

**unesp** 

CAMPUS DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

Contribuição dos cladóceros como fonte de alimento para os peixes que ocorrem na planície de inundação do Rio Turvo.

Angélica María Otero Paternina

  
BIOLOGIA ANIMAL  
PÓS-GRADUAÇÃO

  
PÓS GRADUAÇÃO  
EM BIOLOGIA ANIMAL

Biologia  
Estrutural

DOUTORADO

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, LETRAS E CIÊNCIAS EXATAS  
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO – SP

**Contribuição dos cladóceros como fonte de alimento para os peixes que  
ocorrem na planície de inundação do Rio Turvo.**

Angélica María Otero Paternina

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Stela Maioli Castilho Noll

Tese apresentada ao Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, para obtenção do título de Doutora em Biologia Animal, na Área de Ecologia e Comportamento Animal, junto ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal.

São José do Rio Preto – SP

2016

Otero-Paternina, A. M.

Contribuição dos cladóceros como fonte de alimento para os peixes que ocorrem na planície de inundação do Rio Turvo / Angélica Maria Otero Paternina. -- São José do Rio Preto, 2016

111 f.

Orientador: Maria Stela Maioli Castilho Noll

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Ecologia de água doce. 2. Peixe de água doce - Comportamento. 3. Peixe - Alimentação. 4. Cladocera - Crescimento. 5. Zooplâncton. 6. Predação (Biologia) 7. Lagoas. I. Paternina, Angélica Maria Otero. II. Castilho-Noll, Maria Stela Maioli. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. IV. Título.

CDU – 597

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE  
UNESP - Câmpus de São José do Rio Preto



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de São José do Rio Preto

---

## **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

Angélica María Otero Paternina

### **Contribuição dos cladóceros como fonte de alimento para os peixes que ocorrem na planície de inundação do Rio Turvo.**

Comissão Examinadora

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Stela Maioli Castilho Noll  
UNESP- Câmpus de São José do Rio Preto- SP  
Orientadora

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Odete Rocha  
UFSCar - São Carlos -SP

Prof. Dr. Carlos Augusto Iglesias Frizzera  
Universidad de la República - Uruguay

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Claudia Fileto  
USP - Câmpus São Carlos - SP

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Mônica Ceneviva Bastos  
UNESP - Câmpus de Assis - SP

São José do Rio Preto – SP  
5 de Agosto de 2016

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida e por poder chegar até aqui.

À minha família, que sempre se dedicou para que eu chegasse onde estou hoje e em especial as minhas tias, que sempre acreditaram e me apoiaram em todos os momentos.

À minha orientadora professora Maria Stela, pelo apoio, incentivo, disponibilidade e credibilidade a mim conferida.

Aos docentes da Universidade Estadual Paulista e do Programa de Pós Graduação em Biologia Animal pela formação acadêmica.

Aos membros da banca examinadora, professoras Dra. Odete Rocha, Dra. Claudia Fileto, Dra. Mônica Ceneviva Bastos e professor Dr. Carlos Augusto Iglesias Frizzera, pelas sugestões.

Ao Programa de Apoio a Estudantes de Doutorado do Estrangeiro/Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado (PAEDEX/AUIP), pela bolsa de estudo.

Aos amigos muito queridos do Laboratório de Ecologia do Zooplâncton Lígia, Adriana, Erick, Jacqueline, Jéssica, Natan, Wesley, pela amizade, descontração e ajuda nas coletas e identificações.

Ao ex - sargento Máximo, aos motoristas Sr. Paulinho e Rodrigo, pela ajuda nas coletas. Muito obrigada por tudo, inclusive pelas agradáveis conversas durante nossas viagens.

Aos técnicos do laboratório George e Maria Helena, pelos auxílios prestados durante toda a realização de meu trabalho.

À Beatriz por todo apoio e incentivo, força, sinceridade e amizade.

A todos os meus amigos, principalmente à Tata pela valiosa amizade e incentivo nesta jornada.

Aos meus amigos Yoanky e Yanelys, pelas inúmeras alegrias e provas de amizade. Pelos inúmeros bate papos descontraídos e pelo apoio incondicional.

A todos aqueles que direta ou indiretamente, colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho.

*“Um dia sem sorrir, é um dia desperdiçado”*

Charles Chaplin

## Resumo

Na presente Tese, foi avaliada a contribuição dos cladóceros como fonte de alimento para os peixes, em seis lagoas marginais da planície de inundação do Rio Turvo- SP em três períodos do ciclo hidrológico da região - seca, intermediário e chuvosa. Para esta avaliação foram analisadas a contribuição dos cladóceros na dieta dos peixes, a composição dos cladóceros no ambiente e as taxas populacionais em cultivo das espécies de cladóceros mais consumidos pelos peixes. Desta forma, os resultados deste estudo são aqui apresentados, organizados em três capítulos: no **Capítulo 1**, foi estudada a composição e abundância de cladóceros das lagoas marginais, onde foram identificadas 37 espécies de cladóceros, sendo a família Chydoridae a mais representativa, com 16 espécies. *Moina minuta* foi à espécie que mostrou os maiores valores de abundância relativa nos três períodos estudados. A densidade média dos Cladocera não mostrou diferenças significativas entre os períodos avaliados. No **Capítulo 2**, foi analisada a dieta dos peixes e os resultados mostraram um amplo espectro alimentar, com um total de 15 itens consumidos, sendo que os cladóceros mostraram uma contribuição de 1 a 6% na dieta dos peixes; foram identificadas 28 espécies de cladóceros no conteúdo estomacal, constituídas principalmente por aquelas da família Chydoridae. O consumo de cladóceros variou significativamente entre os períodos, as espécies *Macrothrix paulensis*, *Chydorus* sp., e *Alona* sp., foram as mais consumidas no período seco, já no período intermediário as espécies *Moina minuta* e *Bosmina tubicen* predominaram nos estômagos e, no período chuvoso *Diaphanosoma* sp. foi a mais consumida. Os peixes consumiram cladóceros independente do habitat que ocupavam indicando que a ictiofauna presente nas lagoas aproveita a disponibilidade deste recurso. No **Capítulo 3** foram avaliadas as taxas de crescimento de três espécies de cladóceros *Diaphanosoma birgei*, *Moina minuta* e



*Macrothrix paulensis*, as quais estavam presentes na dieta dos peixes e nas lagoas marginais. A espécie *M. paulensis* mostrou os melhores resultados no cultivo, com elevadas densidades, biomassa e produção secundária, e altas taxas de fecundidade. Já a espécie *M. minuta* apresentou o menor tempo na primeira reprodução e na frequência reprodutiva. A espécie *M. paulensis* pelas características apresentadas nas taxas de crescimento apresentam características favoráveis para produção de biomassa para alimentação de peixes. Com este estudo podemos concluir que os cladóceros podem representar importante item na dieta dos peixes em lagoas marginais e que estes não parecem selecionar as espécies de cladóceros, mas as consomem de acordo com a disponibilidade. Uma das espécies de cladóceros bastante consumida pelos peixes, *Macrothrix paulensis* apresenta elevado potencial para cultivo para produção e biomassa.

Palavras-chave: zooplâncton, lagoas marginais, predação, taxas de crescimento.

### **Abstract**

This thesis is dedicated to assess the contribution of cladocerans as a food source to fish in six oxbow lakes of the floodplain in Turvo River -SP in three periods of the hydrological cycle of the region: drought, intermediate, and rainy. In this assessment, the contribution of cladocerans in the fish's diet was analyzed, the composition of the cladocerans in the environment, and the population rate farming of the species of cladocerans most consumed by the fish. So, the results of this study are presented herein organized in three sections: in **Section 1**, the composition and abundance of cladocerans in oxbow lakes were studied, and 37 species of cladocerans were identified, being the Chydoridae family the most representative, amounting to 16 species. *Moina minuta* was the species that showed the highest values of relative abundance in the three periods studied. The average density of

Cladocera has not presented substantial differences between the assessed periods. In **Section 2**, the fish's diet was analyzed and the results showed a wide food range, amounting to 15 consumed items, and the cladocerans showed a contribution from 1 to 6% in fish's diet; 28 species of cladocerans were identified in the stomach content, comprised mainly by those of the Chydoridae family. The consumption of cladocerans varied substantially between periods. The following species – *Macrothrix paulensis*, *Chydorus* sp., e *Alona* sp., were the most consumed in the drought period. In the intermediate period, *Moina minuta* and *Bosmina tubicen* were the species that prevailed in stomachs. Finally, in the rainy period, *Diaphanosoma* sp. was the most consumed. Fish consumed cladocerans regardless the habitat they were located, suggesting that the fish fauna present in the lakes exploits the availability of this resource. In **Section 3**, the growth rate of three species of cladocerans, *Diaphanosoma birgei*, *Moina minuta*, and *Macrothrix paulensis*, were assessed; they were present in fish's diet and in oxbow lakes. The species *M. paulensis* showed the best results in the farming, with high densities, biomass, and secondary production, in addition to high fertility rates. On the other hand, the species *M. minuta* showed the lowest time in the first reproduction and in the reproductive frequency. The species *M. paulensis*, for the characteristics presented in growth rates, presents favorable features for the biomass production in fish feeding. With this study, we can conclude that cladocerans represent an important item in fish's diet in oxbow lakes, and they do not seem to select species of cladocerans, but they consume them according to the availability. One of the species of cladocerans largely consumed by fish, *Macrothrix paulensis*, presents a high potential in the farming for production and biomass.

Key words: zooplankton, oxbow lakes, predation, growth rates.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. Composição, Riqueza e Abundância de Cladóceros em lagoas marginais da planície do Rio Turvo, SP, Brasil.....</b>	<b>7</b>
Resumo.....	7
Abstract.....	7
Introdução.....	8
Material e métodos.....	10
Resultados.....	15
Discussão.....	23
Referências.....	30
<b>CAPÍTULO 2. Cladóceros do conteúdo estomacal dos peixes da planície de inundação do Rio Turvo, SP, Brasil.....</b>	<b>40</b>
Resumo.....	40
Abstract.....	41
Introdução.....	41
Material e métodos.....	44
Resultados.....	50
Discussão.....	57
Referências.....	64
<b>CAPÍTULO 3. Aspectos reprodutivos, biomassa, produção secundária e cultivo de espécies de Cladocera em laboratório.....</b>	<b>76</b>
Resumo.....	76
Abstrac.....	77
Introdução.....	78
Material e métodos.....	80
Resultados.....	84
Discussão.....	89
Referências.....	95

## INTRODUÇÃO GERAL

As planícies de inundação são uma faixa estreita por onde corre o rio, constituída por seus depósitos do canal e da inundação, permanente ou temporariamente inundada pelo aporte fluvial (Neiff et al., 1994). O pulso de inundação regula as conexões e o intercâmbio de água entre as planícies de alagamento e os corpos de água. Os alagamentos também promovem um aumento nos aportes de nutrientes que resultaram da decomposição de detritos acumulados durante os períodos de águas baixas. Esses processos são importantes para manter a alta produtividade das comunidades aquáticas por mais tempo (Agostinho et al., 2004). A dinâmica fluvial nos sistemas de planície de inundação implica quatro fases hidrológicas (Drago, 1981): (1) subida, quando os materiais alóctones começam a entrar nos lagos desde os rios, (2) alagamento, depois de perderem o seu estado lântico, (3) drenagem, acontece quando a biomassa é transportada desde os lagos até o rio e (4) isolamento, quando esses sistemas restabelecem a sua condição de habitat lânticos e as comunidades são reguladas por processos in situ. A dinâmica do pulso de inundação incide diretamente nas redes tróficas, afetando os microorganismos e os vertebrados superiores, como é o caso dos peixes e mamíferos aquáticos.

Um dos fatores determinantes na estrutura e dinâmica do zooplâncton é o efeito da variação hidrológica que ocorre nas planícies de inundação e em áreas alagáveis (Choueri et al., 2005; Panarelli et al., 2003). A heterogeneidade espacial na estrutura da comunidade zooplanctônica é de suma importância para a ecologia aquática, uma vez que os padrões de distribuição e a abundância dos organismos influenciam a produtividade primária, processos de ciclagem dos nutrientes e as relações tróficas no ecossistema aquático (Rocha et al., 2002). A distribuição do zooplâncton em lagos pode ser decorrente de uma fonte

pontual de entrada de água, que pode ocasionar distintos processos físicos (transparência da água e temperatura), químicos (concentração de nutrientes) e biológicos (Hart, 1990), tendo também a ação do vento induzindo uma maior turbulência e circulação da água (Thackeray et al., 2004). Estudos relacionados ao zooplâncton em lagoas são importantes, pois estes organismos desempenham um importante papel na organização das comunidades aquáticas, representando um elo na transferência de energia nas cadeias alimentares (Mortari, 2009). Os organismos da ordem Cladocera têm elevada importância no processo de transferência de energia através da cadeia alimentar dos ambientes lênticos, pois possuem curto tempo de geração e alta eficiência reprodutiva e são, entre os grupos zooplanctônicos, as presas mais visadas por vertebrados e invertebrados (Sarma et al., 2005; Melão, 1999). Trabalhos realizados por Elmoor-Loureiro & Soares (2010) identificaram a presença de 25 espécies de cladóceros no conteúdo estomacal de 14 peixes de diversas guildas tróficas do rio Guaporé (MT), salientando a importância desses organismos na cadeia alimentar aquática.

O cultivo de espécies zooplanctônicas é uma prática bastante utilizada, principalmente para investigações sobre o potencial desses organismos para sua utilização em dietas para peixes. Sipaubá-Tavares & Rocha (2003) destacam a relevância dos estudos sobre a produção de fito e zooplâncton para que espécies locais sejam utilizadas em dietas naturais na aquicultura. Larvas e jovens de peixes habitam as lagoas nas planícies de inundação, que são ambientes muito ricos em oferta de alimento, tendo o zooplâncton como um dos itens consumidos (Medeiros & Arthington, 2008). Sendo assim, o isolamento e cultivo em laboratório das espécies zooplanctônicas que compõem a dieta de peixes nesses ambientes naturais, pode ampliar a gama de espécies potenciais que a serem utilizadas em dietas de larvas e pós-larvas na aquicultura.

O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a contribuição dos cladóceros como fonte de alimento para os peixes, em seis lagoas marginais da planície de inundação do Rio Turvo- SP em três períodos do ciclo hidrológico da região - seca, intermediário e chuvoso. Para esta avaliação foram analisadas a contribuição dos cladóceros na dieta dos peixes, a composição dos cladóceros no ambiente e as taxas populacionais em cultivo das espécies de cladóceros mais consumidos pelos peixes. Os resultados obtidos estão organizados em três capítulos, que serão apresentados a seguir.

### **Referências**

Agostinho, A.A., Thomaz, S.M., Gomes, L.C. 2004. Threats for biodiversity in the floodplain of the Upper Paraná River: effects of hydrological regulation by dams. *Ecohydrology and Hydrobiology*, 4: 267-280.

Choueri, R.B., Bonecker, C.C., Dias, J.D. 2005. Spatial and temporal density variation of microcrustacean assemblages in different systems of the upper Paraná River floodplain (PR/MS Brazil). *Acta Science Biological*. 27(3): 243-250.

Drago, E.C. 1981. Grados de conexión y fases hidrológicas en ambientes lenticos de la llanura aluvial del río Paraná (Argentina). *Ecología*. 6:27-33.

Elmoor-Loureiro, L.M., Soares, C.E.A. 2010. Cladocerans from gut content of fishes from Guaporé River Basin MT. *Acta Limnologica Brasil*. 22(1): 46-49.

Hart, R.C. 1990. Zooplankton distribution in relation to turbidity and related environmental gradients in a large subtropical reservoir: patterns and implications. *Freshwater Biology*. 24(20): 241-263.

Medeiros, E.S.F., Arthington, A.H. 2008. The importance of zooplankton in the diets of three native fish species in floodplain waterholes of a dryland river, the Macintyre River, Australia. *Hydrobiologia*. 614, 19-31.

Melão, M.G.G. 1999. Desenvolvimento e aspectos reprodutivos de cladóceros e copépodos de águas continentais brasileiras. In: POMPEO, MLM. (ed.). *Perspectivas da Limnologia no Brasil*. Gráfica e Editora União: São Luís, 45-57p.

Mortari, R.C. 2009. Distribuição Espaço-Temporal de Cladocera (Crustacea, Branchiopoda) em uma lagoa subtropical lateral ao Rio Paranapanema (zona de desembocadura na Represa de Jurumirim/SP). Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu. Botucatu, SP. 172 p.

Neiff, J.J., Iriondo, M.H., Carignan, R. 1994. Large tropical South American wetlands: an overview. *Proceedings of the International Workshop on the Ecology and Management of Aquatic-Terrestrial Ecotones*, p: 156-165.

Panarelli, E., Casanova, S.M.C., Nogueira, M.G., Mitsuka, P.M., Henry, R. 2003. A comunidade zooplanctônica ao longo de gradientes longitudinais no Rio Paranapanema/Represa de Jurumirim (São Paulo, Brasil). In: Henry, R. (ed.) *Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos*. São Carlos: RiMa Editora, 129-160p.

Rocha, O., Matsumura-Tundisi, T., Tundisi, JG. 2002. Hot spots for zooplankton diversity in São Paulo state: origin and maintenance. *Verhandlungen Internationale Verein Limnologie*. 28: 872-876.

Sarma, S.S.S., Nandini, S., Gulati, R.D. 2005. Life history strategies of cladocerans: comparisons of tropical and temperate taxa. *Hydrobiologia* 542: 315- 333.

Sipáuba-Tavares, L., Rocha, O. 2003. Produção de plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos. São Carlos: RIMA, 106 p.

Thackeray, S.J., George, D.G., Jones, R.I., Winfield, I.J. 2004. Quantitative analysis of the importance of wind-induced circulation for the spatial structuring of planktonic populations. *Freshwater Biology*. 49: 1091-1102.



**CAPÍTULO I. Composição, Riqueza e Abundância de Cladóceros em lagoas marginais da planície do Rio Turvo, SP, Brasil.**

---

# **Composição, Riqueza e Abundância de Cladóceros em lagoas marginais da planície do Rio Turvo, SP, Brasil**

## **Resumo**

O objetivo deste estudo foi avaliar as variações das comunidades dos cladóceros nas lagoas marginais da planície de inundação do Rio Turvo durante três períodos hidrológico seca, intermediário e chuvoso. Foram identificadas 37 espécies de cladóceros, sendo a família Chydoridae a mais representativa com 16 espécies. *M. minuta* apresentou os maiores valores de abundância relativa nos três períodos estudados - seca, intermediário e chuvoso. A variação da densidade média dos Cladocera não mostrou diferenças significativas entre os períodos avaliados, embora maiores valores tenham sido observados na estação seca, e os menores no período chuvoso. As variações ambientais condicionadas pelos ciclos hidrológicos seca, intermediário e chuvoso podem estar relacionadas com a abundância, composição, riqueza e densidade de Cladóceros nas lagoas do Rio Turvo.

Palavras-chave: lagoas marginais, planície de inundação.

## **Abstract**

The purpose of this study was to assess the variation of cladoceran communities in oxbow lakes of the floodplain in Turvo River during three stages of the hydrological cycle: drought, intermediate, and rainy. An amount of 37 species of cladocerans were identified, being the Chydoridae family the most representative, with 16 species. *M. minuta* presented the highest values of relative abundance in the three periods studied: drought, intermediate, and rainy. The variation of the average density of Cladocera has not presented substantial differences between the assessed periods, although higher values have been verified in the drought period, and lower ones in the rainy period. The environmental fluctuation

conditioned by the hydrological cycles (drought, intermediate, and rainy) may be related to the abundance, composition, richness, and density of cladocerans in Turvo's river lakes.

Key words: oxbow lakes, floodplain.

## **Introdução**

Planícies de inundação são caracterizadas como ecótonos formados na transição entre ambientes terrestres e aquáticos, caracterizados pela alta biodiversidade e produtividade (Thomaz, 2003), constituída pelo transbordamento periódicos de rios e lagoas (Junk et al., 1989; Junk, 1980). Nestes ambientes estão inseridas as lagoas marginais, que periodicamente recebem água, caracterizando ambientes permanentes ou temporários. Dependendo de sua conexão com o rio, as lagoas sofrem grandes oscilações do nível da água o que ocasionam altas variações temporárias nas propriedades físicas, químicas e biológicas (Gubiani et al., 2007) e, por conseguinte, determinam a riqueza de espécies destes ambientes (Junk et al., 1989).

As lagoas marginais são consideradas áreas importantes para a manutenção e integridade da biodiversidade regional (Petry et al., 2004), têm um importante papel como área de reprodução e desenvolvimento dos peixes, devido à abundante oferta de recursos alimentares e refúgios contra a predação (Pelicice & Agostinho, 2006). Também abrigam altas densidades de rotíferos e microcrustáceos, os quais podem estar associadas à grande disponibilidade de recursos (Lansac-Tôha et al., 1997; Lima et al., 1996; Bonecker et al., 1994).

Estudos relacionados ao zooplâncton em lagoas são de grande importância, pois estes organismos desempenham um papel ecológico na dinâmica dos ecossistemas aquáticos, especialmente na ciclagem de nutrientes e fluxo de energia, sendo um elo entre

produtores e consumidores (Esteves, 2011; Panarelli et al., 2003; Landa & Mourgués-Schurter, 2000; Melão, 1999).

Entre os grupos zooplanctônicos, os organismos da ordem Cladocera têm elevada importância no processo de transferência de energia através da cadeia alimentar dos ambientes lênticos, pois possuem curto tempo de geração e alta eficiência reprodutiva, respondem rapidamente a alterações ambientais, e entre os grupos zooplanctônicos são as presas mais visadas por vertebrados e invertebrados (Sarma et al., 2005; Melão, 1999; Bernardi et al., 1987).

Estudos relacionados aos cladóceros têm sido conduzidos em regiões de planície de grandes rios brasileiros, como a planície de Inundação do Rio Paraná e no Pantanal (Alho, 2011; Roberto et al., 2010; Lansac-Tôha et al., 2009; Palazzo et al., 2008; Choueri et al., 2005; Lima et al., 2003; Serafim Jr et al., 2003). Essas duas grandes planícies apresentam fauna de Cladocera extremamente rica, entre 60 e 85 espécies (Junk et al., 2006; Hollwedel et al., 2003; Serafim Jr et al., 2003).

São inúmeros os estudos envolvendo as planícies de inundação, e são poucas as informações sobre a planície de inundação do Rio Turvo, no noroeste do estado de São Paulo. Até o momento, apenas dois estudos foram realizados nesta planície de inundação, o de Araújo (2008) que demonstrou elevada riqueza de espécies de peixes nas lagoas marginais do rio e o de Guimarães (2016) que estudou o potencial de cladóceros para recolonização de lagoas marginais temporárias. Otero et al., (2016, Capítulo 2), estudaram a predação de cladóceros por peixes nas lagoas marginais desta planície em três períodos do ciclo hidrológico e registraram 28 espécies de cladóceros no estômagos de várias espécies de peixes. A dieta variou significativamente entre os períodos, *Chydorus* sp., *Macrothrix*

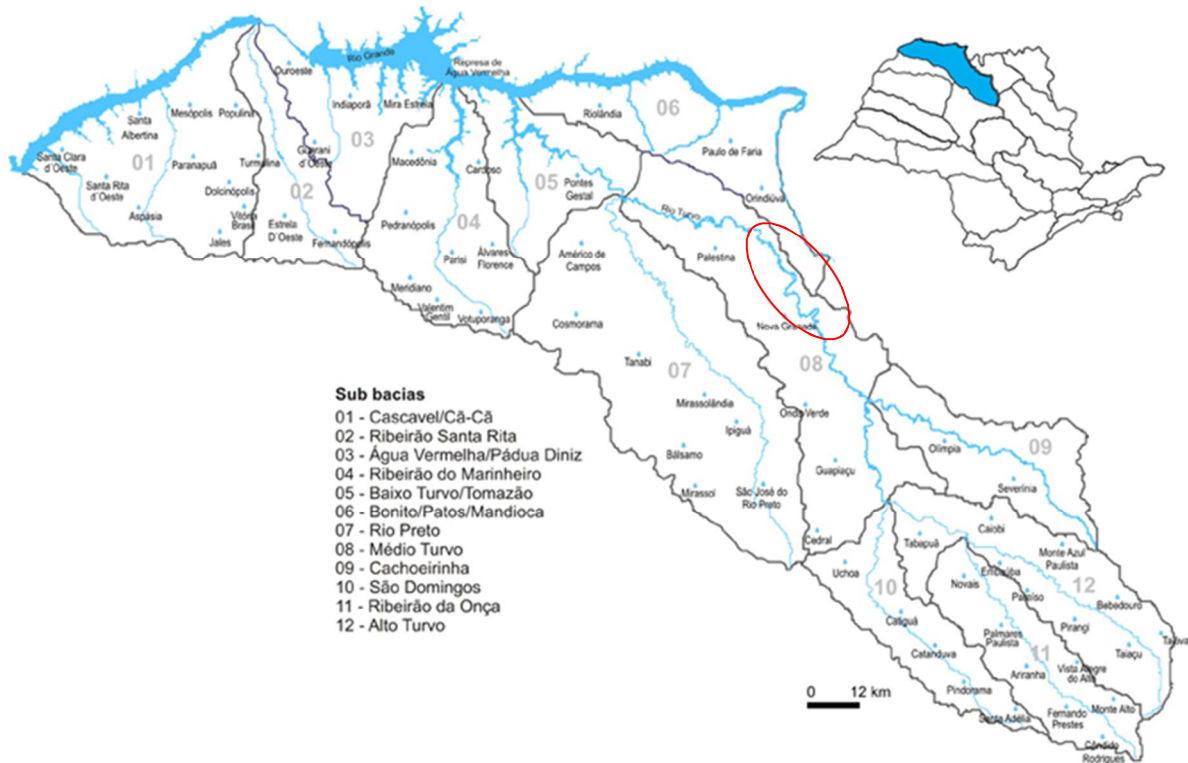
*paulensis* e *Alona* sp, foram consumidas no período seco, *Moina minuta* e *Bosmina tubicen* no período intermediário e *Diaphanosoma* sp. no período chuvoso.

Uma vez que os cladóceros constituem um item alimentar na dieta de peixes nas lagoas marginais do Rio Turvo e que as contribuições variam ao longo dos períodos, torna-se relevante avaliar a comunidade de cladóceros no ambiente, bem como sua variação sazonal. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar as variações das comunidades dos cladóceros nas lagoas da planície de inundação do Rio Turvo durante três períodos hidrológico seca, intermediário e chuvoso. Foi pressuposto se o pulso das inundações pode influenciar na composição e abundância dos cladóceros nos diferentes períodos avaliados.

