UFSCar, p. 229.

Wentworth, C.K., 1922. A scale of grade and clan terms for clastic sediments. Journal of Geology, Chicago, 30, 377-392.

Wisniewski, R.J., Planter, M. 1987. Phosphate exchange between sediments and the near bottom water in relationships to oxygen concentrations in a lake used for intensive trout cage culture. Ekol Pol 35, 219-236.

Zilli, F.L., Montalto, L., Marchese, M.R., 2008. Benthic invertebrate assemblages and functional feeding groups in the Paraná River floodplain (Argentina). Limnologica 38, 159-171.