## **Material e métodos**

### **Área de estudo**

O Rio Turvo é um rio que nasce na cidade de Monte Alto no Estado de São Paulo, percorre as regiões norte e noroeste do Estado, na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI 15 – Turvo-Grande, e deságua no Rio Grande próximo à cidade de Cardoso (Figura 1). Seus afluentes incluem, na margem esquerda, o rio da Onça, rio Preto e ribeirão São Domingos e, na margem direita, o rio da Cachoeirinha. A extensão do rio Turvo é de aproximadamente 267 km ou 210 em linha reta. Representa um dos mais importantes recursos hídricos da região, sendo que, em seu trecho médio e inferior, apresenta muitas lagoas marginais formando uma extensa planície de inundação (Figura 1).



**Figura 1.** Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI 15 – Turvo-Grande

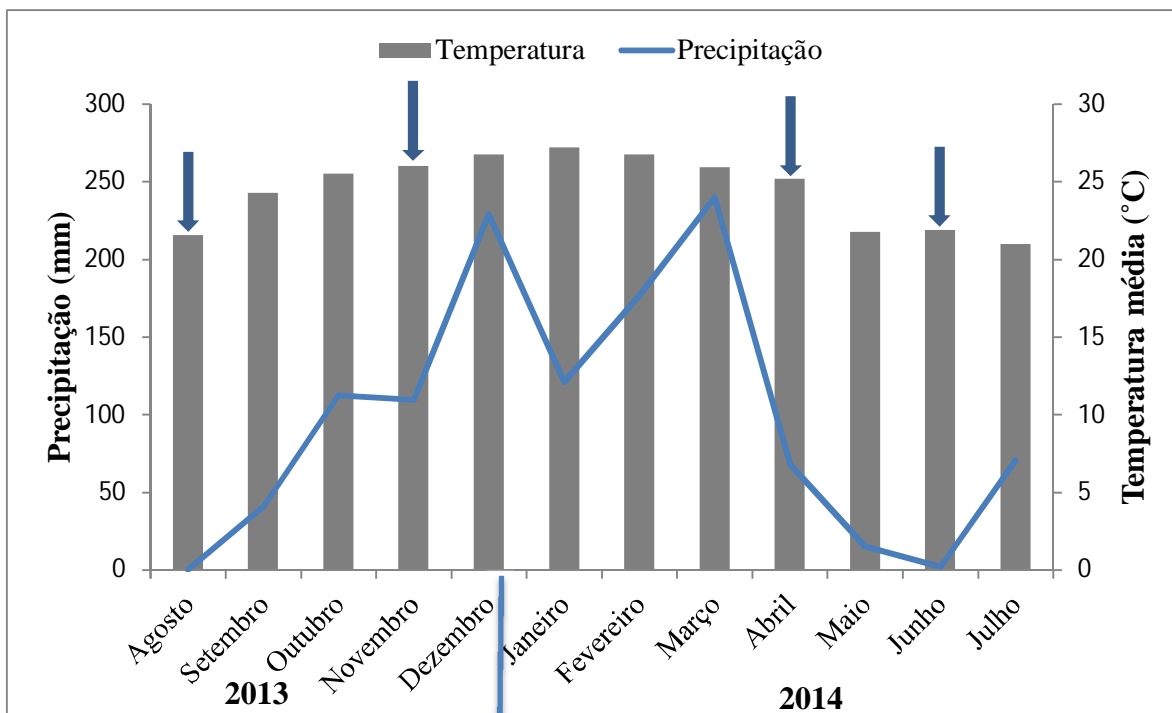
O estudo foi desenvolvido em seis lagoas marginais localizadas próximas ao km 12 da rodovia BR-153 entre as cidades de Nova Granada e Icém (20°25’S e 49°16’W). Dentre as inúmeras lagoas marginais existentes ao longo do rio Turvo, as seis estudadas foram: três permanentes (Federal, Parente e Moças) e três temporárias (Arizona, Kaco e Mazer). As lagoas do Rio Turvo são ambientes rasos que possuem abundância de macrófitas aquáticas enraizadas e flutuantes (Tabela 1).

**Tabela 1.** Localização e caracterização geral das lagoas da planície de inundação Rio Turvo.

Lagoas	Características
Moças	(20°13'49.3" S e 49°24'31.1" W) localiza-se a uma distância de 150 m do rio Turvo. Apresenta profundidade média de 1,5m, e 1500 m <sup>2</sup> de área. A região litorânea apresenta bancos de macrófitas enraizadas e flutuantes.
Arizona	(20°8'38.9" S e 49°18'43.1" W) localiza-se a uma distância de 10 m do rio Turvo. Apresenta profundidade média de 0,8m, e 18000 m <sup>2</sup> de área. A região litorânea apresenta bancos de macrófitas flutuantes.
Kaco	(20°13'57.6" S e 49°26'55.3" W) localiza-se a uma distância de 5 m do rio Turvo. Apresenta profundidade média de 0,6 m, e 4500 m <sup>2</sup> de área. A região litorânea apresenta bancos de macrófitas flutuantes.
Federal	(20°23'05.5" S e 49°16' 33.3 W) localiza-se a uma distância de 50 m do rio Turvo. Apresenta profundidade média de 0,8 m, e 10000 m <sup>2</sup> de área. A região litorânea apresenta bancos de macrófitas flutuantes.
Parente	(20°21'27 S e 49°16' 45.3" W) localiza-se a uma distância de 20 m do rio Turvo. Apresenta profundidade média de 1,2 m, e 2000 m <sup>2</sup> de área. A região litorânea apresenta bancos de macrófitas enraizadas e flutuantes.
Mazer	(20°20'20.3" S e 49°17' 19.4" W) localizada à 500m das margens do rio Turvo. Apresenta profundidade média de 0,4 m, e 3000 m <sup>2</sup> de área. A região litorânea apresenta bancos de macrófitas enraizadas e flutuantes.

O clima da região é classificada como tropical, quente e úmido, com uma estação seca e uma chuvosa (Arid et al., 1970). A variação da temperatura média ao longo do ano é de 25 °C e precipitação média de 1100-1250 mm, com altas concentrações na estação de chuvas e baixa concentração na estação seca.

As amostragens foram realizadas nos anos de 2013 e 2014, em três períodos do ciclo hidrológico da região: Seca (Agosto-Junho), Intermediário entre o período final da seca e início da chuvosa (Novembro) e Chuvosa (Abril) (Figura 2). As setas indicam os meses de amostragens.



**Figura 2.** Níveis de precipitação (mm) e temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) durante os anos 2013 e 2014.  
 Fonte: <http://www.ciiagro.sp.gov.br>

### Amostragem e identificação de Cladóceros

Em cada lagoa os cladóceros foram coletados com arrastos verticais com rede de plâncton de 45  $\mu\text{m}$  de malha ou com o bombeamento da água, utilizando-se uma bomba de sucção. As amostras foram armazenadas em frascos devidamente etiquetados, e fixadas em formol a 4%. Posteriormente, os cladóceros foram identificados no laboratório com auxílio de um microscópio óptico e um estereomicroscópio, utilizando-se chaves específicas de identificação: Elmoor-Loureiro (2010) e Elmoor-Loureiro (1997).

Foram medidas as variáveis físicas e químicas tais como: oxigênio dissolvido ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), condutividade ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), pH, temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) por meio do aparelho multiparâmetro YSI 556 MPS. A concentração de Clorofila *a* foi obtida pelo método descrito por Golterman et al., (1978). Material em suspensão foi determinado pela



metodologia gravimétrica descrita por Teixeira & Kutner (1962). A transparência da água foi medida com auxílio do disco de Secchi e a profundidade foi determinada utilizando-se uma corda graduada. Para a determinação da concentração de nitrogênio e fósforo foram coletadas amostras na coluna d'água e armazenados em frascos plásticos, congeladas e enviadas para análise em laboratório especializado.

### **Análise dos dados**

As variáveis ambientais foram comparadas entre os períodos através de análises de variância (ANOVA), seguido pelo teste de Tukey.

A assembleia de cladóceros foi analisada observando a riqueza de táxons (S), a densidade dos indivíduos, a diversidade de espécies através dos índices de Shannon-Wiener (H'), a dominância de Simpson (D) e a equabilidade de Pielou (J'), por meio do programa PAST (PAleontological STatistics).

Foi realizado teste t para verificar diferenças entre os períodos avaliados (seca, intermediário e chuvoso) dos índices de diversidade, e densidade dos organismos. As densidades foram logaritmizadas para alcançar os pressupostos de normalidade e homocedasticidade.

Para avaliar as variações entre as comunidades de cladóceros nos períodos estudados e testar a existência de diferenças entre elas, foi realizada a análise não paramétrica de Procedimento de Permutações Múltiplas (MRPP) a partir dos dados de abundância. Esta análise foi realizada utilizando programa R.

Foi realizada Análise de Redundância (RDA) entre as espécies de cladóceros, as variáveis limnológicas entre as estações e a matriz de incidência (presença/ausência) com o objetivo de verificar as correlações existentes entre as espécies e as variáveis limnológicas.

Esta análise foi realizada por meio de uma matriz de incidência (presença/ausência) das espécies em cada período.

Na tabela 2 se mostra as abreviações das lagoas usadas na análise de Escalonamento não-métrico multidimensional e Análise de Redundância (RDA).

**Tabela 2.** Abreviaturas das lagoas do Rio Turvo usadas na análise de Escalonamento não-métrico multidimensional e Análise de Redundância (RDA).

Lagoa Mazer Seca	lms	Lagoa Federal Seca	Lfs
Lagoa Mazer Intermediário	lmin	Lagoa Federal Intermediário	Lfin
Lagoa Mazer Chuvosa	lmch	Lagoa Federal Chuvosa	Lfch
Lagoa Parente Seca	lps	Lagoa Kako Seca	Lks
Lagoa Parente Intermediário	lpin	Lagoa Kako Intermediário	Lkin
Lagoa Parente Chuvosa	lpch	Lagoa Kako Chuvosa	Lkch
Lagoa Moças Seca	lmos	Lagoa Arizona Seca	Las
Lagoa Moças Intermediário	lmoim	Lagoa Arizona Intermediário	Lain
Lagoa Moças Chuvosa	lmoch	Lagoa Arizona Chuvosa	Lach

## Resultados

Foram observadas diferenças significativas entre os períodos avaliados (seca, intermediário e chuvoso) na variável temperatura, condutividade, fosforo e nitrogênio ( $p < 0,05$ ) (Tabela 3). No período seco as maiores médias foram para a variável transparência e material em suspensão. No período chuvoso foi registrada a maior média para clorofila a. O oxigênio apresentou uma variação entre os períodos passando de  $8,29 \text{ mg.L}^{-1}$  durante a seca, para  $5,04 \text{ mg.L}^{-1}$  durante o período de chuva.

**Tabela 3.** Médias e desvios padrão das variáveis físicas e químicas da água das lagoas marginais do Rio Turvo nos diferentes períodos de estudo, seca, intermediário (Inter) e chuvoso (Chuv).

Variáveis	Período			Anova		
	Seca	Inter	Chuv	F	fd	P
Temperatura (°C)	18,95±2,4 <sup>a</sup>	26,02±2,3 <sup>b</sup>	25,60±1,3 <sup>b</sup>	21,24	15	0,0001
Transparência (m)	0,66±0,5	0,46±0,1	0,40±0,1	0,98	15	0,3973
Profundidade (m)	0,85±0,4	0,90±0,4	0,85±0,4	0,019	15	0,9810
pH	6,71±0,2	6,91±0,5	6,59±0,2	1,06	15	0,3709
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	8,29±2,9	6,14±4,1	5,04±1,9	1,09	15	0,3881
C (µS.cm <sup>-1</sup> )	120,50±108 <sup>a</sup>	93,83±47,76 <sup>ab</sup>	330,20±228 <sup>ac</sup>	4,563	15	0,0283
Clorofila (µg. L <sup>-1</sup> )	27,66±11,0	19,21±6,83	33,37±11,4	0,508	15	0,6113
M.S (mg <sup>-1</sup> )	7,35± 3,0	4,89±2,70	6,86±3,0	1,009	15	0,3881
Fósforo (mg L <sup>-1</sup> )	0,85±0,4 <sup>a</sup>	0,05±0,0 <sup>b</sup>	0,09±0,0 <sup>b</sup>	19,61	15	0,0001
Nitrogênio (mg L <sup>-1</sup> )	25,42±3,2 <sup>a</sup>	32,90±6,8 <sup>a</sup>	15,03±4,39 <sup>b</sup>	19,02	15	0,0001

Oxigênio dissolvido (OD); Material em suspensão (M.S). Letras diferentes nas linhas indicam diferença estatística.

Foram registradas 37 espécies de cladóceros, distribuídas em 7 famílias (Tabela 4). Entre as espécies encontradas, a família Chydoridae foi a mais representativa com 16 espécies, seguida por Daphniidae e Macrothricidae, com 6 e 5 espécies, respectivamente.

*Chydorus eurinotus*, *Bosminopsis deitersi*, *Bosmina tubicen*, *Moina minuta* e *Ilyocryptus spinifer* foram as únicas espécies que ocorreram nos três períodos estudados.

**Tabela 4.** Lista de espécies amostradas nas Lagoas Marginais do Rio Turvo nos diferentes períodos de estudo, seca, intermediário (Inter) e chuvoso (Chuv).

Familia/Espécie	Abreviatura	Períodos		
		Seca	Inter	Chuv
<b>Chydoridae</b>				
<i>Chydorus eurinotus</i> Sars, 1901	C.euri	X	X	X
<i>Chydorus pubescens</i> Sars, 1901	C.pub	X		X
<i>Chydorus nitidulus</i> Sars, 1901	C.nit			X
<i>Notoalona sculpta</i> Sars, 1901	N.scu	X		X
<i>Euryalona orientalis</i> Daday, 1898	E.ori		X	
<i>Euryalona brasiliensis</i> Brehm & Thomsen, 1936	E.bras	X		X
<i>Kurzia longirostris</i> Daday, 1898	K.lon	X		
<i>Karualona muelleri</i> Richard, 1897	K.mue			X
<i>Leberis davidi</i> Richard, 1895	L.dav	X	X	
<i>Anthalona verrucosa</i> Sars, 1901	A.ver		X	X
<i>Alonella dadayi</i> Birge, 1910	A.dad			X
<i>Ephemeroporus tridentatus</i> Bergamin, 1931	E.tri	X		X
<i>Oxyurella longicaudis</i> Birge, 1910	O.lon			X
<i>Ephemeroporus hybridus</i> Daday, 1905	E.hib	X		X
<i>Alona guttata</i> Sars, 1862	A.gut			X
<i>Coronatella monacantha</i> Sars, 1901	C.mon			X
<b>Daphniidae</b>				
<i>Simocephalus daphnoides</i> Herrick, 1883	S.daph	X		
<i>Simocephalus vetuloides</i> Sars 1899	S.vet	X		X
<i>Ceriodaphnia silvestri</i> Daday, 1902	C.sil	X	X	
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> Sars, 1886	C.cor		X	X
<i>Ceriodaphnia richardi</i> Sars, 1901	C.ric			X
<i>Daphnia</i> sp.	Dap.sp	X		
<b>Bosminidae</b>				
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1980	B.dei	X	X	X
<i>Bosmina tubicen</i> Brehm, 1953	B.tub	X	X	X
<b>Macrothricidae</b>				
<i>Macrothrix superaculeata</i> Smirnov, 1992	M.sup	X	X	
<i>Macrothrix paulensis</i> Sars, 1901	M.pau	X		
<i>Macrothrix spinosa</i> King, 1853	M.spi	X		
<i>Macrothrix squamosa</i> Sars, 1901	M.squ	X		X
<i>Grimaldina brazzai</i> Richard, 1892	G.bra	X		X

**Moinidae**

<i>Moina minuta</i> Hansen, 1899	M.min	X	X	X
<i>Moinodaphnia macleayi</i> King, 1853	M.mac			X
<i>Moina rostrata</i> McNair, 1980	M.ros			X

**Sididae**

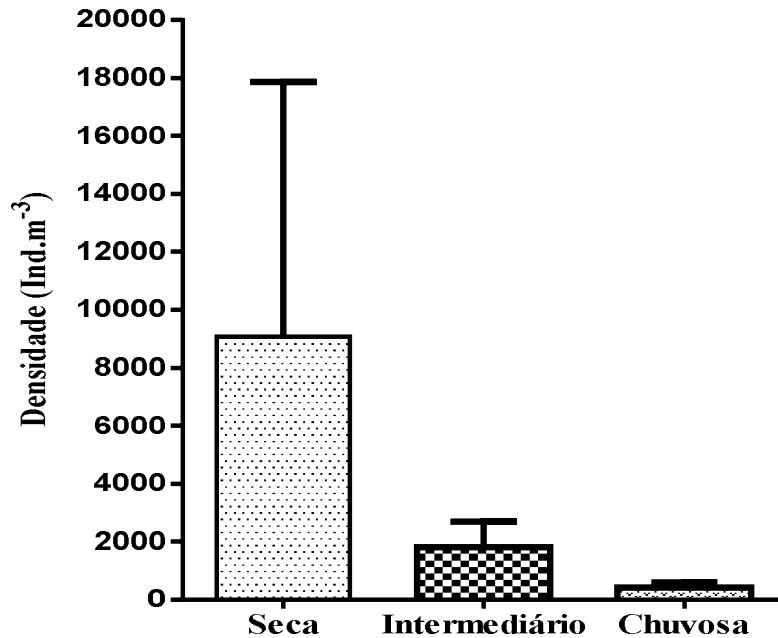
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korineck, 1981	D.bir		X	
<i>Diaphanosoma spinulosum</i> Herbst, 1967	D.spi	X		X
<i>Diaphanosoma brevireme</i> Sars, 1901	D.bre			X
<i>Sida crystallina</i> O. F. Müller 1776	S.cri	X		

**Ilyocryptidae**

<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrick, 1882	I.spi	X	X	X
---	-------	---	---	---

---

A variação da densidade média dos Cladocera não mostrou diferenças significativas entre os períodos avaliados ( $F= 0,72$  e  $p =0,48$ ), embora maiores valores tenham sido observados na estação seca (Figura 3) ( $9.069 \text{ ind.m}^{-3}$ ), e os menores no período chuvoso ( $424 \text{ ind.m}^{-3}$ ). A espécie com maior densidade nos três períodos seca, intermediário e chuvoso foi *M. minuta*. Já as espécies *Macrothrix superaculeata* e *Chydorus nitidulus* foram as segundas espécies nos períodos intermediário e chuvoso respectivamente.

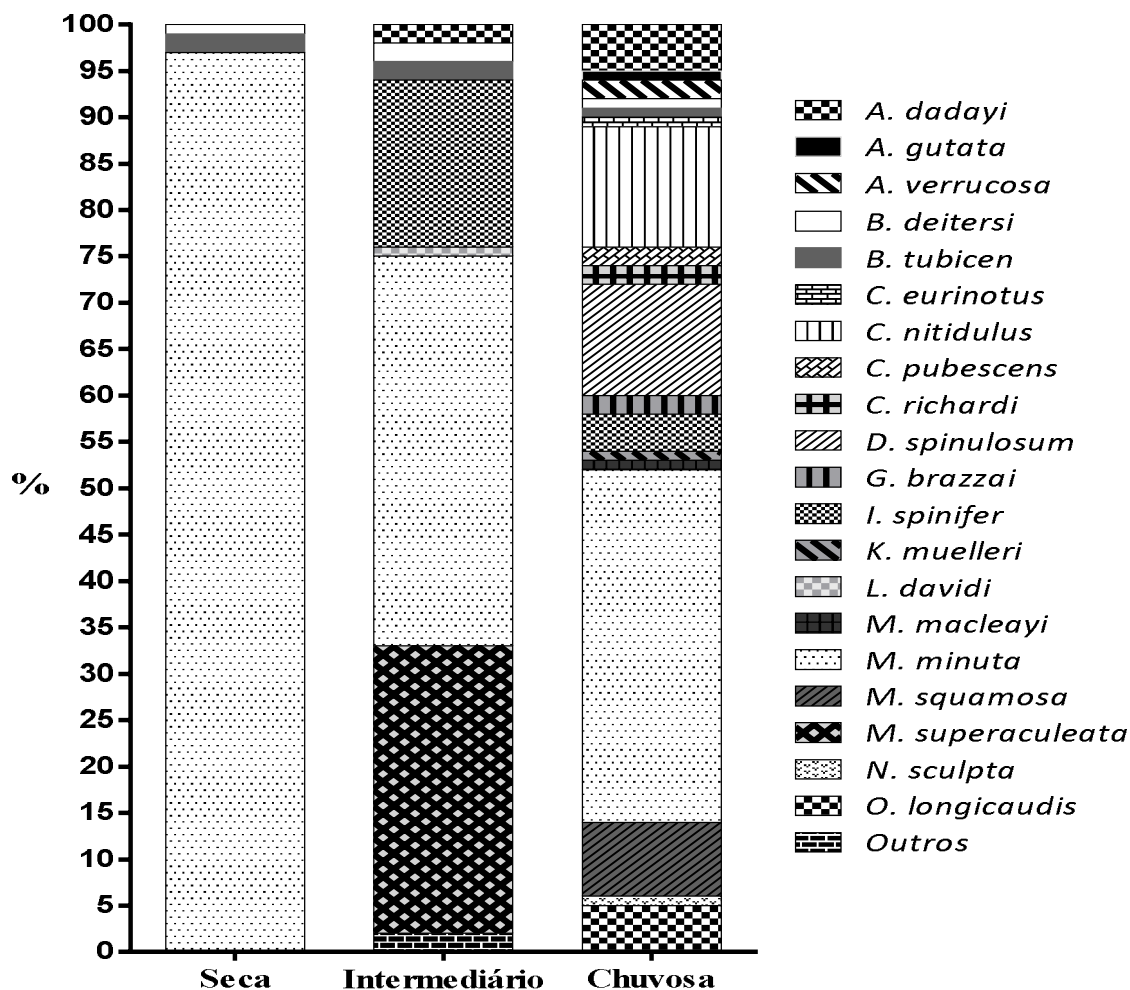


**Figura 3.** Média e desvio padrão das densidades dos cladóceros das lagoas marginais do Rio Turvo nos diferentes períodos de estudo, seca, intermediário e chuvoso.

Entre as espécies mais abundantes, *M. minuta* apresentou os maiores valores de abundância relativa nos três períodos estudados - seca, intermediário e chuvoso (97, 48 e 37%, respectivamente) (Figura 4). Esta espécie foi mais abundante no período seco, período em que os volumes das lagoas diminuem. *M. superaculeata* foi a segunda espécie mais abundante no período intermediário (31%), sendo totalmente ausente no período chuvoso, seguida pela espécie *I. spinifer* (18%). A espécie *C. nitidulus* foi a segunda mais abundante no período chuvoso (13%), sendo totalmente ausente nos períodos seca e intermediário, seguido pela espécie *D. spinulosum* (12%) ausente no período intermediário.

As espécies *C. cornuta*, *C. silvestri*, *C. monacantha*, *D. birgei*, *D. brevireme*, *S. crystallina*, *E. hybridus*, *E. tridentatus*, *E. brasiliensis*, *E. orientalis*, *L. davidi*, *M. paulensis*, *M. spinosa*, *M. rostrata*, *S. daphnoides*, *S. vetuloides* e *Daphnia* sp. não

atingiram 1% de abundância relativa da assembléa de cladóceros nos períodos estudados. Estas espécies foram agrupadas na categoria outros (Figura 4). Os maiores valores de abundância destas espécies foram encontrados no período intermediário.



**Figura 4.** Abundância relativa das espécies de Cladocera nas lagoas marginais do Rio Turvo nos diferentes períodos de estudo seca, intermediária e chuvosa.

Não foram observadas diferenças significativas entre os períodos seca, intermediário e chuvoso com relação aos índices de diversidade Shannon-Wiener ( $H'$ ), dominância de Simpson ( $D$ ) e a equabilidade ( $J'$ ). Os períodos seco e chuvoso apresentaram os maiores valores no índice de diversidade, e o período intermediário o menor valor de

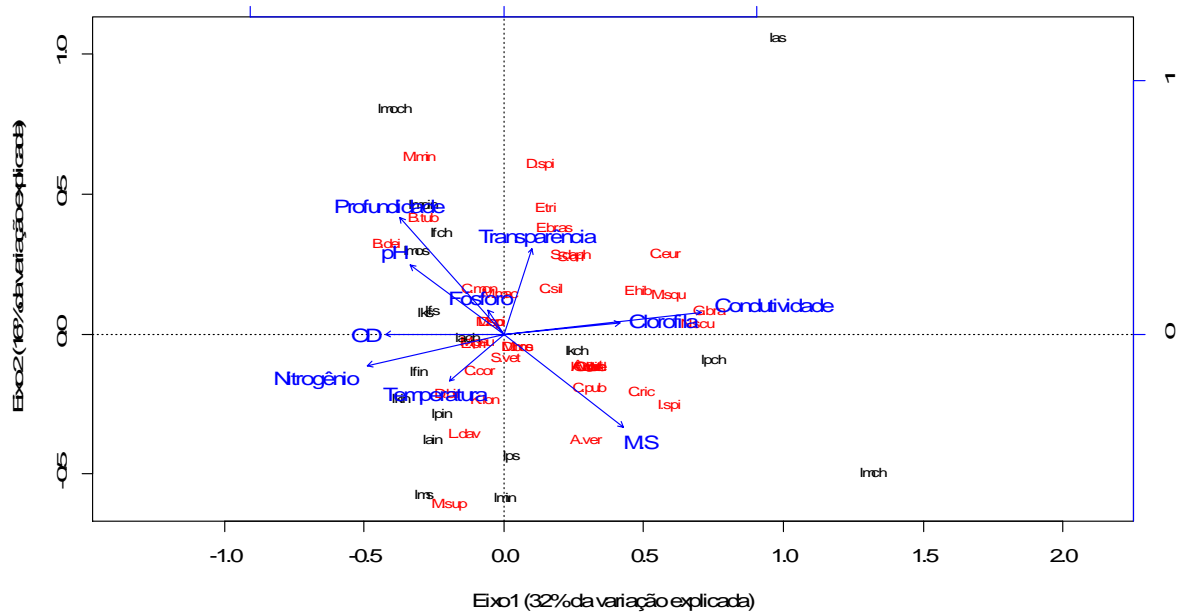
diversidade de espécies. O período seco apresentou maior equabilidade e o período intermediário mostrou o maior valor de dominância (Tabela 5).

**Tabela 5.** Média e desvio padrão dos índices de Diversidade de Shannon-Winer (H'), Dominância de Simpson (D) e Equabilidade (J) da comunidade de cladóceros encontrados nos diferentes períodos de estudo, seca, intermediário e chuvoso nas lagoas do Rio Turvo – SP.

	Seca	Intermediário	Chuvosa
Riqueza (S)	5±4	4±2	6±4
Dominância(D)	0,5±0,3	0,7±0,2	0,5±0,3
Diversidade (H)	1,1±0,8	0,6 ±0,4	1,1± 0,7
Equabilidade (J)	0,7±0,4	0,5±0,3	0,6±0,3

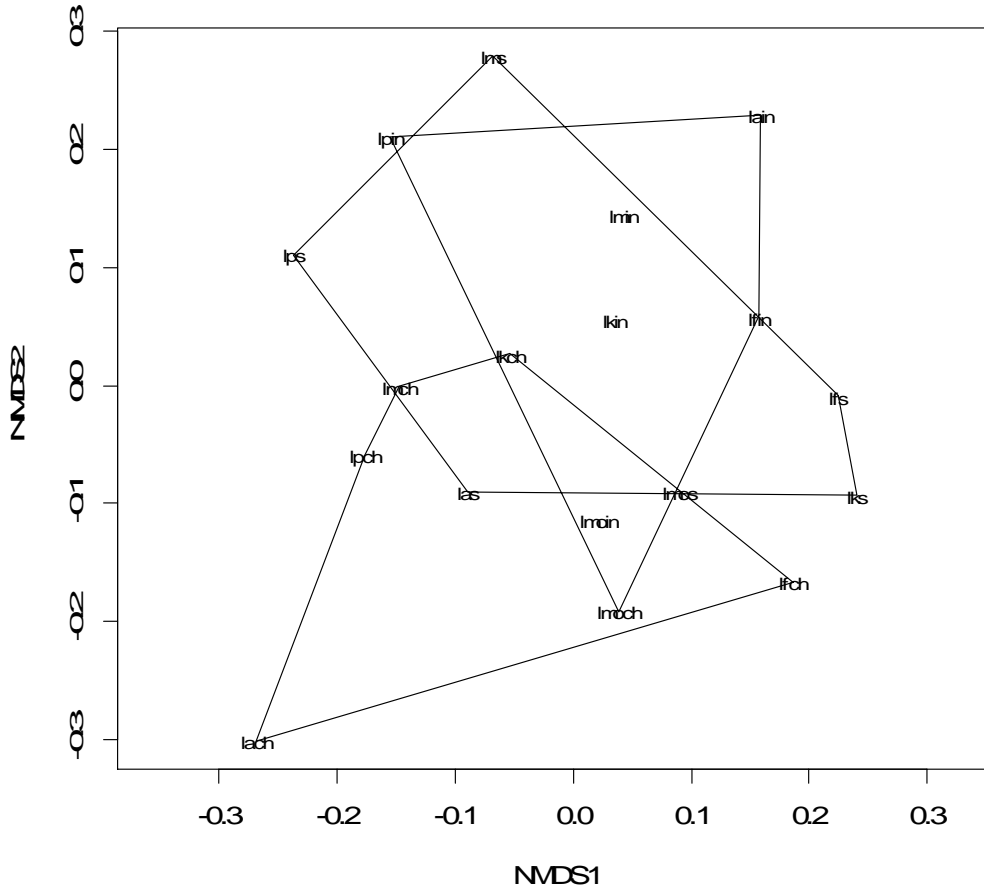
O diagrama de ordenação (Figura 5) foi elaborado com os dois primeiros eixos da Análise de Redundância que explicaram 48% da variação percentual acumulada da relação entre as espécies de cladóceros, períodos avaliados e variáveis ambientais. A análise mostrou que existe estruturação entre as matrizes de dados ( $p=0,025$ ). As espécies *M. minuta*, *B. deitersi*, *B. tubicen*, *Daphnia* sp, *M. spinosa*, *C. monacantha*, *M. macleayi* foram correlacionadas com profundidade, pH e fósforo, não havendo um período específico para este grupo. No período intermediário, as espécies *C. cornuta*, *D. birgei*, *K. longirostris*, *L. davidi*, *S. vetuloides*, foram correlacionadas com a temperatura e nitrogênio. No período chuvoso, as espécies *A. verrucosa*, *C. pubescens*, *C. richardi*, *I. spinifer*, estiveram correlacionados com material em suspensão. As espécies *D. spinulosum*, *E. tridentatus*, *E. brasiliensis*, *C. silvestri*, estiveram correlacionadas com a transparência, já as espécies *N. sculpta*, *G. brazzai*, *M. squamosa* foram correlacionadas com as variáveis condutividade e clorofila *a*.





**Figura 5.** Representação gráfica dos resultados de Análise de redundância (RDA) relacionando as variáveis ambientais, períodos (seca, intermediário e chuvoso) com a composição de espécies de cladóceros das lagoas da planície de inundação do Rio Turvo. Ver tabela 2 para abreviação das espécies de cladóceros.

O teste MRPP realizado para avaliar as variações entre as comunidades de cladóceros nos períodos estudados demonstrou que não existem diferenças estatisticamente significativas entre os períodos analisados seco, intermediário e chuvoso com respeito à composição de espécies de cladóceros (A: 0.002173,  $p=0.477$ ) (Figura 6).



**Figura 6.** Escalonamento não-métrico multidimensional distribuindo as unidades amostrais em função da composição das espécies de cladóceros nos períodos seca, intermediário e chuvosa, nas lagoas marginais do Rio Turvo, SP. Ver tabela 2 para abreviação das lagoas do Rio Turvo.

## Discussão

As diferentes estações do ano influenciam os processos físicos, químicos e biológicos nos ecossistemas aquáticos em regiões subtropicais e tropicais, onde a estação seca e chuvosa são bem definidas (Infante, 1988). Segundo Costa & Henry (2002), a intensidade e a frequência do pulso de inundação em lagoas marginais estão relacionadas ao grau de associação com os rios e sua localização na planície de inundação. Tais fatores

também afetam as características limnológicas destes locais, uma vez que as lagoas marginais são muito suscetíveis aos eventos de cheia e seca.

As alterações das variáveis físicas, químicas e biológicas que ocorreram neste estudo provavelmente podem estar relacionadas ao grau de conexão existente entre as lagoas e o Rio Turvo. Em relação à condutividade mostrou diferenças significativas entre os períodos avaliados, sendo o período chuvoso aquele com o maior valor. Provavelmente este valor pode estar relacionado com a remoção de sedimentos provocada pelas chuvas, com a entrada da água do rio para as lagoas e com os processos de decomposição de matéria orgânica que disponibilizam nutrientes (Melack & Forsberg, 2001). A temperatura da água mostrou diferenças significativas entre períodos, sendo que o período intermediário e chuvoso registraram os maiores valores, que acompanharam o aumento de temperatura da primavera e verão. Em regiões tropicais, o período chuvoso apresenta os maiores valores de temperatura, o qual proporciona melhores condições para o desenvolvimento das espécies, uma vez que os cladóceros e copépodos têm maiores taxas de desenvolvimento em condições de elevadas temperaturas (Rocha & Matsumura-Tundisi, 1990; Hart, 1987).

O fósforo e o nitrogênio são elementos importantes nos sistemas biológicos, e em águas continentais são fatores limitantes de produtividade (Esteves, 2011). Estas duas variáveis mostraram diferenças significativas entre períodos. O maior valor de nitrogênio observado no período intermediário pode ser explicado pelo aporte deste nutriente durante o regime do pulso de inundação (Bai et al., 2005), ou seja, o ingresso da água do rio no início das chuvas dentro das lagoas (período intermediário), provavelmente contribui para a dinâmica deste nutriente. Segundo Furtado et al. (2015), o ingresso das águas de rios de planícies de inundação para as lagoas marginais é um evento de aporte de nutrientes para

estes ecossistemas. Já durante o período seco a influência do rio nas lagoas da planície de inundação é fortemente reduzida ou nula e as características da água dependem de processos biogeoquímicos internos (Forsberg et al., 1988). Os maiores valores de fósforo encontrados no período seco, provavelmente se devem aos processos internos como a decomposição de macrófitas aquáticas, que morrem quando as lagoas diminuem os níveis de água. Durante este processo os nutrientes são liberados para a coluna de água, promovendo uma ciclagem deste nutriente no ecossistema (Thomaz, 2003; Heckman, 1999; Furch et al., 1983).

Do ponto de vista ecológico, o oxigênio dissolvido na água é uma variável extremamente importante, uma vez que a maioria dos organismos necessita deste elemento para a respiração. O maior valor de oxigênio dissolvido registrado no presente estudo foi no período seco, já no período chuvoso se observou o contrário. A diminuição de oxigênio pode estar associada às taxas de decomposição e de respiração nesse período (Thomaz et al., 1997). O resultado mais uma vez pode estar relacionado com a decomposição de macrófitas aquáticas presentes nas lagoas durante o período, indicando a importância desta comunidade para o metabolismo de todo o sistema. Em áreas inundáveis o oxigênio é rapidamente absorvido por microorganismos consumidores, os quais decompõem a abundante matéria orgânica produzida pelas macrófitas (Junk & Welcomme, 1990). Ao mesmo tempo, nos períodos mais quentes, a quantidade de matéria orgânica intensifica os processos biológicos, ou seja, o metabolismo dos organismos é mais intenso o que provoca um maior consumo de oxigênio (Guereschi & Fonseca-Gessner, 2000).

Neste estudo os valores de clorofila *a* tiveram variações, com maiores concentrações registrados no período chuvoso e menores concentrações no período

intermediário. Bonecker et al. (2011) reportaram maiores concentrações de clorofila *a* também no período chuvoso relacionando os resultados com a maior circulação de água e entrada de material alóctone que promove o aumento da produção primária, o que também pode ter ocorrido neste estudo.

Os valores da profundidade e transparência das lagoas foram baixos, sendo característica de lagos raso. No período intermediário e chuvoso se observou um leve aumento na profundidade, períodos nos quais se apresentam a conexão das lagoas com o rio, e como consequência o volume das lagoas aumenta apresentando uma maior profundidade e uma menor transparência, além disso, a densidade dos cladóceros diminuiu sofrendo o efeito de diluição. No período seco com a desconexão, as lagoas apresentaram uma menor profundidade, e os cladóceros aumentaram a densidade. A baixa profundidade, é também um fator que resulta na baixa transparência (Palazzo et al., 2008), o qual foi corroborado nesse estudo. Os baixos valores de transparência da água no período chuvoso também foram influenciados pela conexão, causando uma ressuspensão das partículas presentes no sedimento.

A composição de cladóceros nas lagoas marginais do Rio Turvo mostrou que a família mais representativa foi Chydoridae. Resultado similar foi reportado nas lagoas marginais da planície de inundação do Rio Taquari, MS, verificando que família Chydoridae foi a mais representativa (Güntzel et al., 2010). As espécies que compõem esta família contribuem com a maior porcentagem da diversidade registrada dentro do grupo de cladóceros (Forró, 2008). Esta família contém espécies de hábitos bentônicos e litorâneas, e são encontradas, muitas vezes, associadas aos bancos de macrófitas (Santos-Wisniewski et al., 2002; Dumont & Negrea, 2002). Possuem diferentes hábitos alimentares, sendo

raspadores ou coletores de partículas presentes na vegetação, no sedimento ou suspensas na água (Soares & Elmoor- Loureiro, 2011; Sousa & Elmoor-Loureiro, 2008; Santos-Wisniewski et al., 2002; Nogueira, 2001). O número de espécies desta família foi abundante no ambiente e nos estômagos dos peixes onde foram encontrados indivíduos de 12 espécies da família Chydoridae na dieta (Otero et al., 2016 Capítulo 1). Esses resultados mostram a importância de cladóceros não planctônicos, para a riqueza da comunidade nas lagoas da planície de inundação.

O aumento na densidade no período seco pode estar relacionado com a ausência do efeito de diluição do zooplâncton e a conectividade entre os ambientes lênticos e lóticos. Estudos mostram que durante o período de enchente e cheia a comunidade zooplanctônica tende a reduzir a sua abundância pelo carreamento ou dispersão dos organismos nos ambientes aquáticos de planície de inundação (José de Paggi & Paggi, 2007; Lansac-Tôha et al., 2004). Nossos dados corroboram o encontrado nestes estudos, pois a entrada de água nas lagoas causou o efeito de diluição nos cladóceros gerando uma menor densidade no período intermediário e chuvoso.

A espécie *M. minuta* obteve os maiores valores de densidade nas três estações. A abundância dessa espécie é comum em um grande número de ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná (Lansac-Tôha et al., 2004, 1997, 1993; Sendacz, 1984), na região amazônica (Bozelli, 1992; Robertson & Hardy, 1984), em planícies de inundação da Venezuela (Vásquez & Rey, 1989; Hamilton et al., 1990) e do rio Paraná médio (Paggi & José de Paggi, 1990). Esse padrão para a espécie pode estar relacionado a características de sobreviver em ambientes oligotróficos a mesotróficos, que apresentam déficit de oxigênio, alta temperatura e baixa transparência da água (Branco et al., 2007). Já Panarelli (2004), no

estudo realizado na Lagoa do Coqueiral, relacionou a alternância na abundância de espécies do gênero *Moina* a condições de trofia e turbidez. Otero et al., (2016 Capítulo 2), encontrou que *M. minuta* foi uma das espécie da maior abundância na dieta dos peixes das lagoas, o que demonstra que esta espécie tem uma distribuição espacial ampla no ecossistema.

Comparando-se os diferentes períodos, os resultados dos índices de diversidade não mostraram diferenças significativas entre as estações. No entanto, é possível observar que no período chuvoso se apresentou a maior riqueza de espécies. Vários estudos têm mostrado que a maior riqueza se apresenta durante o período chuvoso (Ferrareze & Nogueira, 2011; Lansac-Tôha et al., 2009; Aoyagui & Bonecker, 2004). Provavelmente o aumento da riqueza é devido à circulação e homogeneização das diferentes massas de água, e conseqüente favorecimento do intercâmbio de fauna entre ambientes e entre as regiões pelágica e litorânea propiciando a ocorrência de espécies planctônicas e não planctônicas na comunidade (Ferrareze & Nogueira, 2011; Lansac-Tôha et al., 2009; Aoyagui & Bonecker, 2004). Em planícies de inundação, com o aumento da distância do canal principal do rio, no período de desconexão, ocorre a atenuação do pulso hidrológico e redução da influência da fauna de origem lótica, tendo como conseqüência o decréscimo da riqueza de espécies (Ward et al., 1999).

De acordo com os resultados da análise de RDA pode-se observar que a presença das espécies de cladóceros em determinadas períodos avaliados está relacionada com algumas variáveis físicos e químicos, além dos resultados mostrarem uma leve separação entre os períodos de estudo. Correlações positivas entre o fósforo e as espécies *M. minuta*, *B. deitersi*, *B. tubicen*, *Daphnia* sp., *M. spinosa*, *C. monacantha* e *M. macleayi* podem ser explicadas por uma possível relação de nutrição entre os cladóceros e o fitoplâncton,

considerando que o fósforo é um elemento importante no crescimento das algas (Fileto et al., 2004; Elser et al., 2001). No período intermediário a correlação positiva entre temperatura e nitrogênio e as espécies *C. cornuta*, *D. birgei*, *K. longirostris*, *L. davidi*, *S. vetuloides*, esteve relacionada o fato de que aumento na temperatura pode acelerar os processos de decomposição, liberando nutrientes como o nitrogênio, e aumentar as taxas reprodutivas, gerando aumentos populacionais. Baixa temperatura pode ser limitante para a sobrevivência dos cladóceros, gerando uma diminuição na taxa de crescimento, atividade reprodutiva, diminuição de alimento e sobrevivência (Bezerra & Pinto, 2007; Bunioto & Arcifa, 2007; Sarma et al., 2005). A correlação entre a transparência da água e as espécies *A. verrucosa*, *C. pubescens*, *C. richardi* e *I. spinifer*, esteve relacionada com uma menor transparência no período chuvoso, o qual pode ter sido influenciada pela conexão causando uma suspensão das partículas presentes no sedimento. Nenhuma correlação foi encontrada com oxigênio dissolvido, e isso deve indicar que não houve variações significativas do oxigênio que possam ter afetado a comunidade de cladóceros.

Neste estudo foi possível observar que o pulso de inundação nas lagoas marginais do Rio Turvo influencia algumas variáveis físicas e químicas da água e na composição e densidade de cladóceros. Já a espécie *Moina minuta* foi a mais abundante nos três períodos estudados. A análise RDA mostrou algumas associações entre variáveis físicas e químicas da água e poucas correlações com os períodos. Esse trabalho contribuiu para composição da lista de espécies de cladóceros encontradas nas lagoas da planície de inundação do rio Turvo.



## Referências

Alho, C.J.R. 2011. Biodiversity of the Pantanal: its magnitude, human occupation, environmental threats and challenges for conservation. *Brazilian Journal of Biology* 71:229-232.

Aoyagui, A.S.M., Bonecker, C.C. 2004. Rotifers in different environments of the Upper Paraná River floodplain (Brazil): richness, abundance and the relationship with connectivity. *Hydrobiologia*. 522: 281-290.

Araújo, R.B. 2008. Ictiofauna de lagoas marginais sazonalmente isoladas, Rio Turvo, Bacia do Rio Grande, Alto Paraná, SP. Tese de doutorado. CAUNESP. Jaboticabal, 108 p.

Arid, F.M., Castro, P.R.M., Barcha, S.F. 1970. Estudos hidrogeológicos no município de São José do Rio Preto, SP. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*. 19: 43-69.

Baia, J., Ouyanga, H., Dengb, W., Zhub, Y., Zhangb, X., Wanga Q. 2005. Spatial distribution characteristics of organic matter and total nitrogen of marsh soils in river marginal wetlands. *Geoderma*. 124: 181-192.

Bernardi, R., Giussani, G., Manca, M. 1987. Cladocera: Predators and prey. *Hydrobiologia*. 145: 75-84.

Bezerra, J.F., Pinto, R.M. 2007. Diel vertical migration of the copepod *Thermocyclops inversus* (Kiefer, 1936) in a tropical reservoir: the role of oxygen and the spatial overlap with *Chaoborus*. *Aquatic Ecology*. 41: 535-545.

Bonecker, C.C., de Azevedo, F., Simões, N.R. 2011. Zooplankton body-size structure and biomass in tropical floodplain lakes: relationship with planktivorous fishes. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 23(3): 217-228.

Bonecker, C.C., Lansac-Tôha, F.A., Staub, A. 1994. Qualitative study of the rotifers in different environments in the high Paraná River floodplain (MS). *UNIMAR*. 16(3):1-16.

Bozelli, R.L. 1992. Composition of the zooplankton of Batata and Massuará lakes and of the Trombeta River. *Amazoniana*. 12:239-261.

Branco, C.W.C., Kozlowsky-Suzuki, B., Esteves, F.A. 2007. Environmental changes and zooplankton temporal and spatial variation in a disturbed Brazilian coastal lagoon. *Brazilian Journal of Biology*. 67(2): 251-262.

Bunioto, T.C., Arcifa, M.S. 2007. Effects of food limitation and temperature on cladoceran from a tropical Brazilian lake. *Aquatic Ecology*. 41: 569-578.

Choueri, R.B., Bonecker, C.C., Dias, J.D. 2005. Spatial and temporal density variation of microcrustacean assemblages in different systems of the upper Paraná River floodplain (PR/MS-Brazil). *Acta Scientiarum*. 27: 243-250.

Ciiagro online. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/>. Acesso em 25/03/2016.

Costa, M.L., Henry, R. 2002. Biomassa e composição química de *Eicchornia azurea* de três lagoas laterais ao Rio Paranapanema na zona de sua desembocadura na Represa de Jurumirim (São Paulo). *Hoehnea*. 29(2): 65-77.

Dumont, H.J., Negrea, S.V. 2002. Introduction to the class Branchiopoda. In : Dumont, H.J. (ed). *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world*. Leiden, Backhuys Publishers. 398 p.

Elmoor-Loureiro., L.M.A. 2010. Cladóceros do Brasil: Famílias Chydoridae e Eurycercidae. User's Guide and application published at: <http://cladocera.wordpress.com>

Elmoor-Loureiro, L.M.A. 1997. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil. Editora Universa. Universidade Católica de Brasília. Brasília. 155 p.

Elser, J.J., Hayakawa, O., Urabe. J. 2001. Nutrient limitation reduces food quality for zooplankton: Daphnia response to seston phosphorus enrichment. *Ecology*. 82: 898-893.

Esteves, F.A. 2011. Fundamentos em limnologia. 3<sup>a</sup>. Ed. Editora Interciência. Rio de Janeiro. 826 p.

Ferrareze, M., Nogueira, M.G. 2011. Importance of lateral lagoons for the zooplankton assemblages (Cladocera and Copepoda) in a large tropical reservoir. *Oecologia Australis*. 15(3): 522-536.

Fileto, C., Arcifa, M.S., Ferrão-Filho, A. S., Silva, L.H.S. 2004. Influence of phytoplankton fractions on growth and reproduction of tropical cladocerans. *Aquatic Ecology*. 38: 503-514

Forsberg, B.R., Devol, A.H., Richey, J.E., Martinelli, L.A., Dos Santos, H. 1988. Factors controlling nutrient concentrations in Amazon floodplain lakes. *Limnology and Oceanography*. 33(1):41-56.

Forró, L., Korovchinsky, N.M., Kotov, A.A., Petrusek, A. 2008. Global diversity of cladocerans (Crustacea; Cladocera) in freshwaters. *Hydrobiologia*. 595: 177-184.

Furch, K., Junk, W.J., Dieterich, J., Kochert, N. 1983. Seasonal variation in the major cation (Na, K, Mg and Ca) content of the water of Lago Camaleão, an Amazonian floodplain-lake near Manaus, Brasil. *Amazoniana*. 8(1): 75-89.

Furtado R.H., Benassi, R. F., Calijuri, M.C., Alves, A. 2015. Influence of water fluctuations on the limnological characteristics of two floodplain lagoons (Ribeira do Iguape Valley, state of São Paulo, Brazil). Influence of water fluctuations on the limnological characteristics of two floodplain lagoons (Ribeira do Iguape Valley, state of São Paulo, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*. 27(4): 431-440

Golterman, H.L., Clymo, R.S., Ohmstad, M.A.A. 1978. Methods for physical and chemical analysis of freshwaters. Blackwell Scientific Publication: Oxford, 213 p.

Gubiani, E.A, Gomes, L.C., Agostinho A.A., Okada. E.K. 2007. Persistence of fish populations in the upper Paraná River: effects of water regulation by dams. *Ecology of Freshwater Fish*. 16: 191-197.

Guereschi, R.M., Fonseca-Gessner, A.A. 2000. Análise de variáveis físicas e químicas da água e do sedimento de três córregos da Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP, Brasil. In: Santos, J.E., Pires, J.S.R. (Eds.) Estudos integrados em ecossistemas: Estação Ecológica de Jataí. São Carlos: Editora Rima. 2: 387-402.

Guimarães, W.L. 2016. Contribuição dos Ovos de Resistência de Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) para a Recolonização de Ambientes Lacustres Temporários. Dissertação. UNESP. São José do Rio Preto, 72 p.

Güntzel, A.M., Panarelli, E.A., Marcos, W.S., Roche K.F. 2010. Influence of connectivity on Cladocera diversity in oxbow lakes in the Taquari River floodplain (MS, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*. 22(1):93-101.

Hamilton, S.K., Sippel, S.J., Lewis, W.M, Saunders, J.F. 1990. Zooplankton abundance and evidence for its reduction by macrophyte mats in two Orinoco floodplain lakes. *Journal of Plankton Research*. 12:345-363.

Hart, R.C. 1987. Population dynamics and production of five crustacean zooplankters in a subtropical reservoir during years of contrasting turbidity. *Freshwater Biology*. 15(2): 287-318.

Heckman, C.W. 1999. Geographical and climatic factors as determinants of the biotic differences between the Northern and Southern parts of the Pantanal Mato-Grossense. In: *Simpósio sobre recursos naturais e Sócio-econômico do Pantanal*, 2. Corumbá: Embrapa Pantanal. 165 -167 p.

Hollwedel, W., Kotov, A.A., Brandorff, G.O. 2003. Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) from the Pantanal (Brazil). *Arthropoda Selecta*. 12(2): 67-93.

Infante, A.G. 1988. *El plankton de las aguas continentales*. Washington: The general secretariat of the organization of American States, 125 p.

José de Paggi, S.; Paggi, J.C. 2007. Zooplankton. In *The Middle Paraná River: limnology of a subtropical wetland*, Iriondo, M.H.J.C., Paggi, M. J. Parma, Ed.: Springer (ed.). New York, 229-250 p.

Junk, W., Cunha, C.N., Wantzen, K.M., Peterman, P., Strussmann, C., Marques, M.I., Adis, J. 2006. Biodiversity and its conservation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Aquatic Sciences*. 68:278-309.

Junk, W.J., Welcomme, R.L. 1990. Floodplains. In Patten, B.C. ed. *Wetlands and shallow continental water bodies*. The Hague: SPB Academic. 772 p.

Junk, W.J., Bayley, P.B., Sparks, E.R. 1989. The flood pulse concept in river floodplain system. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 106: 110- 127.

Junk, W.J. 1980. Áreas inundáveis: um desafio para Limnologia. *Acta Amazônica*. 10(4): 775 -795.

Landa, G.G., Mourgués-Schurter, L.R. 2000. Caracterização da comunidade Zooplanctônica de um sistema artificial (represa zootécnica), no Campus da Universidade Federal de Lavras - MG. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 12(1): 69-83.

Lansac-Tôha, F.A., Bonecker, C.C., Velho, L.F.M., Simões, N.R., Dias, J.D., Alves, G.M., Takahashi, E.M. 2009. Biodiversity of zooplankton communities in the Upper floodplain: interannual variation from long-term studies Paraná River. *Brazilian Journal Biology*. 69(2, Suppl): 539-549.

Lansac-Tôha, F.A., Bonecker, C.C., Velho, L.F.M. 2004. Composition, species richness and abundance of the zooplankton community. In *The upper Paraná river and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation*, Thomaz, S. M., Agostinho, A. A., Hahn, N. S. Ed.: Backhuys (ed.). Publishers Netherlands, 145-190 p.

Lansac-Tôha, F.A., Bonecker, C.C., Velho, L.F.M., Lima, A.F. 1997. Composição, distribuição e abundância da comunidade zooplanctônica. In: Vazzoler, A.E.A.M., Agostinho, A.A., Hahn, N.S. (ed.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*, EDUEM, Maringá, 117-155 p.

Lansac-Tôha, F.A., Lima, A.F., Thomaz, S.M., Roberto, M.C. 1993. Zooplâncton de uma planície de inundação do rio Paraná I. Variação sazonal e influência dos níveis fluviométricos sobre a comunidade. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 6: 42-55.

Lima, A.F., Lansac-Tôha, F.A., Velho, L.F.M, Bini, L.M., Takeda, A.M. 2003. Composition and abundance of Cladocera (Crustacea) assemblages associated with *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth stands in the Upper Paraná River floodplain. *Acta Scientiarum*. 25:41-48

Lima, A.F., Lansac-Tôha, F.A., Bonecker, C.C. 1996. Zoplankton in the floodplain of a tributary to the Paraná River in Mato Grosso do Sul, Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 31(2): 112 -116.

Melack, J.M., Forsberg, B.R. 2001. Biogeochemistry of Amazon floodplain lakes and associated wetlands. In: McClain, M. E., Victoria, R. L., Richey, J. E. (Ed.). *The biogeochemistry of the amazon basin*. Oxford: Oxford University Press. 235-274 p.

Melão, M.G.G. 1999. Desenvolvimento e aspectos reprodutivos de cladóceros e copépodos de águas continentais brasileiras. In: Pompeo, M.L.M. (ed.). *Perspectivas da Limnologia no Brasil*. Gráfica e Editora União: São Luís, 45-57 p.

Nogueira, M.G. 2001. Zooplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia*. 455: 1-18.

Paggi, J.C., José de Paggi, S. 1990. Zooplâncton de ambientes lóticos e lênticos do rio Paraná médio. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 3: 685-719.

Pallazo, F., Bonecker, C.C, Negae, M.Y. 2008. Zooplankton dormancy forms in two environments of the upper Paraná River floodplain (Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*. 20:55-62.

Panarelli, E.A. 2004. Flutuações mensais da comunidade zooplanctônica e dinâmica das populações de Cladocera em lagoas marginais, na região de transição Rio Paranapanema - Represa de Jurumirim (SP). Tese de Doutorado. UNESP. Instituto de Biociências de Botucatu. Botucatu, 247 p.

Panarelli, E., Casanova, S.M.C., Nogueira, M.G., Mitsuka, P., Henry, R. 2003. A comunidade zooplanctônica ao longo de gradientes longitudinais no Rio

Paranapanema/Represa de Jurumirim (São Paulo, Brasil). In: Henry, R. (Org.). Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos. RiMa Editora: São Carlos, 129-160 p.

Pelicice, F. M., Agostinho A. A. 2006. Feeding ecology of fishes associated with *Egeria* spp. Patches in a tropical reservoir, Brazil. Ecology of Freshwater Fish. 15: 10-19.

Petry, A.C., Abunjara, F., Piana, P.A., Julio Junior, H.P., Agostinho, A.A. 2004. Fish assemblages of the seasonally isolated lagoons of the upper Paraná river floodplain. In Agostinho, A.A; Rodrigues L; Gomez L.C; Thomaz S.M; Miranda L.E. (Ed). Structure and functioning of the Paraná river and its floodplain. Maringá. EDUEM. (107- 115) 275 p.

Roberto, M.C., Santana, F.C., Thomaz, S.M. 2010. Limnology in the Upper Paraná River floodplain: large-scale spatial and temporal patterns, and the influence of reservoirs. Brazilian Journal of Biology. 69:717-725.

Robertson, B.A., Hardy, E.R. 1984. Zooplankton of Amazonian lakes and rivers. In Sioli, H. (ed), The Amazon. Limnology and Landscape Ecology of a Might Tropical River and Its Basin. Dr W. Junk Publishers, Dordrecht: 337-352 p.

Rocha, O., Matsumura-Tundisi, T. 1990. Growth rate, longevity and reproductive performance of *Daphnia laevis* Birge, *Daphnia gessneri* Herbst and *D. ambigua* Scourfield in laboratory cultures. Revista Brasileira de Biologia. 50(4): 915-921.

Santos-Wisniewski, M.J., Rocha, O., Güntzel, A.M., Matsumura-Tundisi, T. 2002. Cladocera Chydoridae of high altitude water bodies (Serra da Mantiqueira), in Brazil. Brazilian Journal of Biology. 62(4): 681-687.

Sarma, S.S.S., Nandini, S., Gulati, R.D. 2005. Life history strategies of cladocerans: comparisons of tropical and temperate taxa. Hydrobiologia. 542: 315- 333.

Sendacz, S.A. 1984. Study of the zooplankton community of Billings reservoir São Paulo. Hydrobiologia. 133:121-127.



Serafim Jr, M., Lansac-Tôha, F.A, Paggi J.C., Velho, L.F.M., Robertson, B. 2003. Cladocera fauna composition in a river-lagoon system of the Upper Paraná River floodplain, with a new record for Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 63:349-356.

Soares, C.E.A.; Elmoor-Loureiro, L.M.A. 2011. An updated checklist of Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) from Pernambuco State, Brazil. *Biota Neotropica*. 11(2): 1-6.

Sousa, F.D.R., Elmoor-Loureiro, L.M.A. 2008. Cladóceros fitófilos (Crustacea, Branchiopoda) do Parque Nacional das Emas, estado de Goiás. *Biota Neotropica*. 8(1): 159-166.

Teixeira, C., Kutner, M.B. 1962. Plankton studies in a mangrove environment. I - First assessment of standing stock and ecological factors. *Boletim do Instituto Oceanográfico*. 12: 101-124.

Thomaz, M.C. 2003. Floodplain river ecosystem: lateral connections and the implications of human interference. *Geomorphology*. 56(4): 335- 342.

Thomaz, S.M., Roberto, M.C., Bini, L.M. 1997. Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In: Vazzoler, A.E.A.M., Agostinho, A.A., Hahn, N.S. (eds.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. EDUEM. Maringá, 73-102 p.

Vásquez, E., Rey, J. 1989. A longitudinal study of zooplankton along the lower Orinoco River and its Delta (Venezuela). *Annales Limnologie*. 28:3-18.

Ward, J.V., Tockner, K., Schiemer, F. 1999. Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. *Rivers Research and Applications*. 15: 125-139.

**CAPÍTULO II. Cladóceros no conteúdo estomacal dos peixes da planície de  
inundação do Rio Turvo, SP, Brasil.**

---

**Cladóceros no conteúdo estomacal dos peixes da planície de inundação do Rio Turvo,  
SP, Brasil**

Resumo:

No presente estudo, foi avaliada a predação de cladóceros por peixes nas lagoas marginais da planície de inundação do rio Turvo em três períodos do ciclo hidrológicos da região seca, intermediário e chuvoso, e se o consumo de cladóceros é determinado pelo habitat dos peixes. A análise da dieta mostrou um amplo espectro alimentar, com um total de 15 itens consumidos, os cladóceros mostraram uma contribuição na dieta nos três períodos. Foram identificadas 28 espécies de cladóceros, constituídas principalmente por espécies da família Chydoridae. A dieta variou significativamente entre os períodos, *Chydorus* sp., *Macrothrix paulensis* e *Alona* sp., foram consumidas no período seco, *Moina minuta* e *Bosmina tubicen* no período intermediário e *Diaphanosoma* sp. no período chuvoso. A composição e abundância dos itens encontrados nos estômagos foram semelhantes do encontrado no ambiente, especialmente *Moina minuta* foi abundante no ambiente e nos estômagos. Não se apresentou um padrão entre o consumo cladóceros e os diferentes habitats. A presença de cladóceros nos estômagos dos peixes das lagoas do Rio Turvo pode ser explicada pela abundância e riqueza de espécies no ambiente, sendo que os peixes demonstraram uma ampla plasticidade para o consumo de organismo na coluna da água.

Palavras chaves: predação, lagoas marginais, ciclo hidrológicos.

## Abstract

In this study, the predation of cladocerans by fish in oxbow lakes in the floodplain of Turvo River was assessed in three periods of the hydrological cycle of the region: drought, intermediate, and rainy; it was also assessed if the consumption of cladocerans is determined by the fish's habitat. The diet analysis showed a wide food range, amounting to 15 consumed items; cladocerans showed a contribution in the diet in the three periods. An amount of 28 species of cladocerans were identified, comprised mainly by species of the Chydoridae family. The diet varied substantially between periods: *Chydorus* sp., *Macrothrix paulensis*, and *Alona* sp. were consumed in the drought period, *Moina minuta* and *Bosmina tubicen* in the intermediate period, and *Diaphanosoma* sp. in the rainy period. The composition and abundance of items found in the stomachs were similar to the ones found in the environment; especially *Moina minuta* was plentiful in the environment and in the stomachs. There was no pattern between the consumption of cladocerans and different habitats. The presence of cladocerans in fish's stomachs in Turvo River lakes may be explained by the abundance and richness of species in the environment, since fish showed a wide malleability for the consumption of the organism in the water column.

Key words: predation, oxbow lakes, hydrological cycles.

## Introdução

As planícies de inundação são uma faixa estreita por onde corre o rio, constituídas por seus depósitos do canal e da inundação, permanente ou temporariamente inundada pelo aporte fluvial (Neiff et al., 1994); durante a estação seca, as áreas inundadas se tornam isoladas do canal principal do rio, formando lagoas marginais ou lagos (Christofolletti, 1981).

As lagoas marginais são consideradas áreas importantes na manutenção e integridade da biodiversidade regional, devido à grande heterogeneidade estrutural, disponibilidade de recursos e conexão sazonal com o restante do sistema durante as cheias (Petry et al., 2004; Petry et al., 2003). Nessas áreas os períodos de inundação e de seca influenciam a estrutura e o funcionamento das comunidades aquáticas devido às condições hidrológicas (Lake, 2003). As variações causadas por oscilações no nível da água refletem na dieta dos peixes, durante as cheias, grande quantidade de matéria orgânica, proveniente da vegetação terrestre inundada, é utilizada como fonte alimentícia para os peixes (Junk, 1980) e, além disso, se apresentam dispersão dos peixes nos diferentes habitats, intensificando a atividade alimentar (Yamamoto et al., 2004). Na fase de águas baixas a disponibilidade de alimentos torna-se restrita e pode ocorrer um aumento na densidade de alguns itens (Lolis & Andrian, 1996; Goulding, 1980) e, a atividade alimentar é reduzida devido à escassez do alimento (Yamamoto et al., 2004). As mudanças hidrológicas afetam não apenas a quantidade, mas também a qualidade dos alimentos (Junk, 1980). A variação espacial no tipo de habitat é outro fator importante que influencia a estratégia alimentar, determinando as oportunidades de forrageamento das espécies (Hajisamae et al., 2003) sendo que a disponibilidade de recursos para uma espécie pode ser diferente conforme o habitat que ela está inserida (Hajisamae, 2009).

As lagoas marginais cumprem um papel importante na alimentação, reprodução e refúgio para os peixes (Welcomme, 1979) devido à abundante oferta de recursos alimentares (Pelicice & Agostinho, 2006). Também abrigam altas densidades de zooplâncton (rotíferos e microcrustáceos) (Lansac- Tôha et al., 1997; Lima et al., 1996), os quais constituem um item importante na alimentação de peixes.

Variações sazonais na abundância do zooplâncton (Colares et al., 2013; Takeda & Fujita 2004; Lansac-Tôha et al., 2004) resulta em alterações a composição da dieta dos peixes (Previattelli & Santos-Silva, 2011). As variações hidrométricas afetam diretamente os organismos zooplanctônicos, no período de seca há tendência de maiores densidades das populações, já na cheia, a quantidade de alimento diminui e o zooplâncton sofre o efeito de diluição (Brandorff & Andrade, 1978). Estudos mostram que durante o período de enchente e cheia a comunidade zooplanctônica tende a reduzir a sua abundância pelo carreamento ou dispersão dos organismos nos ambientes aquáticos de planície de inundação (José de Paggi & Paggi, 2007; Lansac-Tôha et al., 2004).

Entre os grupos zooplanctônicos, os organismos da ordem Cladocera são as presas mais visadas por vertebrados e invertebrados (Sarma et al., 2005; Melão, 1999). Esta preferência tem sido atribuída à forma do corpo e tamanho (Maia-Barbosa et al., 1984), mas Allan (1976) e Carvalho (1980) consideram que a mobilidade seja o fator mais importante na preferência por cladóceros em comparação com copépodos. Os cladóceros são relativamente lentos, e são capturados mais facilmente que os copépodos, que nadam rapidamente, com mudanças de direção, tornando-os mais difíceis de serem capturados (Carvalho, 1980).

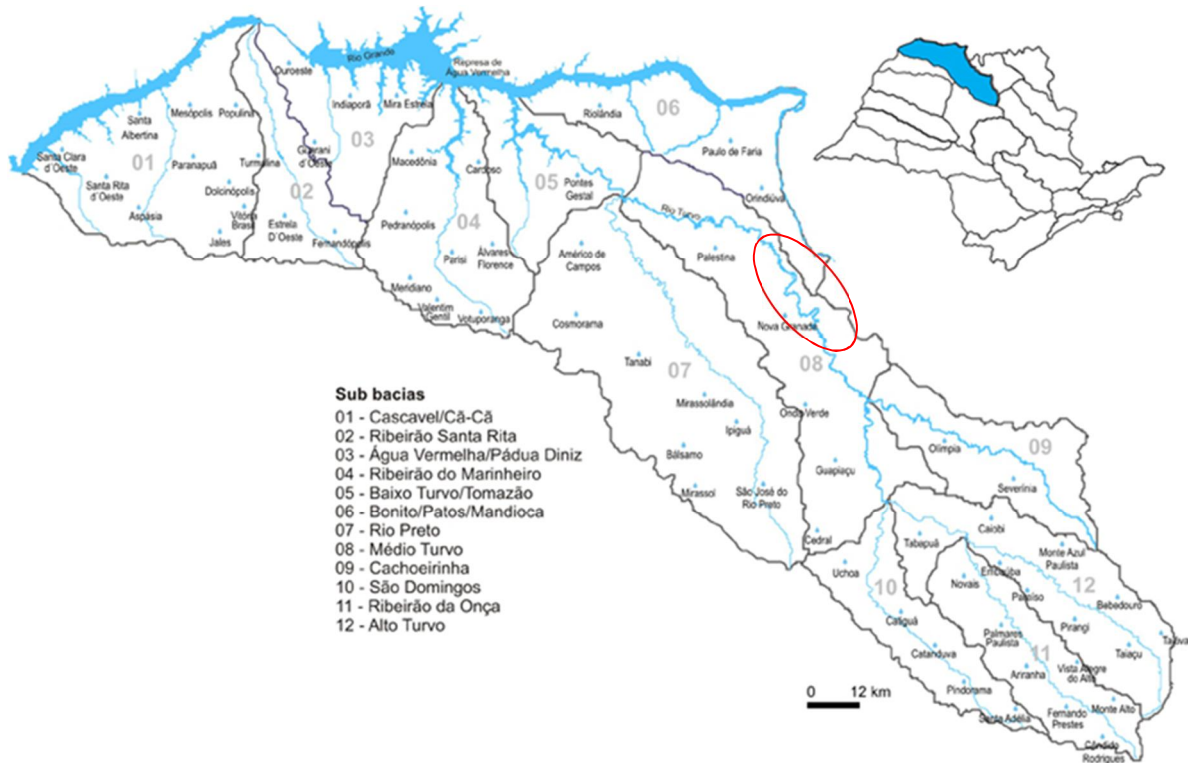
Trabalhos realizados por Elmoor-Loureiro & Soares (2010) identificaram a presença de 25 espécies de cladóceros no conteúdo estomacal de 14 peixes de diversas guildas tróficas do rio Guaporé, MT, Güntzel et al. (2012) identificaram 25 espécies de cladóceros no conteúdo estomacal de peixes em uma lagoa marginal da Bacia do Rio Taquari, MS, Previattelli & Santos-Silva (2011) reportam 9 espécies de cladóceros nos estômagos dos peixes no lago Tupé, Manaus, AM, salientando a importância desses organismos na cadeia alimentar aquática.

Otero et al. (2016, Capítulo 1), em estudos sobre abundância e composição de cladóceros das lagoas do Rio Turvo, registraram 37 espécies de cladóceros, as maiores densidades foram encontradas no período seco, e a espécie com maior densidade nos três períodos de estudo foi *Moina minuta*. Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi determinar a contribuição dos cladóceros na dieta dos peixes que ocorrem nas lagoas marginais do Rio Turvo durante as estações seca, intermediária e chuvosa, e se o consumo dos cladóceros é determinado pelo habitat dos peixes. Assim, este estudo procura testar duas hipóteses i) as mudanças observadas no consumo de cladóceros pelos peixes ao longo do tempo segue as mudanças que ocorrem nas populações no ambiente; e ii) o consumo de cladóceros varia entre os diferentes habitats dos peixes.

## **Material e métodos**

### **Área de estudo**

O Rio Turvo é um rio que nasce na cidade de Monte Alto no Estado de São Paulo, percorre as regiões norte e noroeste do Estado, na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI 15 – Turvo-Grande, e deságua no Rio Grande próximo à cidade de Cardoso (Figura 1). Seus afluentes incluem, na margem esquerda, o rio da Onça, rio Preto e ribeirão São Domingos e, na margem direita, o rio da Cachoeirinha. A extensão do rio Turvo é de aproximadamente 267 km ou 210 em linha reta. Representa um dos mais importantes recursos hídricos da região, sendo que, em seu trecho médio e inferior, apresenta muitas lagoas marginais formando uma extensa planície de inundação (Figura 1).



**Figura 1.** Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI 15 – Turvo-Grande

O estudo foi desenvolvido em seis lagoas marginais localizadas próximas ao km 12 da rodovia BR-153 entre as cidades de Nova Granada e Icém ( $20^{\circ}25'S$  e  $49^{\circ}16'W$ ). Dentre as inúmeras lagoas marginais existentes ao longo do rio Turvo, seis delas foram estudadas; três permanentes (Federal, Parente e Moças) e três temporárias (Arizona, Kaco e Mazer). As lagoas do Rio Turvo são ambientes rasos que possuem abundantes macrófitas aquáticas enraizadas e flutuantes (Tabela 1).



**Tabela 1.** Localização e caracterização geral das lagoas da planície de inundação

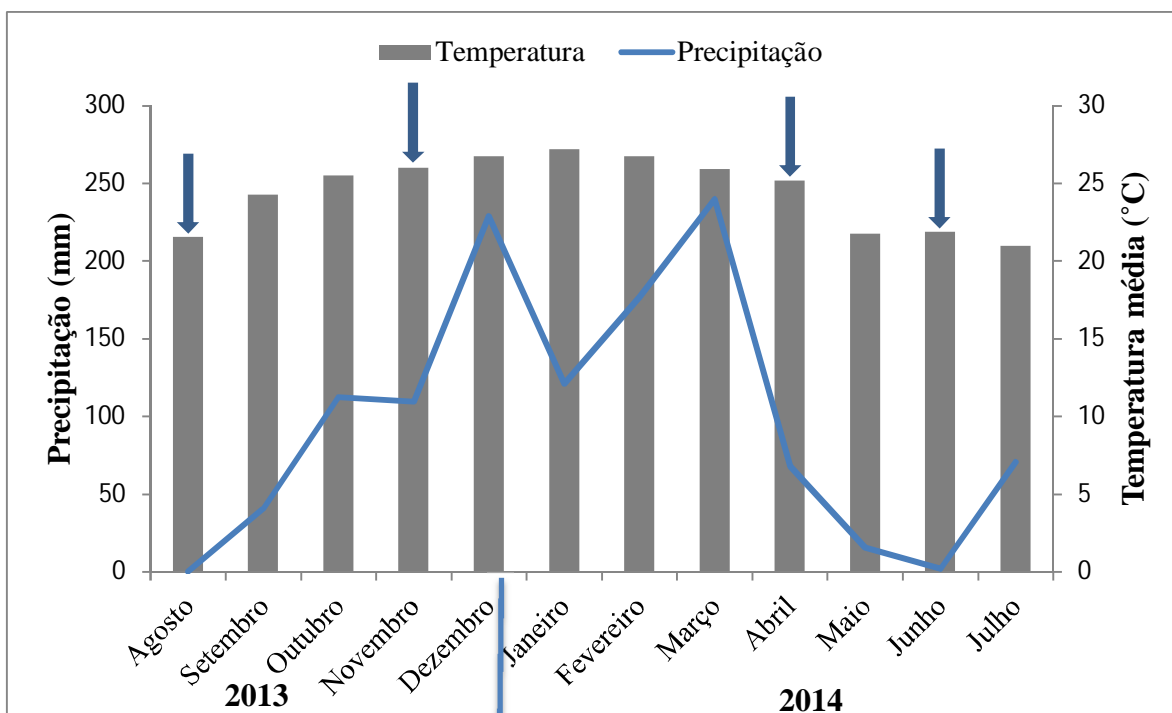
Rio Turvo.

Lagoas	Características
Moças	(20°13'49.3" S e 49°24'31.1" W) localiza-se a uma distância de 150 m do rio Turvo. Apresenta profundidade média de 1,5m, e 1500 m <sup>2</sup> de área. A região litorânea apresenta bancos de macrófitas enraizadas e flutuantes.
Arizona	(20°8'38.9" S e 49°18'43.1" W) localiza-se a uma distância de 10 m do rio Turvo. Apresenta profundidade média de 0,8m, e 18000 m <sup>2</sup> de área. A região litorânea apresenta bancos de macrófitas flutuantes.
Kaco	(20°13'57.6" S e 49°26'55.3" W) localiza-se a uma distância de 5 m do rio Turvo. Apresenta profundidade média de 0,6 m, e 4500 m <sup>2</sup> de área. A região litorânea apresenta bancos de macrófitas flutuantes.
Federal	(20°23'05.5" S e 49°16' 33.3 W) localiza-se a uma distância de 50 m do rio Turvo. Apresenta profundidade média de 0,8 m, e 10000 m <sup>2</sup> de área. A região litorânea apresenta bancos de macrófitas flutuantes.
Parente	(20°21'27 S e 49°16' 45.3" W) localiza-se a uma distância de 20 m do rio Turvo. Apresenta profundidade média de 1,2 m, e 2000 m <sup>2</sup> de área. A região litorânea apresenta bancos de macrófitas enraizadas e flutuantes.
Mazer	(20°20'20.3" S e 49°17' 19.4" W) localizada à 500m das margens do rio Turvo. Apresenta profundidade média de 0,4 m, e 3000 m <sup>2</sup> de área. A região litorânea apresenta bancos de macrófitas enraizadas e flutuantes.

As lagoas estudadas estão sujeitas a ciclos sazonais de inundação, o período de coletas foi caracterizado como atípico, com um nível muito baixo de precipitações. O clima da região é classificada como tropical, quente e úmido, com uma estação seca e uma chuvosa (Arid et al., 1970). A variação da temperatura média ao longo do ano é de 25 °C e precipitação média de 1100-1250 mm, com altas concentrações na estação de chuvas e baixa concentração na estação seca.

As coletas dos peixes foram realizadas nas 6 lagoas marginais durante os anos 2013 e 2014, em três períodos do ciclo hidrológico da região: Seca (Agosto-Junho),

Intermediário entre o período final da seca e início e chuvosa (Novembro) e Chuvosa (Abril), as setas indicam os meses de amostragens (Figura 2).



**Figura 2.** Níveis de precipitação (mm) e temperatura (°C) durante os anos 2013 e 2014.

Fonte: <http://www.ciiagro.sp.gov.br>

### Amostragem de Peixes

Foram realizadas amostragens de peixes utilizando redes de espera com malhagem de 4, 7, 8, e 11 cm, colocadas em vários pontos das lagoas, por um período de 3 horas. Além das redes, também foram utilizadas peneiras para coletar peixes nas zonas litorâneas com macrófitas. O esforço amostral foi padronizado em todas as lagoas estudadas.

Os peixes coletados foram fixados em formol 10% e, posteriormente, conservados em álcool 70%. A identificação dos exemplares foi realizada com o suporte do Laboratório de Ictiologia do Departamento de Zoologia e Botânica – Ibilce/Unesp. Posteriormente,

foram obtidos os dados de comprimento total em cm e peso total em gramas. Os estômagos foram retirados e fixados em formol a 5%. Os exemplares foram depositados na Coleção de Peixes do Departamento de Zoologia e Botânica, UNESP, São José do Rio Preto (DZSJRP).

### **Análise dos conteúdos estomacais**

Os conteúdos estomacais dos peixes foram analisados sob microscópio estereoscópico e cada amostra foi colocada em uma placa de Petri quadriculada. Para cada item alimentar foi calculado o volume ocupado, de acordo com Hyslop (1980), sendo que o conteúdo total de cada estômago foi considerado como 100%. O cálculo foi realizado segundo Zaret & Rand (1971).

A identificação dos cladóceros foi feita com ajuda de chaves taxonômicas de Elmoor-Loureiro (1997) e para determinar o consumo dos cladóceros foi utilizado o método numérico (%N) (Hyslop, 1980), onde a contribuição de um determinado item corresponde à percentagem entre o número de indivíduos daquele item e o número total dos indivíduos de todos os itens.

$$\%N = \frac{n * 100}{N}$$

Onde:

%N= percentagem numérica do item amostrado;

n = nº de indivíduos de uma determinada presa;

N = nº total de indivíduos.

A quantificação dos cladóceros foi feita através de uma contagem total dos organismos consumidos pelos peixes.

### **Consumo de cladóceros pelo habitat dos peixes.**

Baseada no consumo de cladóceros foi analisada se o consumo é determinado pelos diferentes habitats dos peixes. Os dados sobre o habitat das diferentes espécies de peixes foram obtidos da literatura (Pérez- Mayorga, 2015; Brejão et al., 2013).

### **Análises estatísticas**

Foi realizada uma análise de ordenação NMDS (Escalonamento multidimensional não-métrico) para observar existência de padrões no consumo de cladóceros pelos peixes das lagoas entre os períodos avaliados e o habitat dos peixes. Esta análise consiste em uma técnica de ordenação onde se utilizou os dados do consumo de cladóceros pelos peixes para calcular a matriz de similaridade através do coeficiente de Bray-Curtis, produzindo o stress (STandard RESiduals Sum of Squares) usado para medir a qualidade de ajuste entre a matriz de similaridade e a ordenação dos eixos. Este valor varia de 0 a 1 e um bom ajuste é produzido quando o STRESS se aproxima de 0. Os dados foram transformados pela raiz quadrada, diminuindo a sua heterocedasticidade (Sokal & Rohlf, 1969). No caso do diagrama NMDS foi considerada uma resolução ótima valores de stress inferiores a 0,1. A análise da similaridade das percentagens SIMPER foi usada para identificar a contribuição das espécies entre os grupos das mostras. O SIMPER não envolve testes estatísticos, indica essencialmente quais as espécies mais responsáveis pelo agrupamento das amostras (Clarke & Warwick, 2001). Considerou-se o limiar de 90% como valor de corte, de forma a listar apenas as espécies com maior contribuição. As análises foram realizadas no programa Primer 6 (v 6.1.6).

Para testar diferença significativa no consumo de cladóceros pelos peixes entre os diferentes períodos e habitat, foi realizada a análise não paramétrica de Procedimento de Permutações Múltiplas (MRPP). Esta análise foi realizado utilizando o programa R.

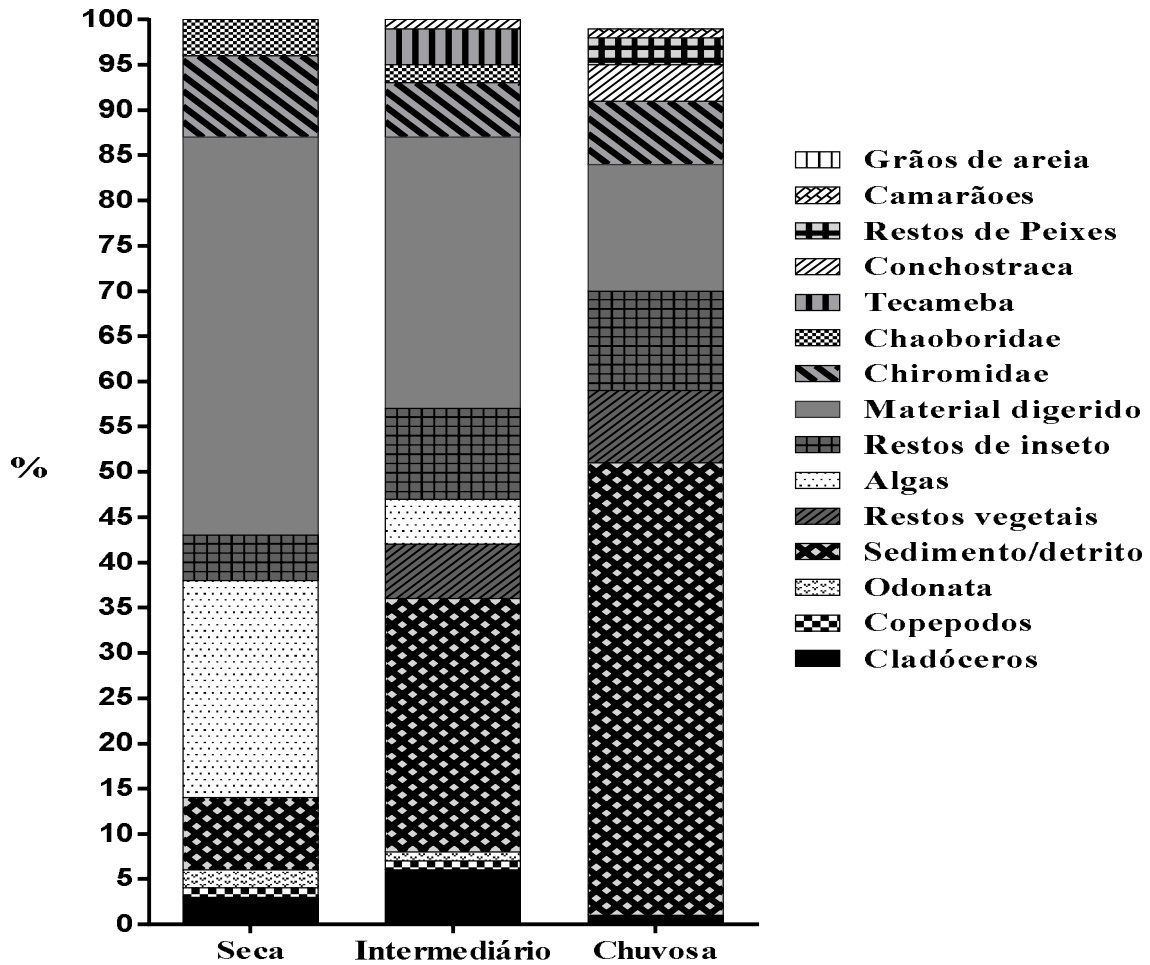
Na tabela 2 se mostra as abreviações das lagoas usadas na análise Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS)

**Tabela 2.** Abreviaturas das lagoas do Rio Turvo usadas na análise de Escalonamento não-métrico multidimensional.

Lagoa Mazer Seca	lms	Lagoa Federal Seca	lfs
Lagoa Mazer Intermediário	lmin	Lagoa Federal Intermediário	lfin
Lagoa Mazer Chuvosa	lmch	Lagoa Federal Chuvosa	lfch
Lagoa Parente Seca	lps	Lagoa Kako Seca	lks
Lagoa Parente Intermediário	lpin	Lagoa Kako Intermediário	lkin
Lagoa Parente Chuvosa	lpch	Lagoa Kako Chuvosa	lkch
Lagoa Moças Seca	lmos	Lagoa Arizona Seca	las
Lagoa Moças Intermediário	lmoim	Lagoa Arizona Intermediário	lain
Lagoa Moças Chuvosa	lmoch	Lagoa Arizona Chuvosa	lach

## Resultados

Foram coletados um total de 1.212 espécimes de peixes nas seis lagoas. A maior parte (66,6 %) dos estômagos analisados estavam vazios e 33.3% (400 peixes) apresentaram itens alimentares nos estômagos. A análise da dieta das espécies mostrou um amplo espectro alimentar, com um total de 15 itens consumidos, sendo que os cladóceros mostraram uma contribuição na dieta dos peixes de 3.3, 5.9 e 1 %, na seca, intermediária e chuvosa, respectivamente (Figura 3).



**Figura 3.** Contribuição de cada item encontrado nos estômagos dos peixes das lagoas marginais do Rio Turvo, nos três períodos estudados.

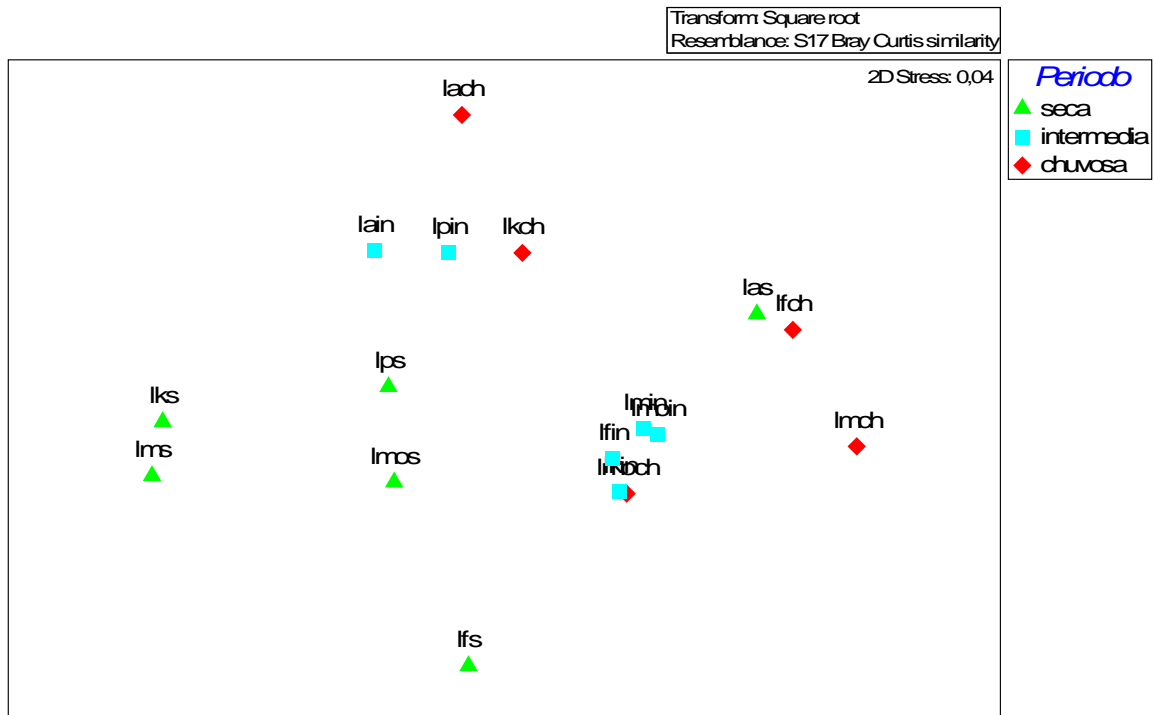
Para determinar a contribuição específica dos cladóceros na dieta dos peixes foram utilizados exemplares de todas as espécies de peixes. Destes estômagos analisados, 42,5% (170 espécimes) apresentaram cladóceros na dieta, correspondendo a 17 espécies e 6 famílias (Tabela 3). A ocorrência das espécies que consumiram cladóceros e número de exemplares variou entre lagoas e períodos (seca, intermediária e chuvosa). Dentre as espécies analisadas, as únicas coletadas nos três períodos foram *Astyanax altiparanae*, *Moenkhausia intermedia*, *Brachyhypopomus pinnicaudatus*.

**Tabela 3.** Total de ocorrência (N: número) e (CT: comprimento total em cm) das espécies de peixes que consumiram cladóceros, nas lagoas do rio Turvo, nos três períodos estudados.

Familia/Especie	Períodos					
	Seca		Intermediária		Chuvosa	
	N	CT	N	CT	N	CT
<b>Characidae</b>						
<i>Astyanax fasciatus</i> Cuvier, 1819	3	3,5±0,4				
<i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Britski, 2000	10	3,5±0,4	16	2,3±0,3	4	2,7±0,3
<i>Astyanax schubarti</i> Britski, 1964	2	3,6±0,2				
<i>Serrapinnus heterodon</i> Eigenmann, 1915	30	2,7±0,4				
<i>Serrapinnus notomelas</i> Eigenmann, 1915	8	2,9±0,5				
<i>Characidium zebra</i> Eigenmann, 1909	1	3,5±0,0				
<i>Hyphessobrycon eques</i> Steindachner, 1882	25	2,2±0,1	3	4,4±0,2		
<i>Aphyocheiroidon hemigrammus</i> Eigenmann, 1915	1	4,5±0,0				
<i>Moenkhausia intermedia</i> Eigenmann, 1908	1	1,8±0,0	12	8,6±0,4	3	6,6±3,4
<b>Erythrinidae</b>						
<i>Erythrinus erythrinus</i> Bloch & Schneider, 1801	2	5,4±0,0				
<b>Cichlidae</b>						
<i>Laetacara araguaiaae</i> Ottoni & Costa, 2009			1	4,3±0,0	1	5,5±0,0
<i>Oreochromis niloticus</i> Linnaeus, 1758			3	3,4±0,9		
<b>Prochilodontidae</b>						
<i>Prochilodus lineatus</i> Valenciennes, 1837	3	21,3±5,5	1	14,8±0,0		
<b>Hypopomidae</b>						
<i>Brachyhypopomus pinnicaudatus</i> Hopkins, 1991	2	7,8±0,3	19	10,7±2,8	5	12,7±2,7
<i>Brachyhypopomus</i> sp.	12	9,9±1,5				
<i>Gymnotus sylvius</i> Albert & Fernandes-Matioli, 1999					1	23,7±0,0
<b>Clariidae</b>						
<i>Clarias gariepinus</i> Burchell, 1822			1	60±0,0		

A ordenação pelo NMDS (Escalonamento multidimensional não-métrico, distância de Bray Curtis) baseada no consumo de cladóceros pelos peixes, mostrou um agrupamento formado pelas lagoas no período intermediário (Federal, Kako, Mazer e Moças) e seca

(Mazer, Parente, Kako, Federal e Moças) Figura 4. O valor do stress no NMDS que foi de 0,04 garantindo a confiabilidade dos dados. Já a análise estatística MRPP (Procedimento de Permutações Múltiplas) mostrou que o consumo de cladóceros entre as estações foi significativamente diferente entre si (A: 0.09,  $p < 0,01$ ), concordando com os agrupamentos gerados na análise de NMDS.



**Figura 4.** Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) baseado no consumo de cladóceros por peixes das lagoas marginais do Rio Turvo nas estações seca (agosto), intermediária (novembro) e chuvosa (abril). Ver tabela 2 para abreviação das lagoas do Rio Turvo.

A análise SIMPER determina a contribuição de cada espécie para a média de similaridade entre os grupos das amostras, os resultados revelaram que as espécies que mais contribuíram no consumo de cladóceros para a similaridade no período seco foram *S. heterodon*, *H. eques* e *S. notomelas*, para os períodos intermediário e chuvoso foram as



espécies *M. intermedia*, *A. altiparanae* e *B. pinnicaudatus* contribuíram com 95,93 % e 100 % respectivamente (Tabela 4).

**Tabela 4.** Resultados da análise SIMPER para a similaridade dos cladóceros ingeridos pelos peixes nos períodos seca, intermediária e chuvosa. Contribuição (Contrib), Contribuição acumulada (Contrib acu).

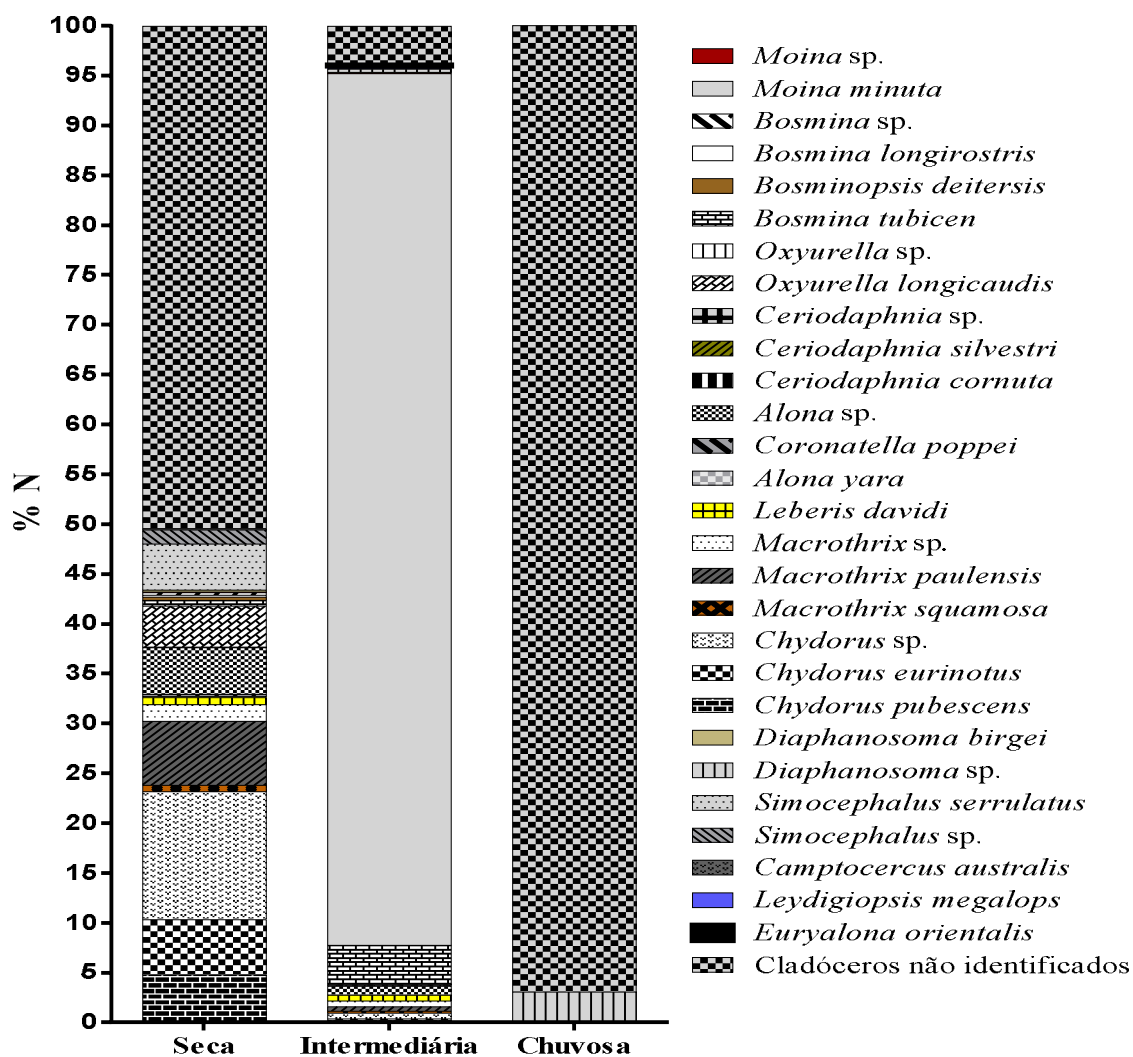
<b>Período / Espécie</b>					
<b>Seca</b>	<b>Abundancia média</b>	<b>Similaridade média</b>	<b>Sim/SD</b>	<b>Contrib %</b>	<b>Contrib acu %</b>
<i>Serrapinnus heterodon</i>	3,06	5,24	0,49	73,50	73,50
<i>Hyphessobrycon eques</i>	3,85	0,67	0,26	9,40	82,90
<i>Serrapinnus notomelas</i>	1,18	0,55	0,26	7,68	90,57
<b>Intermediária</b>					
<i>Moenkhausia intermedia</i>	16,17	18,38	0,74	66,93	66,93
<i>Astyanax altiparanae</i>	2,29	4,66	0,26	16,96	83,89
<i>Brachyhypopomus pinnicaudatus</i>	3,80	3,31	0,44	12,04	95,93
<b>Chuvosa</b>					
<i>Astyanax altiparanae</i>	0,80	3,69	0,32	44,82	44,82
<i>Brachyhypopomus pinnicaudatus</i>	1,09	3,49	0,32	42,36	87,18
<i>Moenkhausia intermedia</i>	4,75	1,06	0,32	12,82	100,00

Com relação à composição de cladóceros nos estômagos dos peixes foram encontradas 28 espécies, 12 da família Chydoridae, 5 de Daphniidae, 4 de Bosminidae, 3 de Macrothricidae, 2 de Moinidae e 2 de Sididae (Tabela 5).

**Tabela 5.** Espécies de cladóceros identificados nos estômagos dos peixes das lagoas marginais do Rio Turvo nos três períodos estudados.

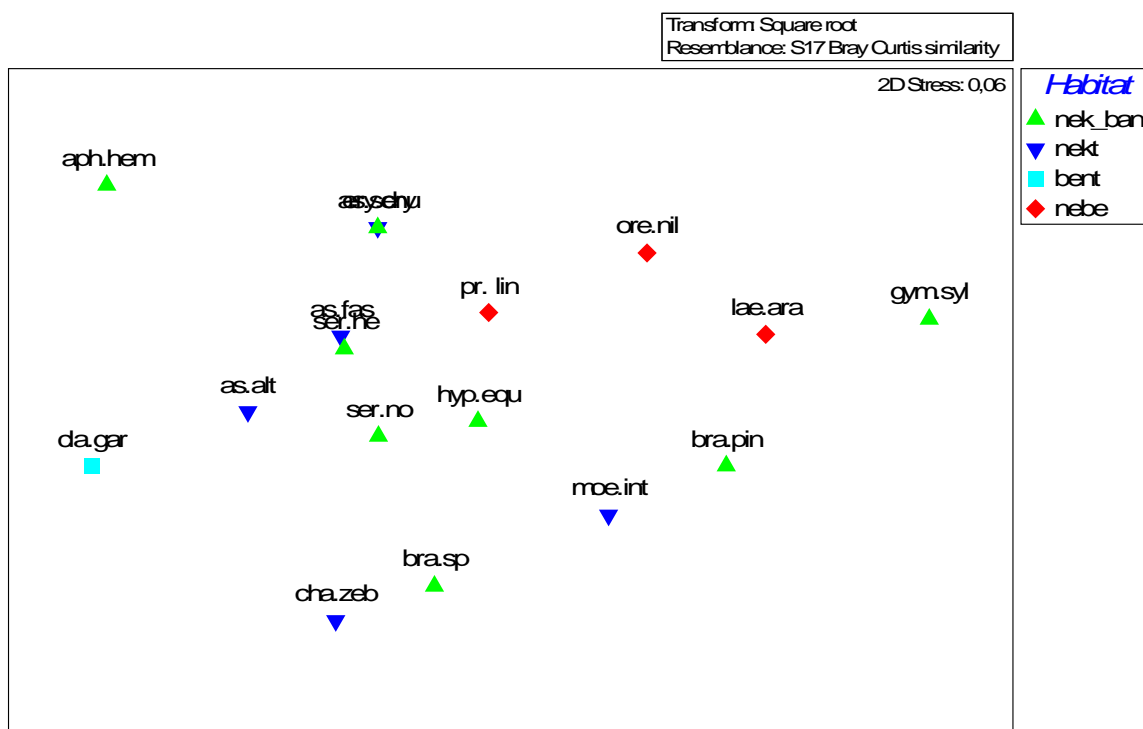
Familia/Especie	Períodos		
	Seca	Intermediário	Chuvosa
<b>Chydoridae</b>			
<i>Chydorus eurinotus</i> Sars, 1901	X	X	
<i>Chydorus pubescens</i> Sars, 1901	X	X	
<i>Chydorus</i> sp.	X	X	
<i>Camptocercus australis</i> Sars 1896	X		
<i>Euryalona orientalis</i> Daday, 1898		X	
<i>Leydigiopsis megalops</i> Sars 1901		X	
<i>Leberis davidi</i> Richard, 1895	X	X	
<i>Alona yara</i> Sinev & Elmoor-Loureiro, 2010	X		
<i>Coronatella poppei</i> Richard, 1897	X		
<i>Alona</i> sp.	X	X	
<i>Oxyurella longicaudis</i> Birge, 1910	X		
<i>Oxyurella</i> sp.		X	
<b>Daphniidae</b>			
<i>Simocephalus serrulatus</i> Koch 1841	X		
<i>Simocephalus</i> sp.	X	X	
<i>Ceriodaphnia silvestri</i> Daday, 1902		X	
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> Sars, 1886	X		
<i>Ceriodaphnia</i> sp.		X	
<b>Bosminidae</b>			
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1980	X		
<i>Bosmina tubicen</i> Brehm, 1953	X	X	
<i>Bosmina longirostris</i> Friedrich Müller, 1776	X		
<i>Bosmina</i> sp.	X		
<b>Macrothricidae</b>			
<i>Macrothrix paulensis</i> Sars, 1901	X	X	
<i>Macrothrix squamosa</i> Sars, 1901	X	X	
<i>Macrothrix</i> sp.	X	X	
<b>Moinidae</b>			
<i>Moina minuta</i> Hansen, 1899		X	
<i>Moina</i> sp.	X	X	
<b>Sididae</b>			
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korineck, 1981	X	X	
<i>Diaphanosoma</i> sp.		X	X
<b>Cladóceros não identificados</b>	X	X	X

As análises estomacais de período seco mostram que as espécies mais abundantes foram: *Chydorus* sp., *Macrothrix paulensis* e *Alona* sp., já para o período intermediário, *Moina minuta* e *Bosmina tubicen*; e no período chuvoso só foi identificada uma espécie *Diaphanosoma* sp. Para alguns cladóceros encontrados nos estômagos não foi possível identificar até o nível de espécie, uma vez que apenas algumas partes de suas estruturas corporais foram observadas. Por esta razão criamos um item Cladóceros não identificados Figura (5).



**Figura 5.** Contribuição numérica de zooplâncton nos estômagos dos peixes das lagoas do Rio Turvo.

Nas análises de ordenação NMDS (Escalonamento multidimensional não-métrico, distância de Bray Curtis) baseada no consumo de cladóceros por peixes ocupando habitats diferentes, não foi observado um padrão marcante na distribuição espacial no habitat dos peixes (Figura 6), indicando que os peixes aproveitam a disponibilidade do recurso independente do habitat. Assim como a NMDS, a análise MRPP não mostrou resultados significativos entre o consumo de cladóceros e o habitat dos peixes (A: -0.05746 e  $p > 0,6$ ).



**Figura 6.** Escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) baseado no consumo de cladóceros por peixes ocupando habitats diferentes. Nectobentônica (nebe), Nectônica (nekt), Bentônica (bent).

## Discussão

O Rio Turvo e sua extensa planície de inundação é caracterizado como um dos mais importantes da região norte e noroeste do Estado. Neste estudo foi registrado pela primeira

vez os itens alimentares consumidos pelas diferentes espécies de peixes, e especificamente a contribuição de cladóceros na dieta dos espécimes.

No presente estudo os peixes coletados variam nos três períodos do ciclo hidrológico da região, no período chuvoso foram capturados menos espécies. No estudo realizado por Araújo (2008) nesta planície de inundação, não foi observado o mesmo padrão, onde o autor mostrou maiores valores de riqueza e abundância obtidos na estação chuvosa. Estudos realizados em outras planícies reportaram maior riqueza e abundância no período chuvoso (Gonçalves & Braga, 2008; Carvalho et al., 2005)

Uma possível causa para esta diferença foi o acidente que aconteceu em um depósito de açúcar no município de Santa Adélia, no interior de São Paulo em Outubro de 2013 (Ferro, 2013). Este acidente provocou o derretimento do açúcar, formando um caramelo que escorreu até contaminar um dos afluentes do Rio Turvo, representando um elevado impacto para o rio e suas lagoas, causando a morte de milhares de peixes (Ferro, 2013). A observação de baixa densidade de peixes na estação chuvosa no presente estudo provavelmente foi causado pelo impacto representado por este acidente ambiental.

Outro aspecto observado nesse estudo foi a alta porcentagem de estômagos vazios, sendo a estação intermediária a que apresentou maior porcentagem. Este fato pode estar relacionado com uma seca prolongada que foi observada neste ano e que pode ter afetado na quantidade de alimento. Além disso, as coletas realizadas neste período coincidiram com o período reprodutivo dos peixes nas lagoas, que vai de novembro a fevereiro (Vazzoler, 1996). Nesta fase os peixes diminuem ou cessam sua alimentação nos meses em que se estão se reproduzindo (Bond, 1979), o que explica o elevado número de estômagos vazios. Os resultados neste estudo corroboram os de outros autores (Güntzel et al., 2012; Gurgel et

al., 1994), que também encontraram elevados números de estômagos de peixes vazios no período reprodutivo.

De modo geral, o amplo espectro alimentar observado neste estudo é esperado em corpos de água tropicais, onde a diversidade de tipos de alimentos é alta e muito variável (Wootton, 1999; Hahn et al., 1997; Moyle & Cech Jr, 1988). Apesar de existirem peixes especializados em determinados tipos de alimento, a maioria das espécies exibe grande plasticidade em suas dietas (Lowe - McConnell, 1999). Esta plasticidade trófica dificulta o delineamento de padrões tróficos (Gaspar da Luz et al., 2001).

Nesse estudo, os itens com maior contribuição na dieta dos peixes nos três períodos avaliados foram sedimento o detrito, material digerido e restos de insetos, corroborando com outro estudo, que mostra que as planícies de inundação do Brasil geralmente apresentam um predomínio de espécies de peixes detritívoras (Araújo-Lima et al., 1995). A maioria das espécies detritívoras está representada pelas famílias Prochilodontidae e Curimatidae (Resende et al., 1998), padrão que também foi encontrado nesse estudo, já que espécies como *Cyphocharax modestus* e *Cyphocharax sp* (Curimatidae) *Prochilodus lineatus* (Prochilodontidae) foram coletadas e contribuíram para a elevada proporção de detritívoros.

Os cladóceros tiveram contribuição na dieta dos peixes das lagoas do Rio Turvo nos três períodos de estudo. Resultados neste estudo foram constados por outros autores, onde os cladóceros tiveram presença nos estômagos dos peixes em diferentes períodos hidrológicos (Güntzel et al., 2012; Previattelli et al., 2011). Já outros estudos reportam os cladóceros como item importante na dieta dos peixes (Elmoor-Loureiro et al., 2010; Crippa et al., 2009; Cassemiro et al., 2003; Meschiatti & Arcifa, 2002; Gaspar da Luz et al., 2001), salientando assim a importância desses organismos na cadeia alimentar aquática (Güntzel et

al., 2012; Esteves, 2011; Elmoor-Loureiro et al., 2010). Neste contexto os cladóceros do ambiente contribuíram na dieta dos peixes presentes nas lagoas marginais.

As lagoas apresentaram semelhanças quanto ao consumo de cladóceros dependendo da estação refletindo a semelhança entre as comunidades zooplanctônicas que habitavam as lagoas na época. As diferenças observadas entre as estações indicam o efeito que o pulso de inundação apresenta também sobre a dieta de predadores como os peixes. Este fato já foi relatado em outros estudos como o de Previattelli et al. (2011). Nos períodos de seca há tendência de maiores densidades das populações, já na cheia, embora a quantidade de habitats aumente, a quantidade de alimento diminui e o zooplâncton sofre o efeito de diluição (Carvalho, 1981; Brandorff & Andrade 1978). Este fato foi constatado pela densidade de cladóceros nas lagoas entre os períodos (Otero et al., 2016 Capítulo 1).

A família Characidae foi a de maior destaque em nosso estudo, corroborando com dados de outros autores (Carvalho et al. 2005; Ferreira et al., 2000; Veríssimo 1994; Galetti et al. 1990). A família Characidae engloba, em sua maioria, peixes de pequeno porte, com ampla distribuição espacial e ocupando vários níveis da cadeia alimentar (Loureiro-Crippa & Hahn, 2006). A abundância da família Characidae neste estudo pode ser explicada pela presença de macrófitas aquáticas nas lagoas estudadas, sendo que as espécies desta família apresentam associação aos bancos de macrófitas, nas quais encontram abrigo contra a predação e alta riqueza de zooplâncton.

Ao comparar os dados de consumo de cladóceros na dieta de *M. intermedia*, em nosso trabalho representam resultados similares com outros estudos. Nas lagoas da planície aluvial do alto rio Paraná, esta espécie foi classificada como zooplanctófaga, com item predominante pelos cladóceros na dieta (Gaspar da Luz et al., 2001; Gaspar da Luz & Okada, 1999). No rio Tibagi observaram que esta espécie se alimenta de zooplâncton

(Bennemann & Shibatta, 2002; Bennemann et al., 2000); já foi caracterizada como onívora em lagoas do rio Mogi Guaçu (Meschiatti, 1995; Esteves & Galetti Jr, 1994) e como insetívora na planície do rio Paraná (Agostinho & Hahn 1997). Variações na dieta desta espécie podem ocorrer devido às diferenças na disponibilidade de alimento no ambiente em que essas espécies foram estudadas (Machado et al., 2009). Sendo assim, com os resultados obtidos neste estudo, poderíamos classificá-la como uma espécie zooplancatófaga com preferência em por cladóceros.

Os resultados mostraram que os cladóceros foram o segundo item na dieta de *H. eques*. Em outros estudos foi considerada tipicamente zooplancívora, baseada em dieta de microcrustáceos (Loureiro-Crippa et al., 2009; Pelicice & Agostinho 2006). Casatti et al., (2003) a classifica como invertívora explorando larvas de insetos e microcrustáceos. Segundo Loureiro-Crippa (2006), *H. eques*, por serem umas das menores espécies da família Characidae, apresenta maior agilidade para capturar o zooplâncton entre as macrófitas o qual pode ser uma explicação para o elevado consumo de cladóceros encontrados neste estudo.

As espécies *S. heterodon* e *S. notomelas* consumiram cladóceros como segundo item mais importante na dieta nesse estudo. Os cladóceros foram reportados como segundo item para o gênero *Serrapinus* sp. em duas estações seca e chuvosa (Güntzel et al., 2012). No córrego Beija Flor, SP, foram o terceiro item mais frequente na dieta de *S. notomelas* no período seco e cheia e foi classificada como onívora (Ferraz, 2014). Já no córrego de Água limpa, bacia do Alto rio Paraná foi classificada como algívora (Ferreira & Casatti, 2006). Segundo Deus & Petre Junior (2003), as variações sobre a disponibilidade do alimento pode levar a mudanças na frequência e quantidade de item consumido pelos peixes.



Os conteúdos estomacais analisados evidenciam que *A. altiparanae* consumiu cladóceros como quarto item na sua dieta, sendo que esta espécie já foi classificada zooplactívora (Arcifa et al., 1991). Outros autores a classificaram como onívora (Loureiro Crippa, 2006; Benneman et al., 2005). Comparando os padrões alimentares *A. altiparanae* nos diferentes estudos, com os encontrados no presente, podemos concluir que esta espécie tem uma alta plasticidade alimentar, o qual incorpora na sua dieta os cladóceros.

Foram identificadas 28 espécies de cladóceros nos estômagos dos peixes. Em estudos realizados na lagoa marginal da Bacia do Rio Taquari, MS e no rio Guaporé, MT foram identificadas 25 espécies de cladóceros no conteúdo estomacal dos peixes (Güntzel et al., 2012; Elmoor-Loureiro et al., 2010). A abundância de cladóceros nos estômagos pode ser explicada pela presença de vegetação marginal dos ecossistemas aquáticos, os quais proporcionam alta riqueza e diversidade de cladóceros para a alimentação dos peixes (Sousa & Elmoor-Loureiro, 2008; Elmoor-Loureiro, 2007; Smith et al., 2003;). Além disso, os peixes de pequeno porte encontrados neste estudo estavam nas zonas litorâneas associadas aos bancos de macrófitas aquáticas, tendo os cladóceros aí presentes como importante fonte de recurso alimentar.

Güntzel et al., (2012) e Elmoor-Loureiro et al., (2010), reportaram que a família Chydoridae foi a mais representativa nos estômagos, padrão que foi encontrado em nosso estudo. Estudos explicam que as macrófitas oferecem diferentes microhábitats os quais favorecem a colonização de diferentes espécies da família Chydoridae (Santos-Wisniewski et al., 2002). A elevada frequência desta família no conteúdo dos estômagos é uma consequência de sua elevada abundância e riqueza de espécies no meio ambiente (Güntzel et al., 2012). Esta hipótese foi corroborada neste estudo, que mostrou que a composição de espécies desta família foi abundante nos estômagos dos peixes como no ambiente, onde

foram encontradas 16 espécies da família Chydoridae nas lagoas (Otero et al., 2016 Capítulo 1).

Numericamente as maiores contribuições de espécies foram *Chydorus* sp., *M. paulensis* e *Alona* sp. na estação seca, na intermediária, *M. minuta* e *B. tubicen* e na chuvosa, *Diaphanosoma* sp. Estes dados mostram que há uma variação na contribuição das espécies de cladóceros para a dieta dos peixes ao longo do ciclo hidrológico, o que também foi encontrado por outros autores (Güntzel et al., 2012; Previattelli et al., 2011). As diferenças numéricas possivelmente se devem à disponibilidade de alimento no ambiente, como as coletas foram em fases diferentes do nível da água, o pulso de inundação pode explicar essas diferenças no consumo (Previattelli et al., 2011). Além disso, os cladóceros respondem rapidamente a mudanças ambientais que favorecem que algumas espécies apresentem maior densidade do que outras (Nandini & Sarma 2002). Os conteúdos estomacais analisados evidenciam que as espécies de peixes exercem predação principalmente em *Chydorus* sp., *M. paulensis*, *M. minuta* e *Diaphanosoma* sp., espécies que também são encontradas em abundância no ambiente (Otero et al., 2016 Capítulo 1). Sendo assim, a abundância destes organismos no ambiente possibilita a predação por parte dos peixes.

Os resultados deste estudo sugerem que o pulso de inundação e a conectividade na planície de inundação do rio Turvo podem estar interferindo na riqueza, composição e abundância dos cladóceros, o que foi investigado em Otero et al. (2016 Capítulo 1).

A falta de um padrão entre o consumo de cladóceros e os diferentes habitats e períodos avaliados pode ser explicada pelo fato da ictiofauna aproveitar a disponibilidade dos recursos alimentares mais abundantes nos diferentes habitats e fases do ciclo hidrológico (Fedatto - Abelha et al., 2001). Alguns estudos têm mostrado que o hábito de

alimentação não é suficiente para segregar as espécies em compartimentos dentro do habitat (Gerking, 1994).

Com base nas informações apresentadas neste trabalho, pode-se concluir que as lagoas da planície de Inundação do Rio Turvo são um importante ambiente para alimentação dos peixes oferecendo um amplo espectro de itens. Os cladóceros foram um item importante na dieta dos peixes da planície de inundação do Rio Turvo. Já o consumo de cladóceros foi influenciado pelas alterações no ciclo hidrológico, modificando a composição e abundância de espécies entre períodos, o que também foi observado com os cladóceros no ambiente. Os peixes consumiram cladóceros independente do habitat, sugerindo que a ictiofauna presente nas lagoas aproveita a disponibilidade deste recurso. Os resultados também possibilitam classificar a espécie *M. intermedia* como zooplanctófaga com preferência por cladóceros.

### **Referências**

Agostinho, A.A., Hahn, N.S. 1997. Estrutura trófica. In: Vazzoler, A. E. A. M. et al. (Ed.). A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM. 229-248 p.

Allan, J.D. 1976. Life history patterns in zooplankton. American Naturalist. 110(971): 165-180.

Araújo-Lima, C.A.R.M., Agostinho, A.A., Fabré, N.N. 1995. Trophic aspects of fish communities in brazilian rivers and reservoirs. In Limnology in Brazil. (J.B.Tundisi, C.E.M. Bicudo & T. Matsumura-Tundisi). Brazilian Academy of Science/Brazilian Limnological Society, São Paulo, 105-136 p.

Araújo, R.B. 2008. Ictiofauna de lagoas marginais sazonalmente isoladas, Rio Turvo, Bacia do Rio Grande, Alto Paraná, SP. Tese de doutorado. CAUNESP. Jaboticabal, 108 p.

Arcifa, M.S., Northcotea, T.Gordon., Froehlich, O. 1991. Interactive ecology of two cohabiting characin fishes (*Astyanax fasciatus* and *Astyanax bimaculatus*) in a eutrophic Brazilian Reservoir. *Journal of Tropical Ecology*. 7(2): 257-268.

Arid, F.M., Castro, P.R.M., Barcha, S.F. 1970. Estudos hidrogeológicos no município de São José do Rio Preto, SP. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*. 19: 43-69.

Bennemann, S.T., Gealh, A.M., Orsi, M.L., Souza, L.M. 2005. Ocorrência e ecologia trófica de quatro espécies de *Astyanax* (Characidae) em diferentes rios da bacia Tibagi, Paraná, Brasil. *Iheringia Serie Zoologia*. 95(3): 247-254.

Bennemann, S.T., Shibatta, O.A. 2002. Dinâmica de uma assembléia de peixes do rio Tibagi. In: MEDRI, M. E. et al (Orgs.). *A bacia do rio Tibagi*. Londrina: UEL, 433- 442 p.

Bennemann, S. T., Shibatta, O. A., Garavello, J.C. 2000. *Peixes do rio Tibagi: uma abordagem ecológica*. Londrina: EDUEL. 62 p.

Bond, C.E. 1979. *Biology of fishes*. Saunders College Publishing. Philadelphia, 514p.

Brandorff, G.O., Andrade, E.R. 1978. The relationship between the water level of the Amazon River and the fate of the zooplankton population in lago Jacaretinga. A várzea lake in the central Amazon. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 13(2): 63-70.

Brejão, G.L., Gerhard, P., Zuanon, J. 2013. Functional trophic composition of the ichthyofauna of forest streams in eastern Brazilian Amazon. *Neotropical Ichthyology*. 11:361–373.

Carvalho, E.D., Marcus, L.R., Foresti, F., Silva, V.F. B. 2005. Fish assemblage attributes in a small oxbow lake (upper Paraná river basin, São Paulo State, Brazil): species composition, diversity and ontogenetic stage. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 17(1): 45- 56.

Carvalho, M.L. 1981. Alimentação do tambaqui jovem (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) e relação com a comunidade zooplanctônica do lago Grande de Manaquiri, Solimões - AM. Dissertação Mestrado. INPA/FUA. Manaus, 96 p.

Carvalho, M.L. 1980. Alimentação do mapará (*Hypophthalmus edentatus* Spix, 1829) do lago Castanho, Amazonas (Siluriformes, Hypophthalmidae). *Acta Amazônica*. 10(3): 545-555.

Casatti, L., Mendes, H.F., Ferreira, A.M. 2003. Aquatic macrophytes as feeding site for small fishes in the Rosana Reservoir, Paranapanema River, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 63: 213-222.

Casemiro, F.A.S.D., Hahn, N.S., Rangel, T.F.L.V.B. 2003. Diet and trophic ecomorphology of the silverside, *Odontesthes bonariensis*, of the Salto Caxias reservoir, rio Iguaçu, Paraná, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 1(2):127-131.

Christofolletti, A. 1981. Geomorfologia fluvial. São Paulo: Edgard Blucher Ltda. Fundação de Amparo a Pesquisa do estado de São Paulo. 313 p.

Ciiagro online. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/>. Acesso em 25/03/2016.

Clarke, K.R., Warwick, R.M. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth. 176 p.

Colares, M.A.M., Bonecker, C.C., Simões, N.R., Alves, G.M., Lansac-Tôha, F.A. 2013. Structure of the zooplankton communities in macrophytes stand of a Neotropical floodplain (the Parana River, Brazil). *International Review of Hydrobiology*. 98:89-103.

Crippa V.E.L., Hahn, N.S., Fugi, R. 2009. Food resource used by small-sized fish in macrophyte patches in ponds of the upper Paraná river floodplain. *Acta Scientiarum. Biological Sciences Maringá*. 31(2): 119-125.

Deus, C.P., Petrere, J.M. 2003. Seasonal diet shifts of seven fish species in an Atlantic rainforest stream in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 63(4): 579-588.

Elmoor-Loureiro, L.M.A., Soares, A.C.E. 2010. Cladocerans from gut content of fishes from Guaporé River Basin, MT, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 22 (1): 46-49.

Elmoor-Loureiro, L.M.A. 2007. Phytophilous cladocerans (Crustacea, Anomopoda and Ctenopoda) from Paranã River Valley, Goiás, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 24 (2): 344-352.

Elmoor-Loureiro, L.M.A. 1997. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil. Editora Universa. Universidade Católica de Brasília. Brasília. 155 p.

Esteves, F.A., 2011. Fundamentos de Limnologia. 3ª. Ed. Editora Interciência. Rio de Janeiro. 826 p.

Esteves, K.E., Galetti Jr, P.M. 1994. Feeding ecology of *Moenkhausia intermedia* (Pisces, Characidae) in a small oxbow lake of Mogi-Guaçú River, São Paulo, Brazil. *Verhhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*. 25: 2198- 2204.

Fedatto-Abelha, M.C., Agostinho, A.A., Goulart, E. 2001. Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum*. 23(2): 425-434.

Ferraz, T. 2014. Estrutura e Ecologia Trófica da Ictiofauna da microbacia do Córrego Beija - Flor, Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP. Tese de Doutorado. UFSCar. São Carlos. São Carlos, 130 p.

Ferreira, C. P., Casatti, L. 2006. Influência da estrutura do hábitat sobre a ictiofauna de um riacho em uma micro-bacia de pastagem, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 23 (3): 642-651.

Ferreira, A.G., Verani, J.R., Peret, A.C., Castro, P.F. 2000. Caracterização da comunidade íctica de lagoas marginais do rio Mogi- Guaçu: composição, abundância e biomassa de peixes. In *Estudos integrados em ecossistemas: estação ecológica de Jataí* (J.E. Santos & J.S.R. Pires, eds.). Rima Editora, São Carlos. 791-804 p.

Ferro, B. 2013. Operação salvamento no rio Turvo. Disponível em: <http://www.diarioweb.com.br/novoportal/noticias/Meio+Ambiente/158734,Operacao+salvamento+no+rio+turvo.aspx>. Acessado dia 26/05/2016.

Galetti Jr, P.M., Esteves, K.E., Lima, N.R.W., Mestriner, C.A., Cavallini, M.M., Cesar, A.C.G., Miyazawa, C.S. 1990. Aspectos comparativos da ictiofauna de duas lagoas marginais do rio Mogi-Guaçu (Alto Paraná -Estação de Jataí, SP). *Acta Limnologica Brasiliensia*. 3:865-885.

Gaspar da Luz, K.D., Abujanra, F., Agostinho, A.A., Gomes, L.C. 2001. Caracterização trófica da ictiofauna de três lagoas da planície aluvial do alto rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum*. 23(2): 401-407.

Gaspar da Luz, K.D., Okada, E.K. 1999. Diet and dietary overlap of three sympatric fish species in lakes of the Upper Paraná River Floodplain. *Brazilian Archives Biology and Technology*. 42(4): 441-447.

Gerking, S. D. 1994. *Feeding ecology of fish*. California: Academic Press. 416 p.

Gonçalves, C. S., Braga F. M. S. 2008. Diversidade e ocorrência de peixes na área de influência da UHE Mogi Guaçu e lagoas marginais, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*. 8(2): 103-114.

Goulding, M. 1980. *The fishes and the forest: Explorations in Amazonian Natural History*. University of California Press: Berkeley, CA, USA. 280 p.

Güntzel A.M., Morita, M.I.K., Roche, K.F., Batista da Silva, V.F., Gusmão, P.P. 2012. Cladocerans from gut contents of fishes associated to macrophytes from Taquari River Basin, MS, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 24(1): 97-102.

Gurgel, H.C.B., De Almeida, R.G., Barbieri, G. 1994. Análise qualitativa da alimentação e o coeficiente intestinal de *Metynnis c.f. roosevelti* Eigenmann (Characidae, Myleinae), da Lagoa Redonda, Nízia floresta, Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 11(2): 331-339.

Hahn, N.S., Andrian, I.F., Fugi, R., Almeida, V.L.L. 1997. Ecologia trófica. In: Vazzoler, A.E.A.M., Agostinho, A.A., Hahn, N.S. (Ed.) *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: EDUEM. 209-228 p.

Hajisamae, S. 2009. Trophic ecology of bottom fishes assemblage along coastal areas of Thailand. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 82:503-514.

Hajisamae E.S., Chou, L.M., Ibrahim, S. 2003. Feeding habitats and trophic organization of the fish community in shallow waters of impacted tropical habitat. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. 58(1):89-98.



Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis review of methods and their applications. *Journal of Fish Biology*. 17: 411-429.

José de Paggi, S.; Paggi, J.C. 2007. Zooplankton. In *The Middle Paraná River: limnology of a subtropical wetland*, M. H. Iriondo, J. C. Paggi, M. J. Parma, Ed.: Springer (ed.). New York. 229-250 p.

Junk, W.J. 1980. Áreas inundáveis: um desafio para a limnologia. *Acta Amazonica*. 10(4): 775- 796.

Lake, P.S. 2003. Ecological effects of perturbation by drought in flowing waters. *Freshwater Biology*. 48:1161-1172.

Lansac-Tôha, F.A., Bonecker, C.C., Velho, L.F.M. 2004. Composition, species richness and abundance of the zooplankton community. In Thomaz, S.M., Agostinho, A.A., Hahn, NS. (Eds.). *The Upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Leiden: Backhuys Publishers. 145-190 p.

Lansac-Tôha, F.A., Bonecker, C.C., Velho, L.F. M., Lima, A.F. 1997. Composição, distribuição e abundância da comunidade zooplanctônica. In: Vazzoler, A.E.A.M., Agostinho, A.A, Hahn N.S (eds.). *A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná: Aspectos físicos, biológicos e sócio-econômicos*. EDUEM, Maringá, PR. 117-155 p.

Lima, A.F., Lansac-Tôha F.A, Bonecker, C.C. 1996. Zooplankton in the floodplain to a tributary to the Paraná River in Mato Grosso do Sul, Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 31(2): 112 -116.

Lolis, A.A., Andrian, I.F. 1996. Alimentação de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae), na planície de inundação do alto rio Paraná. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*. 23:187-202.

Loureiro-Crippa, V., Esgarbosa, Hahn N.S., Fugi, R. 2009. Food resource used by small-sized fish in macrophyte patches in ponds of the upper Paraná river floodplain. *Acta Scientiarum, Biological Sciences*. 31(2):119-125.

Loureiro-Crippa, V.E., Hahn, N.S. 2006. Use of food resources by the fish fauna of a small reservoir (Rio Jordão, Brazil) before and shortly after its filling. *Neotropical Ichthyology*. 4(3): 357-362.

Loureiro-Crippa, V.E. 2006. Dieta, hábitos alimentares e morfologia trófica de peixes de pequeno porte, em lagoas da planície de inundação do Alto rio Paraná, Brasil. Tese de doutorado. Universidad Estadual de Maringá. Maringá, 40 p.

Lowe-McConnell, R.H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. Tradução: Vazzoler, A.E.A., Agostinho, A.A., Cunnighan, P. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. (Coleção Base). Título original: *Ecological studies in tropical fish communities*. 534 p.

Machado, C.A., Rodrigues, T., Morales, A.C. 2009. Análise do conteúdo estomacal de *Moenkhausia intermedia* (Eigenmann, 1908) (CHARACIFORMES: CHARACIDAE), proveniente da lagoa do Diogo, bacia do rio Mogiguaçu, Luís Antônio, estado de São Paulo. *Nucleus*. 6(2): 7 -14.

Maia-Barbosa, P.M., Matsumura-Tundisi, T.M. 1984. Consumption of zooplanktonic organisms by *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819 (Osteichthyes, Characidae) in Lobo (Broa) reservoir, São Carlos, SP, Brazil. *Hydrobiologia*.113: 171-181.

Melão, M.G.G. 1999. Desenvolvimento e aspectos reprodutivos de Cladóceros e Copépodos de águas continentais brasileiras. In: Pompeo, M.L.M (ed.) *Perspectivas da Limnologia no Brasil*. Gráfica e Editora União, São Luís. 45-57 p.

Meschiatti, A.J., Arcifa, M.S. 2002. Early life stages of fish and the relationships with zooplankton in a tropical Brazilian reservoir: Lake Monte Alegre. *Brazilian Journal of Biology*. 62(1): 41-50.

Meschiatti, A.J. 1995. Alimentação de três espécies de peixes de gênero *Astyanax* Baird e Girard, 1854 (Pisces, Characidae) do rio Mogi-Guaçú, SP. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 7:115-137.

Moyle, P.B., Cech Jr., J.J. 1988. *Fishes: an Introduction to Ichthyology*. 2.ed. Prentice Hall: Englewood Cliffs. 559 p.

Nandini, S., Sarma, S.S.S. 2002. Competition between *Moina macrocopa* and *Ceriodaphnia dubia*: a Life Table Demography Study. *International Review of Hydrobiology*. 87: 85-95.

Neiff, J.J., Iriondo, M.H., Carignan, R. 1994. Large tropical South American wetlands: an overview. *Proceedings of the International Workshop on the Ecology and Management of Aquatic-Terrestrial Ecotones*. 156-165 p.

Pelicice, F.M., Agostinho, A.A. 2006. Feeding ecology of fishes associated with *Egeria* spp. Patches in a tropical reservoir, Brazil. *Ecology of Freshwater Fish*. 15: 10-19.

Pérez-Mayorga, M.A. 2015. *Ecologia de peixes de riachos da bacia do rio Machado, RO: padrões, processos e conservação*. Tese de Doutorado. UNESP. São José do Rio Preto, 123 p.

Petry, A.C., Abunjara, F., Piana, P. A., Julio Junior, H.P., Agostinho, A.A. 2004. Fish assemblages of the seasonally isolated lagoons of the upper Paraná river floodplain. In Agostinho, A.A; Rodrigues L; Gomez L.C; Thomaz S.M; Miranda L.E. (Ed). *Structure and functioning of the Paraná river and its floodplain*. Maringá. EDUEM. 275 p.

Petry, A.C., Agostinho, A.A., Gomes, L.C. 2003. Fish assemblages of tropical floodplain lagoons: exploring the role of connectivity in a dry year. *Neotropical Ichthyology*. 1(2): 111-119.

Previattelli, D., Santos-Silva, E.N. 2011. Predação de zooplâncton por peixes no lago Tupé, Manaus-Am. *BioTupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central*. 241- 252 p.

Resende, E.K., Pereira, R.A.C., Almeida, V.R. 1998. Peixes detritívoros da planície inundável do rio Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Embrapa*. 24 p.

Santos-Wisniewski, M.J., Rocha, O., Güntzel, A.M, Matsumura-Tundisi, T. 2002. Cladocera Chydoridae of the high altitude water bodies (Serra da Mantqueira), Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 62(4A):681-687.

Sarma, S.S.S., Nandini, S., Gulati, R.D. 2005. Life history strategies of cladocerans: comparisons of tropical and temperate taxa. *Hydrobiologia*. 542: 315- 333.

Smith, V.H., Tilma G.D., Nekola, J.C. 2003. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine and terrestrial ecosystems. *Environmental Pollution*. 100(3): 179-96.

Sokal, R.R., Rohlf, J. 1969. *Biometry: principles and practice of statistics in biological research*. W.H Freeman, San Francisco. 776 p.

Sousa, F.D.R, Elmoor-Loureiro L.M.A. 2008. Composição e diversidade de cladóceros associados à vegetação marginal de uma lagoa natural na estação Ecológica de Águas Emendadas - DF (ESECAE). In: *I Simpósio sobre o Bioma Cerrado: Recuperação, Conservação e Desenvolvimento*. 1-6 p.

Takeda, A.M., Fujita, D.S. 2004. Benthic invertebrates. In: Thomaz, S.M., Agostinho, A.A., Hahn, N.S (eds) The Upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation. Blackhuys Publishers, The Netherlands. 191-208 p.

Vazzoler, A.E.A.M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: EDUEM.196 p.

Veríssimo, S. 1994. Variação na composição da ictiofauna em três lagoas sazonalmente isoladas, na planície do alto rio Paraná, Ilha Porto Rico, PR, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 77 p.

Welcomme, R.L. 1979. Fisheries ecology of floodplain rivers. London: Longman, 317 p.

Wootton, R. J. 1999. Ecology of teleost fishes. 2.ed. Dordrecht: Kluwer Academic, (Fish and fisheries series; 24), 386 p.

Yamamoto, K.C., Soares M.M.G., Freitas, C.E. 2004. Alimentação de *Triportheus angulatus* (Spix & Agassiz, 1829) no lago Camaleão, Manaus, AM, Brasil. Acta Amazônica. 34(4): 653 - 659.

Zaret, T.M., Rand, A.S. 1971. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. Ecology. 52(2): 336-342.

**CAPÍTULO III. Aspectos reprodutivos, biomassa, produção secundária e cultivo  
de espécies de Cladocera em laboratório.**

---

Aspectos reprodutivos, biomassa, produção secundária e cultivo de espécies de Cladocera em laboratório.

## Resumo

Objetivo do presente estudo foi determinar variáveis reprodutivas, biomassa, produção secundária e cultivo em pequena escala de três espécies de Cladocera - *Diaphanosoma birgei*, *Moina minuta* e *Macrothrix paulensis*. Estas espécies que foram encontradas no ambiente e no conteúdo de estômagos dos peixes das lagoas marginais do Rio Turvo. O cultivo experimental foi realizado em frascos com volume de 2 L com uma densidade inicial de 20 org. L<sup>-1</sup> por um período de 24 dias. Foram avaliadas as seguintes variáveis: taxa intrínseca de crescimento; tempo de duplicação; rendimento e densidade máxima. Para determinar as variáveis reprodutivas foram separados neonatos (com menos de 24 horas de idade) em placas multiescavadas, com capacidade de 10 ml. As observações foram feitas a cada 12 horas por um período de 15 dias para determinar o tamanho dos indivíduos, o número de ovos produzidos, e o desenvolvimento embrionário. Também foram avaliadas as seguintes variáveis de resposta: frequência reprodutiva, fecundidade, fertilidade juvenil, números de eventos reprodutivos, biomassa e produção secundária. Os cultivos foram mantidos sob condições constantes, com concentração alimentar de 4x10<sup>6</sup> cel.mL<sup>-1</sup> da microalga *Chlorella vulgaris*, fotoperíodo de 12 : 12 h claro/escuro e temperatura de 26 °C. A espécie *M. paulensis* mostrou os melhores resultados no cultivo com uma densidade máxima de 2016 org. L<sup>-1</sup>, fecundidade de 14 neonatos/fêmea, biomassa de 7.063 µg PS.ind.<sup>-1</sup> e produção secundária de 0,073320µg PS. h<sup>-1</sup>. Já *M. minuta* apresentou o menor tempo na primeira reprodução (37 h) e na frequência reprodutiva (22 h). Pelas características reprodutivas mostradas e o crescimento no cultivo *M. paulensis* apresentou

condições favorável para produção de biomassa, além disso, como foi encontrada nos estômagos dos peixes pode ser testada como alimento vivo para peixes de cultivo de água doce.

Palavras chaves: *Diaphanosoma birgei*, *Moina minuta* e *Macrothrix paulensis*.

### **Abstract**

The purpose of this study was to determine the reproduction, biomass, secondary production, and small-scale farming variables of three species of Cladocera: *Diaphanosoma birgei*, *Moina minuta*, and *Macrothrix paulensis*. These species were found in the environment and in the stomach content of fish from oxbow lakes in Turvo River. The experimental farming was conducted with flasks with a volume of 2 L and initial density of 20 org. L<sup>-1</sup> during a period of 24 days. The following variables were assessed: inherent growth rate, duplication time, yield, and maximum density. To determine reproductive variables, neonates (with less than 24 hours old) were separated in multi-excavated boards with a capacity of 10 ml. Observations were made every 12 hours during a period of 15 days to determine the size of the individuals, the number of produced eggs, and the embryonic development. Also, the following reply variables were assessed: reproductive frequency, fertility, juvenile fertility, number of reproductive events, biomass, and secondary production. Farms were kept under constant conditions, with a food concentration of 4x10<sup>6</sup> cel.mL<sup>-1</sup> of the microalgae *Chlorella vulgaris*, photoperiod of 12 : 12 h light/dark and temperature of 26 °C. The species *M. paulensis* showed the best results in the farming with a maximum density of 2016 org. L<sup>-1</sup>, fertility of 14 neonates/female, biomass of 7,063 µg PS.ind<sup>-1</sup>, and secondary production of 0.073320µg PS. h<sup>-1</sup>. On the other hand, *M. minuta* presented the shortest time in first reproduction (37 h) and in reproductive frequency (22 h). For the reproductive characteristics showed, the growth of



the *M. paulensis* farming presented favorable conditions for the production of biomass. Besides, as it has been found in fish's stomach, it was able to test it as a live food to freshwater farming fish.

Key words: *Diaphanosoma birgei*, *Moina minuta* and *Macrothrix paulensis*.

## **Introdução**

Os cladóceros são crustáceos da classe Branchiopoda, cujo tamanho varia entre 0,2 e 3,0 mm e são majoritariamente um grupo de ambientes de água doce. Existem muitas espécies planctônicas, mas a maioria é bentônica (Dole-Olivier et al., 2000; Elmoor-Loureiro, 1997).

Conhecer as taxas de desenvolvimento das diferentes fases do ciclo de vida (tempo de desenvolvimento embrionário e pós embrionário) e aspectos reprodutivos das diferentes espécies de cladóceros é importante em estudos de dinâmica de populações, biomassa, produção secundária e teias alimentares, além de ampliar as informações existentes sobre a biologia de cada uma delas, o que é essencial para o manejo adequado e preservação dos ecossistemas aquáticos (Melão, 1999). Alguns fatores afetam o desenvolvimento e a reprodução dos organismos zooplanctônicos e conseqüentemente a produção secundária, podendo-se citar a temperatura, que influencia o tempo de desenvolvimento dos ovos e as taxas de alimentação e incremento populacional (Lemke & Benke, 2003; Keppler & Hardy, 2002; Gilloly, 2000). Já a qualidade ou a quantidade de alimento e a temperatura influenciam diretamente o desenvolvimento pós-embrionário (Melão & Rocha, 2006). Outros autores também citam as condições nutricionais como fatores importantes que influenciam a fecundidade (Hardy & Castro, 2000; Macedo & Pinto-Coelho, 2000).

Os cladóceros têm elevada importância no processo de transferência de energia através da cadeia alimentar dos ambientes lênticos, pois possuem curto tempo de geração e

alta eficiência reprodutiva e são, entre os grupos zooplantônicos, as presas mais visadas por vertebrados e invertebrados (Sarma et al., 2005; Melão, 1999; Bernardi et al., 1987).

Estudos têm demonstrado que as espécies de cladóceros são presas preferenciais pelas espécies de peixes, por sua coloração, tamanho e valor nutricional (Sipaúba-Tavares & Rocha, 2003). Além disso, devido ao fácil cultivo em laboratório e ao curto tempo de desenvolvimento, os cladóceros são os organismos mais empregados como fonte natural de alimento para larvas e alevinos de peixes em aquicultura (Sarma et al., 2005; Sipaúba - Tavares & Rocha; 2003, Bernardi et al., 1987). O cultivo de espécies zooplantônicas é uma prática bastante utilizada, principalmente para investigações sobre o potencial desses organismos para sua utilização em dietas para peixes. Sipauba-Tavares & Rocha (2003) destacam a relevância dos estudos sobre a produção de fitoplâncton e zooplâncton para que espécies locais sejam utilizadas em dietas naturais na aquicultura.

Em planícies de inundação, larvas, jovens e adultos de peixes utilizam o zooplâncton como um dos itens da dieta (Medeiros & Arthington, 2008). O estudo realizado nas lagoas marginais na planície do Rio Turvo mostrou que cladóceros podem constituir de 1 a 6% da dieta de algumas espécies de peixes (Otero et al., 2016 Capítulo 2). Sendo assim, o isolamento e cultivo em laboratório das espécies de cladóceros que compõem a dieta de peixes nesses ambientes naturais pode ampliar a gama de espécies potenciais a serem utilizadas em dietas de larvas e pós-larvas na aquicultura.

Assim, o objetivo do presente estudo foi analisar as variáveis reprodutivas das fêmeas partenogênicas, biomassa, produção secundária e cultivo em pequena escala de três espécies de Cladocera *Diaphanosoma birgei* Korineck, 1981, *Moina minuta* Hansen, 1899 e *Macrothrix paulensis* Sars, 1901, encontradas nos estômagos dos peixes e lagoas marginais do Rio Turvo, para determinar seu potencial para consumo dos peixes.

Assim neste estudo procura-se testar a hipótese de que o consumo destas espécies pelos peixes no ambiente está relacionado com as taxas de crescimento populacional obtidas em laboratório.

## **Material e métodos**

### **Cultivo de *Chlorella vulgaris***

A microalga utilizada como alimento nos experimentos de cultivo de Cladocera foi *Chlorella vulgaris*, proveniente do Laboratório de Limnologia da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto- SP, sendo que o cultivo foi realizado no Laboratório de Ecologia de Zooplâncton do IBILCE/UNESP, em uma câmara climática em um sistema estático com temperatura de 20 °C, 24 horas luz e aeração constante. Para o cultivo, foi utilizado o meio de cultura Bold's Basal Medium (BB) (Bischoff & Bold, 1963).

### **Coleta, manutenção e cultivo em laboratório de Cladocera.**

#### **Cultivo stock**

Os cladóceros *Moina minuta* e *Diaphanosoma birgei* foram observados em densidades alta e baixa respectivamente, nas lagoas do Rio Turvo, ambiente alvo desta tese, (Otero et al., 2016 Capítulo 1), já *Macrothrix paulensis* junto com *Moina minuta* foram observados em densidades altas nos estômagos dos peixes das lagoas (Otero et al., 2016 Capítulo 2). Devido à dificuldade de coletá-los e isolá-los nas amostras das lagoas, optou-se por coletá-los a partir de amostras em outro ambiente - açude da Estação Ecológica do São Jose do Rio Preto onde eles ocorriam em elevadas densidades. Para as amostragens do zooplâncton foi utilizada uma rede de plâncton de 50 µm, já no laboratório, indivíduos de cada espécie foram isolados com pipeta Pasteur, mantidos em aquários de vidro a uma temperatura de 26°C, com fotoperíodo de 12:12, e alimentados diariamente com microalga *C. vulgaris* na concentração de  $4 \times 10^6$  cel.mL.<sup>-1</sup> (Sipaúba-Tavares & Bachion, 2002). O

stock foi mantido por oito dias para garantir assim o número de indivíduos suficientes para iniciar os experimentos.

### **Cultivo de Cladocera**

As unidades experimentais para os cultivos de *D. birgei*, *M. minuta* e *M. paulensis* constaram de recipientes de vidros com capacidade de 2L. Indivíduos jovens foram selecionados aleatoriamente do cultivo stock e transferidos aos recipientes de vidros de 2 L a uma densidade inicial de 20 organismos L<sup>-1</sup>. Mantiveram-se as mesmas condições do cultivo stock como alimentação e fotoperíodo. As variáveis temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade foram medidos a cada dois dias. A renovação de água foi feita diariamente, em torno de 40% do volume total. Para calcular a densidade dos cultivos, foram retiradas, a cada dois dias, alíquotas de 30 ml para a contagem dos organismos.

Foram avaliadas as seguintes variáveis de resposta: taxa intrínseca de crescimento (r); tempo de duplicação (TD); rendimento (R) e densidade máxima (Dm), seguindo os critérios descritos por Prieto et al. (2006) e Heugens (2006).

Taxa intrínseca de crescimento (r);

$$r = (\ln N_{t1} - \ln N_{t0}) / t1 - t0$$

Onde:

N<sub>t1</sub>: Número final de cladóceros em ml.

N<sub>t0</sub>: Número inicial de cladóceros em ml.

t<sub>1</sub>: Tempo final.

t<sub>0</sub>: Tempo inicial.

Tempo de duplicação (TD);

$$TD = \ln 2 / K$$

Onde

Ln2: Logaritmo natural de dois

K: Taxa intrínseca de crescimento (r)

Rendimento (R): Número de organismos por dia

$$R = (Nt1 - Nto) / t$$

Nt1: Número final de indivíduos expressados em ml.

Nto: Número inicial de indivíduos expressados em ml.

t: Tempo em dias

Densidade máxima (Dm) Densidade máxima de organismos obtidos no cultivo Org L<sup>-1</sup>

### **Variáveis reprodutivas, biomassa e produtividade secundária em laboratório**

Foram separados neonatos de cada uma das espécies de *D. birgei*, *M. minuta* e *M. paulensis* (com menos de 24 horas de idade) em placas multiescavadas de acrílico de 6 cavidades, com capacidade de 10 ml cada, para a observação do ciclo de vida. As observações foram feitas sob microscópio estereoscópico Leica (MZ75), a cada 12 horas por um período de 15 dias para determinar o tamanho dos indivíduos, o número de ovos produzidos e o desenvolvimento embrionário. O crescimento do corpo de cada indivíduo foi medido no microscópio estereoscópico com ocular milimetrada em aumento de 5X. Para observar a presença de ovos e embriões foram realizadas observações a cada 12 horas por um período de 15 dias, em lupa estereoscópica no aumento de 2X. Para o crescimento corporal, todos os indivíduos foram medidos utilizando o retículo graduado acoplado à lupa estereoscópica; também foram medidos os ovos e os neonatos nascido durante o experimento foram contados e retirados. Os organismos foram mantidos em uma câmara climática com fotoperíodo 12h luz: 12h escuro e temperatura de 26 ± 1 °C, e alimentados com microalga *C. vulgaris* na concentração de 4x10<sup>6</sup> cel.ml.<sup>-1</sup> (Sipaúba-Tavares & Bachion,

2002). Durante o experimento a alimentação e troca de água das placas foram efetuadas a cada 24 horas.

Foram avaliadas as seguintes variáveis de resposta:

- Frequência reprodutiva, duração do tempo de desenvolvimento do ovo e o tempo entre as desovas;
- Fecundidade: número de ovos/neonatos por fêmeas;
- Fertilidade juvenil: tempo (horas) da primeira reprodução;
- NER: número total de reproduções por fêmeas

### **Biomassa**

A biomassa foi calculada a partir de regressões de peso-comprimento obtidas na literatura (Tabela 1). Para as espécies às quais as regressões não foram encontradas, utilizou-se equações obtidas para outras espécies do mesmo gênero.

**Tabela 1.** Regressões peso-comprimento utilizadas para análise da biomassa (peso seco).

Espécie	Equação	Autor
<i>Moina minuta</i>	$P = 2,34 * C^{2,45}$	Azevedo et al., 2012
<i>Macrothrix spinosa</i>	$P = 5,76 * C^{2,65}$	Bottrell et al., 1976
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	$P = 3,13 * C^{2,22}$	Azevedo et al., 2012

Onde: P = biomassa em  $\mu\text{g}$  de peso seco, C = comprimento do corpo em  $\mu\text{m}$ .

### **Produtividade secundária**

O cálculo de produtividade secundária foi realizado com base no método de Edmondson e Winberg (1971), sendo calculada pela soma da produção no crescimento e da produção na reprodução. A produção com o crescimento foi obtida verificando-se o ganho de biomassa ao longo do desenvolvimento do organismo: a cada dia, ao longo de todo o desenvolvimento do cladóceros, o comprimento do corpo foi medido para o cálculo de biomassa por meio das curvas de regressão citadas acima; no momento em que foi

observado o aparecimento de ovos ou embriões, estes foram medidos para o cálculo de seu biovolume e acréscimo à biomassa total da fêmea; ao final, foi calculada uma média de biomassa ganha por dia por cladócero. Desta forma, os valores de produtividade secundária foram expressos em  $\mu\text{g}$  de peso seco por indivíduo por dia ( $\mu\text{g ind.}^{-1} \text{d}^{-1}$ ).

### Análise dos dados

As taxas do cultivo, variáveis reprodutivas, biomassa e produção secundária foram comparadas entre as espécies, por meio dos testes não paramétricos Mann Whitney e Kruskal Wallis, ambos considerando  $p < 0,05$ . Os dados foram submetidos a análises de normalidade, a partir dos testes Kolmogorov-Smirnov, mostrando uma distribuição não paramétrica.

### Resultados

#### Cultivo de Cladóceros

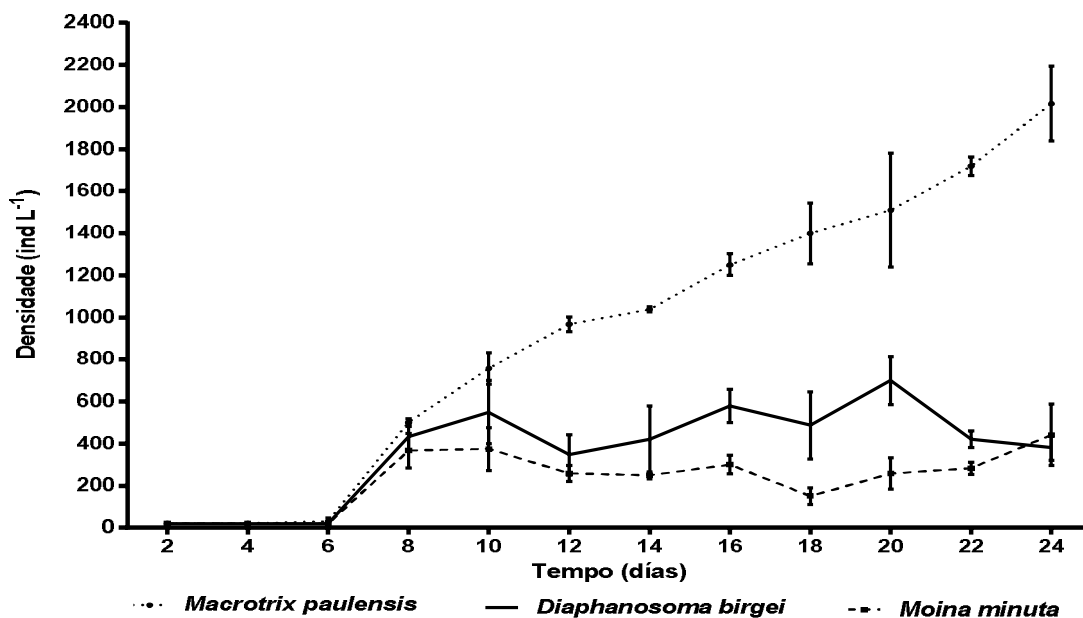
As variáveis físico-químicas não apresentaram diferenças significativas quando foram comparadas entre os cultivos. Oxigênio dissolvido e Condutividade mantiveram-se acima dos  $6 \text{ mg L}^{-1}$  e  $20 \mu\text{S.cm}^{-1}$ , respectivamente, a temperatura média foi de  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , o pH foi neutro (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios e desvio padrão das variáveis físico-químicas da água dos cultivos de *D. birgei* e *M. minuta*, *M. paulensis*.

Variáveis	<i>Diaphanosoma birgei</i>	<i>Moina minuta</i>	<i>Macrothrix paulensis</i>
Temperatura $^\circ\text{C}$	$25,43 \pm 1,08$	$25,43 \pm 1,04$	$25,2 \pm 0,8$
pH	$7,55 \pm 0,17$	$7,54 \pm 0,16$	$7,7 \pm 0,1$
OD $\text{mg L}^{-1}$	$6,7 \pm 0,51$	$6,69 \pm 0,59$	$6,1 \pm 0,6$
Condutividade $\mu\text{S.cm}^{-1}$	$20,64 \pm 3,47$	$20,2 \pm 3,38$	$22,7 \pm 4,1$

Nos primeiros dias do cultivo se observa uma fase de adaptação para as três espécies, a partir do dia 6 observa-se um crescimento exponencial, *D. birgei* apresentou sua maior densidade no dia 20 com  $700 \text{ ind. L}^{-1}$  e menor densidade no dia 12 com  $346 \text{ ind. L}^{-1}$ ,

*M. minuta* no dia 24 alcançou sua maior densidade com 441 org. L<sup>-1</sup> e a menor no dia 18 com 149 org. L<sup>-1</sup> e *M. paulensis* mostrou sua maior densidade no dia 24 com 2016 org. L<sup>-1</sup> (Figura 1).



**Figura 1.** Curva do crescimento populacional médio de *M. paulensis*, *M. minuta* e *D. birgei*, cultivada em laboratório.

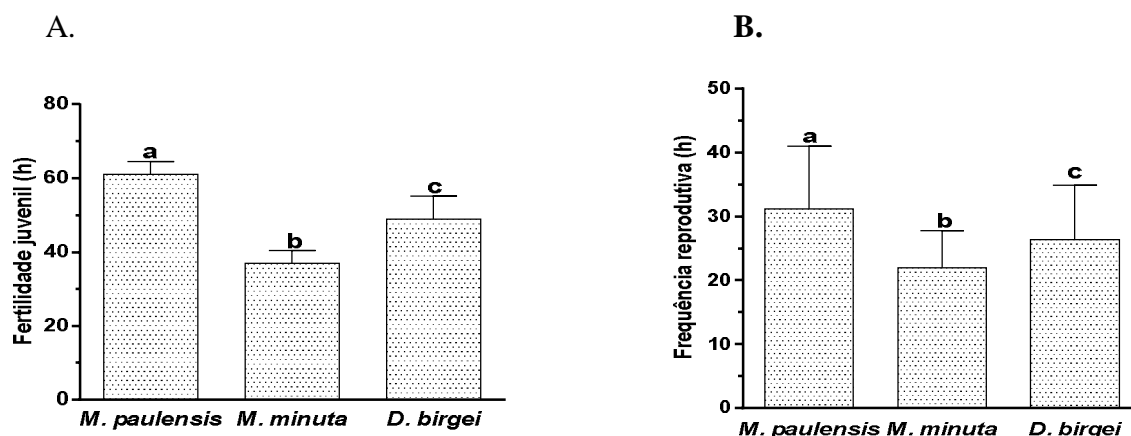
Foram observadas diferenças significativas na taxa intrínseca de crescimento, rendimento, tempo de duplicação e densidade máxima entre as espécies (Tabela 3). O rendimento foi menor para *D. birgei* e maior *M. minuta*. As espécies *M. minuta* e *M. paulensis* alcançaram as densidades máximas no dia 23 já *D. birgei* no dia 19 do cultivo. A taxa intrínseca de crescimento foi menor para *D. birgei* (Tabela 3).

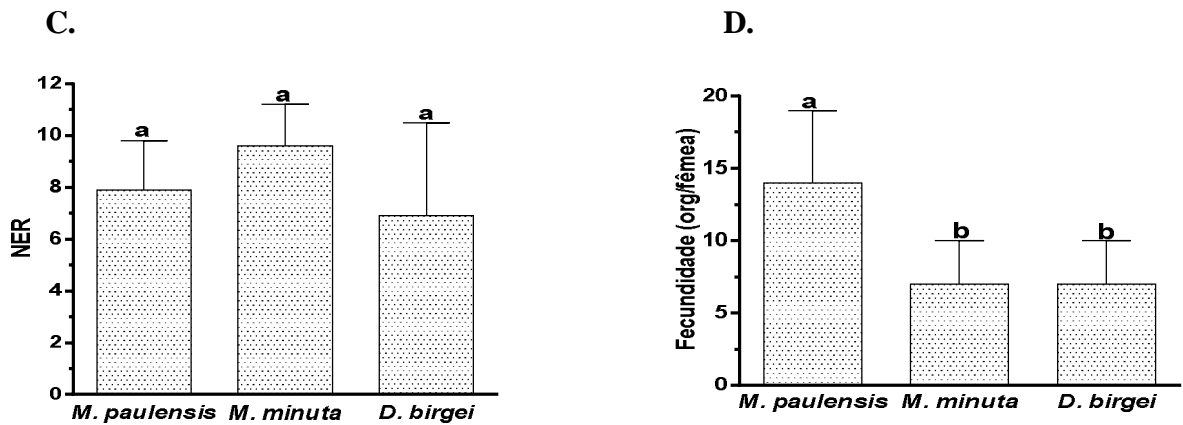


**Tabela 3.** Variáveis de resposta de *M. paulensis*, *M. minuta* e *D. birgei*: taxa intrínseca de crescimento (r); tempo de duplicação (TD); rendimento (R) e densidade máxima (Dm) de culturas de laboratório, Densidade máxima de organismos obtidos no cultivo (Dmd).

Variáveis avaliadas	<i>Diaphanosoma birgei</i>	<i>Moina minuta</i>	<i>Macrothrix paulensis</i>
r (días <sup>-1</sup> )	0,1203 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,2183±0,02 <sup>b</sup>	0,2171±0,08 <sup>b</sup>
R (Org ml <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	0,00987±0,0 <sup>a</sup>	0,1052±0,06 <sup>b</sup>	0,07957±0,01 <sup>c</sup>
TD (días)	6,068±1,54 <sup>a</sup>	3,175±0,03 <sup>b</sup>	3,196±0,12 <sup>b</sup>
Dmd (días)	20	24	24
Dm (Org L <sup>-1</sup> )	700±114 <sup>a</sup>	441±146 <sup>b</sup>	2016±178 <sup>c</sup>

A fertilidade juvenil e frequência reprodutiva mostraram diferenças significativas entre as espécies ( $p < 0.05$ ), *M. minuta* mostrou o menor tempo na primeira reprodução (37 h) (Figura 2A) e na frequência reprodutiva 22 h (Figura 2B), *M. paulensis* mostrou os maiores tempos nessas duas variáveis com tempos 61 e 31,2 h, respectivamente. As espécies não mostraram diferenças significativas no número de reproduções, *M. minuta* e *D. birgei* em média tiveram 9,6 e 6,9 reproduções, respectivamente (Figura 2C). A fecundidade das fêmeas partenogenéticas de *M. paulensis* mostrou diferenças significativas ( $p < 0.05$ ) comparadas com *M. minuta* e *D. birgei*, com fecundidade média de 14 para *M. paulensis* e 7,0 para as outras duas espécies (Figura 2D).

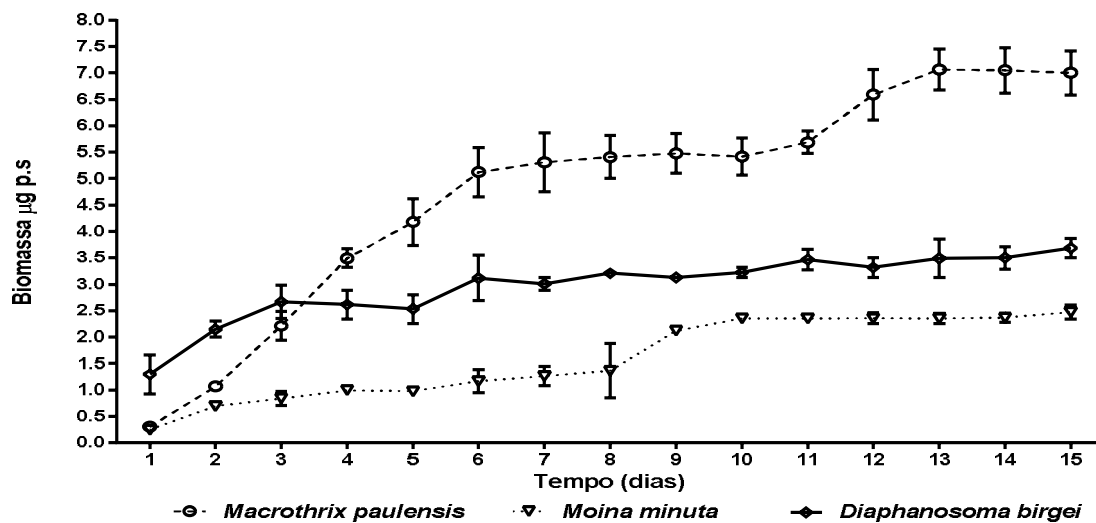




**Figura 2.** Variáveis reprodutivas de *Macrothrix paulensis*, *Moina minuta* e *Diaphanosoma birgei*. A. Fertilidade juvenil, B. Frequência reprodutiva, C. NER: Número de reproduções, D. Fecundidade.

### Biomassa

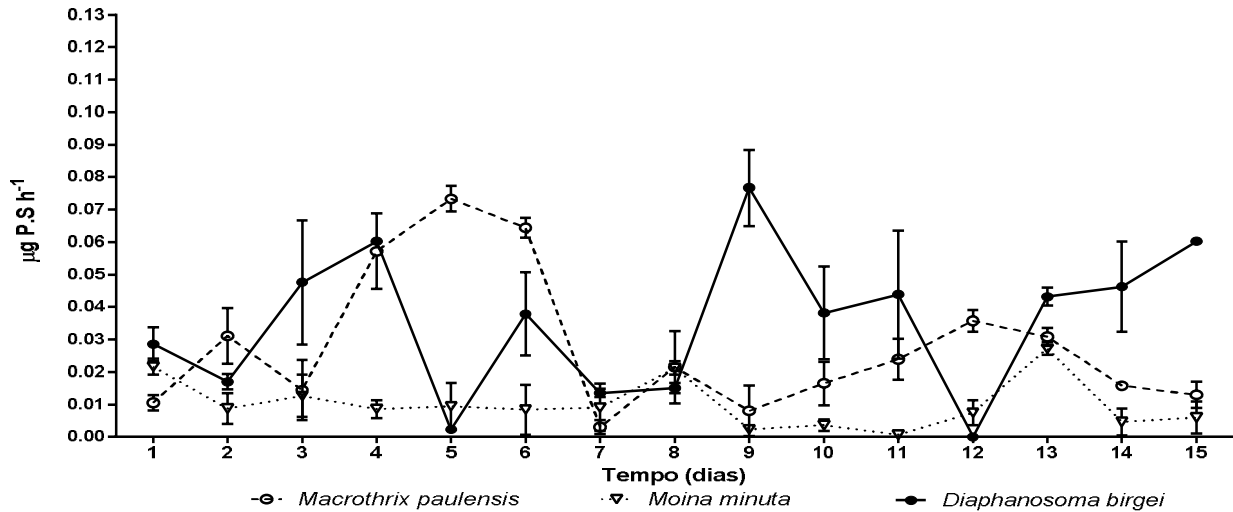
A biomassa de *M. paulensis* mostrou diferenças significativas ( $p < 0.05$ ) em comparação com *M. minuta* e *D. birgei*. Durante o período de estudo, a espécie *M. paulensis* teve o maior valor de biomassa  $7.063 \mu\text{g PS.ind.}^{-1}$ , registrado no dia 13. No final do experimento, os menores valores de biomassa foram de *D. birgei*  $3,680$  e *M. minuta*  $2,470 \mu\text{g PS. ind.}^{-1}$ . A biomassa das três espécies aumentou durante os dias do experimento (Figura 3).



**Figura 3.** Biomassa ( $\mu\text{g}$  peso seco.  $\text{ind.}^{-1}$ ) das espécies *M. paulensis*, *M. minuta* e *D. birgei* no laboratório.

### Produção secundária

*M. paulensis* apresentou a maior produtividade em comparação com as outras duas espécies, sendo registrados os maiores valores no dia 5 ( $0,073320 \mu\text{g PS. h}^{-1}$ ), e no dia 6 ( $0,064370 \mu\text{g PS.h}^{-1}$ ). A menor produtividade foi registrada para *M. minuta* ( $0,027260 \mu\text{g PS.h}^{-1}$ ) no dia 13 e no dia 1 ( $0,021620 \mu\text{g PS. h}^{-1}$ ). Os maiores valores de produção de *D. birgei* foram registrados nos dias 4 9 e 15 (Figura 4).



**Figura 4.** Produtividade secundária das espécies *M. paulensis*, *M. minuta* e *D. birgei* cultivados em laboratório.

## Discussão

Em de zooplâncton, a qualidade da água, o alimento, o pH, o oxigênio dissolvido e a luz, são as variáveis mais importantes (Vijverberg, 1989). As variáveis físicas e químicas da água dos cultivos de *D. birgei*, *M. minuta* e *M. paulensis* foram similares entre os tratamentos, não apresentando variações significativas.

A temperatura é o fator que influencia diretamente o crescimento e o metabolismo dos organismos zooplancônicos (Rodríguez-Estrada et al., 2003), refletindo na biomassa e produção secundária. Além disso, em organismos zooplancônicos, o aumento da temperatura promove a diminuição no tempo de desenvolvimento dos ovos, aumento na taxa de incremento populacional e aumento nas taxas de alimentação (Melão, 1999). Para o cultivo de cladóceros, Sipaúba-Tavares & Rocha (2003) indicam valores de temperaturas variando entre 20-28°C. Neste estudo a temperatura média foi de 26 °C, valor que se encontra dentro dos recomendados pelos autores, gerando bons resultados na densidade do

cultivo. Outros estudos também reportam ótimos resultados nas densidades de cultivos nesta temperatura (Otero et al., 2013; Rodríguez-Estrada et al., 2003; Sipaúba-Tavares & Bachion, 2002).

A presença contínua do alimento no tubo digestivo nas três espécies demonstrou que a microalga *C. vulgaris* oferecida como alimento foi adequada para o cultivo. Estudos demonstram que os organismos zooplancônicos têm preferências pelas clorofíceas, sendo a *Chorella* uma das microalgas mais utilizadas para o crescimento de Cladóceros (Alva-Martínez et al., 2004). Esta microalga apresenta paredes celulares finas, o que implica num baixo conteúdo de cinzas e em uma alta relação entre o carbono orgânico e o peso seco (Sipaúba-Tavares & Rocha, 1994; Sipaúba-Tavares, 1988). Estas características ajudam a uma boa digestão e assimilação do alimento pelos cladóceros, tendo também como resposta, um bom crescimento no cultivo (Arnold, 1971).

Os resultados de crescimento populacional em laboratório das espécies *M. paulensis*, *M. minuta* e *D. birgei*, revelaram um crescimento acentuado de *M. paulensis*, chegando a um tamanho populacional máximo de 2016 ind. L<sup>-1</sup> em 24 dias. Para *Macrothrix triserialis* autores reportam uma máxima densidade no dia 25 (Nandini et al., 2002). As baixas densidades para as espécies de *D. birgei* e *M. minuta* podem estar relacionadas com a baixa taxa de fecundidade que pode ter ocorrido devido ao cultivo com alimentação monoalgal. Outros estudos que utilizaram misturas de microalgas obtiveram densidades mais altas de cladóceros (Sipaúba-Tavares et al., 2014; Otero et al., 2013; Sipaúba-Tavares & Bachion, 2002). A vantagem de realizar experimentos com misturas de microalgas de diferentes tamanhos da partícula garante alimentação para os diferentes estágios de vida dos cladóceros neonatos e adultos durante todo o cultivo refletindo-se em altas densidades. Por

outro lado, a utilização de uma única alga possibilita maior controle das variáveis no caso de experimentos.

Em cladóceros, as taxas intrínsecas de crescimento variam entre 0,01 e 1,5 ind.dia<sup>-1</sup> e dependem da espécie, temperatura e qualidade do alimento (Sipaúba-Tavares et al., 2014; Nandini & Sarma, 2003). Neste estudo, os valores das taxas, das espécies *M. minuta* e *M. paulensis* apresentaram valores similares e diferença significativa com *D. birgei*. Outros autores reportam resultados diferentes para cladóceros alimentadas com outras microalgas (Espinosa-Rodríguez et al., 2012; Prieto, 2006; Rodriguez-Estrada et al., 2003). Independente das diferenças entre os valores das taxas intrínseca de crescimento obtidas neste estudo, pode afirmar que as três espécies tiveram um alimento de boa qualidade, pois mostraram crescimento populacional e reproduções.

Os resultados do tempo de fertilidade juvenil ou idade da primeira reprodução e frequência reprodutiva mostraram que *Moina minuta* apresentou períodos curtos comparados com os de *M. paulensis* e *D. birgei*. Sobre a fertilidade juvenil, resultados similares foram reportados para *Moina reticulata* a 25 °C (Hardy & Duncan, 1994) e *Moinodaphnia* sp. a 27 °C (Prieto, 2001). *M. paulensis* mostrou o tempo maior nesse estudo, porém mais curto do que os de *Macrothrix flabelligera*, que apresentou 84 h a 23 °C (Guntzel et al., 2003), *Macrothrix pectinata* 81,6 h a 25 °C e *Macrothrix rosea* 67,6 h a 25 °C (Melão, 1999). A temperatura influencia nos aspectos reprodutivos, exercendo um importante papel sobre o tempo de desenvolvimento embrionário e taxas de reprodução (Winberg, 1971). Outros autores reportam que a temperatura seria a variável mais importante que influencia no crescimento dos cladóceros (Shi et al., 2009; Rinke & Petzoldt 2003; Benider et al., 2002; Giebelhausen & Lampert, 2001). Provavelmente a temperatura de 26°C utilizada nesse estudo influenciou nos resultados da fertilidade juvenil gerando menores tempos, uma vez

que em menores temperaturas, o tempo de desenvolvimento embrionário aumenta (Melão, 1999). A frequência reprodutiva é uma das variáveis mais importantes no ciclo de vida, poucos trabalhos reportam esta variável (Vijverberg, 1989). Nesse estudo a frequência reprodutiva média de *M. minuta* foi menor quando comparada aos resultados obtidos para *M. micrura* (Rodríguez-Estrada et al., 2003), *Moinodaphnia* sp. (Prieto, 2001) e *Moinodaphnia macleayii* (Montealegre, 1996). Provavelmente o período curto na frequência reprodutiva mostrada por *M. minuta* seja a explicação da abundância nas suas populações das lagoas e no conteúdo dos estômagos dos peixes.

Em relação à fecundidade, *M. paulensis* apresentou uma fecundidade mais elevada, enquanto *D. birgei* e *M. minuta* apresentaram os menores valores. A elevada fecundidade observada para *M. paulensis* pode estar relacionada à família Macrothricidae, outras espécies já foram reportadas com altas fecundidades (Guntzel et al., 2003; Muro-Cruz et al., 2002; Melão, 1999). Além disso, a fecundidade está diretamente relacionada como tamanho das fêmeas, geralmente aumentando nas espécies maiores (Melão, 1999). A presença desta espécie nos estômagos dos peixes das lagoas Otero et al., (2016 Capítulo 2) deve-se à alta fecundidade apresentada pela espécie, que resulta em uma maior biomassa no meio, e representando uma fonte de recurso para os peixes.

Estudos comparáveis com dados de biomassa em laboratório para espécies de cladóceros são escassos. Os trabalhos, em geral, apresentam biomassa obtida a partir de amostras coletadas no campo. Neste estudo, os valores de biomassa foram mais altos para *M. paulensis* à temperatura de 26 °C. Este fato está relacionado com o tamanho médio desta espécie (0,914 mm), que é maior do que *D. birgei* (0,896 mm) e *M. minuta* (0,818 mm). Autores relacionam o tamanho do corpo com a biomassa, por exemplo, os rotíferos têm maiores densidades e são menores em tamanho, representando menor biomassa do que

cladóceros e copépodes que aparecem em baixas densidades, mas tem um tamanho de corpo maior representado em maior biomassa (Brito et al., 2011; Bonecker et al., 2007; Melão et al., 2005). Outros autores relacionam o aumento da biomassa com a temperatura (Minto, 2010; Bunioto & Arcifa, 2007); e outros ainda relacionam com o alimento, como por exemplo, para *Ceriodaphnia silvestrii* que foi reportada uma biomassa maior alimentada com *Scenedesmus bijugus* (Santos et al., 2006). Todos estes trabalhos mostram que a biomassa é um parâmetro que pode ser alterado de acordo com a temperatura e com o alimento, já os resultados desse estudo demonstraram como as diferenças de tamanho podem influenciar no aumento da biomassa das diferentes espécies em laboratório. A espécie *M. paulensis*, sendo uma das espécies consumida pelos peixes das lagoas do rio turvo (Otero et al., 2016, Capítulo 2), ao apresentar uma maior biomassa, pode apresentar este potencial no ambiente, sendo um recurso de fácil acesso para ser consumido pelos peixes. Além disso, outra característica que foi observada nesta espécie é a coloração do corpo, a qual é semelhante a outras espécies utilizadas como alimento, como *Artemia*, sendo, portanto, bastante visível para os peixes visuais. Embora *M. minuta* tenha mostrado valores baixos da biomassa corpórea, essa espécie foi observada como um dos principais cladóceros na dieta de peixes das lagoas marginais e do ambiente (Otero et al., 2016 Capítulo 1 e 2).

A maior parte dos trabalhos relacionados com produtividade secundária contêm apenas resultados obtidos a partir de amostras coletadas no campo, já os dados de biomassa são mais comuns que os de produtividade secundária. Neste estudo *M. paulensis* apresentou a maior produtividade dentre as espécies estudadas, o que deve ser relacionado com os valores de biomassa e fecundidade da espécie, já que nos ecossistemas aquáticos a produção secundária depende da fecundidade, tempo de desenvolvimento dos organismos e



disponibilidade e qualidade de alimento (Melão & Rocha, 2006; Rocha, 1983). Além disso, as taxas de produção secundária podem ser afetadas por outros fatores entre eles: a biomassa dos organismos, tamanho do corpo, taxonomia, tempo de vida, temperatura, concentração de oxigênio e predação (Downing, 1984).

Dentro dos organismos zooplancctônicos cultivados em laboratório, os Cladóceros são o grupo mais utilizado devido à reprodução partenogenética, que resulta em elevada produção de ovos e ciclo de vida curto (Sipaúba - Tavares & Rocha, 1994). Neste sentido, a literatura sugere que os gêneros *Moina* e *Daphnia* são os mais utilizados para cultivo e uso como alimento vivo para os peixes por seu valor nutricional e facilidade para cultivo (Sipaúba-Tavares & Rocha, 2003).

Com este estudo mostramos que a espécie *Macrothrix paulensis*, pelas características reprodutivas mostradas e o crescimento no cultivo, apresenta características favoráveis para produção de biomassa e, como foi encontrada nos estômagos dos peixes, pode ser testada como alimento vivo para peixes de cultivo de água doce. Além destas características positivas, a coloração que os indivíduos desta espécie apresentam, semelhante a uma outra espécies também consumida por peixes - a *Artemia* sp., sugere que os indivíduos de *M. paulensis* são visíveis para os peixes visuais, tornando-se presas potenciais para serem intensamente consumidas. *Moina minuta* e *Diaphanosoma birgei* não mostraram as melhores respostas nas taxas de crescimento em nosso estudo, embora sejam espécies importantes na alimentação dos peixes (Otero et al., 2016, Capítulo 2) e consumidas preferencialmente por diversas espécies de peixes de água doce. Esses dados contribuem para maiores informações das taxas de crescimento destas espécies, que são alimentos para peixes das lagoas do Rio Turvo.

## Referências

- Alva-Martínez, A.F, Sarma, S.S.S., Nandini, S. 2004. Population growth of *Daphnia pulex* (Cladocera) on a mixed diet. *Crustaceana*. 77(8): 973- 988.
- Arnold, E.D. 1971. Ingestion, assimilation, survival, and reproduction by *Daphnia pulex* fed with seven species of blue-green algae. *Limnology and Oceanography*. 16: 906-920.
- Azevedo, F., Dias, J.D., Braghin, L.S.M., Bonecker, C.C. 2012. Length-weight regressions of the microcrustacean species from a tropical floodplain. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 24(1):1-11.
- Benider, A., Tifnouti, A., Pourriot, R. 2002. Growth of *Moina macrocopa* (Straus 1820) (Crustacea, Cladocera): influence of trophic conditions, population density and temperature. *Hydrobiologia*. 468: 1-11.
- Bernardi, R., Giussani, G., Manca, M. 1987. Cladocera: Predators and prey. *Hydrobiologia*. 145: 75-84.
- Bischoff, H.W., Bold, H.C. 1963. Phycological studies. IV. Some soil algae from enchanted rock and related algal species. *University of Texas Publications*. 6318:1-95.
- Bonecker, C.C., Nagae, M.Y., Bletler, M.C.M., Machado-Velho, L.F., Lansac-Tôha, F. 2007. Zooplankton biomass in tropical reservoirs in southern Brazil. *Hydrobiologia*. 579:115-123.
- Bottrell, H. H., Duncan, A.; Gliwicz, Z. M., Grygierek, E., Herzig, A., Hillbricht-Ilkowska, I., Kurasawa, H., Larsson, P., Weglenska, T. 1976. A review of some problems in zooplankton production studies. *Norwegian Journal of Zoology*. 24: 419-456.

Brito, S.L., Maia-Barbosa, P.M., Pinto-Coelho, R. M. 2011. Zooplankton as an indicator of trophic conditions in two large reservoirs in Brazil. *Lakes & Reservoirs: Research & Management*. 16: 253-264.

Bunioto, T.C., Arcifa, M.S. 2007. Effects of food limitation and temperature on cladocerans from a tropical Brazilian lake. *Aquatic Ecology*. 41: 569-578.

Dole-Olivier, M.J., Galassi, D.M.P., Marmonier, P., Creuzé Dês Châtelliers, M. 2000. The biology and ecology of lotic microcrustaceans. *Freshwater Biology*. 44: 63-91.

Downing, J.A. 1984. Assessment of secondary production: the first step. In: Downing, J. A. & Rigler, F. H. (eds.). *A Manual on Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Waters*. IBP. Blackwell Scientific Publications. London. 1-18.

Edmondson, W.T., Winberg, G.C. 1971. A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters. Blackwell, Oxford. IBP Handbook, 17. 358 p.

Elmoor-Loureiro, L.M.A. 1997. Manual de Identificação de Cladóceros Límnicos do Brasil. Universa, Brasília. 156 p.

Espinosa-Rodríguez, C.A., Sarma, S.S.S., Nandini, S. 2012. Interactions between the rotifer *Euchlanis dilatata* and the cladocerans *Alona glabra* and *Macrothrix triserialis* in relation to diet type. *Limnologia* 42:50-55.

Giebelhausen, B., Lampert, W. 2001. Temperature reaction norms of *Daphnia magna*: the effect of food concentration. *Freshwater Biology*. 46: 281-289.

Gilloly, J.F. 2000. Effect of body size and temperature on generation time in zooplankton. *Journal of plankton research*. 22(2): 241-251.

Güntzel, A.M., Matsumura-Tundisi, T., Rocha, O. 2003. Life cycle of *Macrothrix flabelligera* Smirnov, 1992 (Cladocera, Macrothricidae), recently reported in the Neotropical region. *Hydrobiologia*. 490: 87-92.

Hardy, E.R., Castro, J.G.D. 2000. Qualidade nutricional de três espécies de clorofíceas cultivadas em laboratório. *Acta Amazonica*. 30: 39-47.

Hardy, E., Duncan, A. 1994. Food concentration and temperature effects on life cycle characteristics of tropical Cladocera (*Daphnia gessneri* Herbst, *Diaphanosoma sarsi* Richard, *Moina reticulata* (Daday): I. Development time. *Acta Amazonica*. 24: 119-134.

Heugens, E., Tokkie, L., Kraak, M., Hendriks, A., Van S.N., Admiraal, W. 2006. Population growth of *Daphnia magna* under multiple stress conditions: Joint effects of temperature, food, and Cadmium. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 25:1399-1407.

Keppler, E.C., Hardy E.R. 2002. Estimativa do tamanho das fêmeas com ovos de *Moina minuta* Hansen, 1899 (Cladocera, Crustacea) no lago Amapá, Rio Branco, Estado do Acre, Brasil. *Acta Scientiarum*. 24(2): 321-328.

Lemke, A.M, Benke, A.C. 2003. Growth and reproduction of three cladoceran species from a small wetland in the south-eastern U.S.A. *Freshwater Biology*. 48: 589-603.

Macedo, C. F., Pinto-Coelho, R.M. 2000. Efeito das algas *Ankistrodesmus gracilis* e *Scenedesmus quadricauda* no crescimento e no índice lipídico de *Daphnia laevis* e *Moina micrura*. *Acta Scientiarum*. 22: 397- 401.

Medeiros, E.S.F., Arthington, A.H. 2008. The importance of zooplankton in the diets of three native fish species in floodplain waterholes of a dryland river, the Macintyre River, Australia. *Hydrobiologia*. 614: 19-31.

Melão M.G.G., Rocha, O. 2006. Life history, population dynamics, standing biomass and production of *Bosminopsis deitersi* (Cladocera) in a shallow tropical reservoir. *Acta Limnologica. Brasiliensia*. 18 (4): 433-450.

Melão, M.G.G., Rocha, O., Roche, F.K. 2005. Produtividade, Biomassa e Flutuações Populacionais e interações biológicas da Comunidade Planctônica e Suas Implicações na Transferência de Energia na Cadeia Alimentar de um Reservatório Raso e oligotrófico. In: ROCHE, F. K.; ROCHA, O. (Ed.) *Ecologia Trófica de Peixes com ênfase na planctivoria em ambientes lênticos de água doce no Brasil*. São Carlos: Rima, 146 p.

Melão, M.G.G. 1999. Desenvolvimento e aspectos reprodutivos de Cladóceros e Copépodos de águas continentais brasileiras. In: Pompeo, M.L.M (ed.) *Perspectivas da Limnologia no Brasil*. Gráfica e Editora União, São Luís. 45-57 p.

Minto, W.J. 2010. Biomassa, densidade e produção secundária de microcrustáceos planctônicos no Lago Monte Alegre. Tese de Doutorado. USP. Ribeirão Preto, 70 p.

Montealegre, D. 1996. Historia de vida de *Moinodaphnia macleayii* (King 1853) (Crustacea: Cladocera) en condiciones de laboratorio. Tesis de doctorado. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, 136 p.

Muro-Cruz, G., Nandini, S., Sarma S.S.S. 2002. Comparative life table demography and population growth of *Alona rectangula* and *Macrothrix triserialis* (Cladocera: Crustacea) in relation to algal (*Chlorella vulgaris*) food density. *Journal of Freshwater Ecology*. 17: 1-11.

Nandini, S., Sarma, S.S.S. 2003. Population growth of some genera of cladocerans (Cladocera) in relation to algal food (*Chlorella vulgaris*) levels. *Hydrobiologia*. 491: 211-219.

Nandini, S., Muro-Cruz, G., Sarma, S.S.S. 2002. Competition Between Littoral Cladocerans *Macrothrix triserialis* and *Alona rectangular* (Cladocera) in Relation to Algal Food Level and Inoculation Density. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica*. 30(1): 16-23.

Otero, A., Muñoz, M., Medina-Robles, V., Cruz-Casallas, P.E. 2013. Efecto del alimento sobre variables productivas de dos especies de Cladóceros bajo condiciones de laboratorio. *Revista MVZ*. 18(Supl): 3642-3647.

Prieto, M., Cruz, L.D., Morales, M. 2006. Cultivo experimental del cladóceros *Moina* sp alimentado con *Ankistrodesmus* sp y *Saccharomyces cerevisiae*. *Revista MVZ*. 11: 705 - 714.

Prieto, M. 2001. Aspectos reproductivos del cladóceros *Moinodaphnia* sp. en condiciones de laboratorio. *Revista MVZ Córdoba*. 6(2):102-110.

Rinke, K., Petzoldt, T. 2003. Modelling the effects of temperature and food on individual growth and reproduction of *Daphnia* and their consequences on the population level. *Limnologica*. 33: 293-304.

Rocha, O., 1983. The influence of food-temperature combinations on the duration of development, body size, growth and fecundity of *Daphnia* species. Doctor Thesis in Zoology. University of London. London, 337 p.

Rodríguez-Estrada, J., Villaseñor, R., Martínez, F. 2003. Efecto de la temperatura y tipo de alimento en el cultivo de *Moina micrura* (Kurz, 1874) (Anomopoda: Moinidae) en condiciones de laboratorio. *Hidrobiológica*. 13(3): 239-246.

Santos, M.A.P.F., Melão M.G., Lombardi, A.T. 2006. Life history characteristics and production of *Ceriodaphnia silvestrii* Daday (Crustacea, Cladocera) under different experimental conditions. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 18(2): 199-212.

Sarma, S.S.S., Nandini, S., Gulati, R.D. 2005. Life history strategies of cladocerans: comparisons of tropical and temperate taxa. *Hydrobiologia*. 542: 315- 333.

Shi, X.L., Bao, S.Y., Liu, G.J., Zhang, Z.B. 2009. Effect of the temperature on the reproduction capacity of *Moina irrasa*. *Acta Hydrobiologica Sinica*. 33: 200-206.

Sipaúba-Tavares, L.H., Truzzi, B.S., Berchielli-Morais, F.A. 2014. Growth and development time of subtropical Cladocera *Diaphanosoma birgei* Korinek, 1981 fed with different microalgal diets. *Brazilian Journal of Biology*. 74(2): 464-471.

Sipauba-Tavares, L.H.S., Rocha, O. 2003. Produção de plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos. São Carlos: RiMa. 106 p.

Sipaúba, L.H., Bachion, M.A. 2002. Population growth and development of two species of Cladóceras, *Moina micrura* and *Diaphanosoma birgei*, in laboratory. *Brazilian Journal of Biology*. 62(4A): 701-711.

Sipaúba-Tavares, L. H., Rocha, O. 1994. Cultivo em larga escala de organismos planctônicos para a alimentação de larvas e alevinos de peixes: I- algas clorofíceas. *Biotemas*. 6(11): 93-106.

Sipaúba-Tavares, L.H. 1988. Utilização do plâncton na alimentação de larvas e alevinos de peixes. Tese de doutorado. UFSCAR. São Carlos, 191 p.

Viiverberg, J. 1989. Culture techniques for studies on the growth, development and reproduction of copepods and cladocerans under laboratory and in situ conditions. *Freshwater Biology*. 21: 317-373.

Winberg, G.G. 1971. Methods for the estimation of production of aquatic animals. New York: Academic Press, 175 p.