

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

THAMY SANTOS RIBEIRO

**Parasitos metazoários de *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829) (Siluriformes: Pimelodidae) em sistema aquático tropical: aspectos ecológicos e patológicos**

Maringá  
2013

THAMY SANTOS RIBEIRO

**Parasitos metazoários de *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829) (Siluriformes: Pimelodidae) em sistema aquático tropical: aspectos ecológicos e patológicos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Ciências Ambientais

Orientador: Dr. Ricardo Massato Takemoto

Maringá  
2013

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

- R484p Ribeiro, Thamy Santos, 1987-  
Parasitas metazoários do *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829) (Siluriformes: Pimelodidae) em sistema aquático tropical : aspectos ecológicos e patológicos / Thamy Santos Ribeiro. -- Maringá, 2013.  
42 f. : il.(algumas color.).
- Dissertação (mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)-- Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2013.  
Orientador: Dr. Ricardo Massato Takemoto.
1. Parasitos metazoários - *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829) (Siluriformes: Pimelodidae) - Bioindicadores - Planície de inundação - Alto rio Paraná.  
2. *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829) (Siluriformes: Pimelodidae) - Inflamação - Parasitos metazoários - Planície de inundação - Alto rio Paraná. I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

CDD 22. ed. -571.999174909816  
NBR/CIP - 12899 AACR/2

THAMY SANTOS RIBEIRO

**Parasitas metazoários de *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829) (Siluriformes: Pimelodidae) em sistema aquático tropical: aspectos ecológicos e patológicos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA:

Dr. Ricardo Massato Takemoto  
Nupélia / Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof. Dr. Gilberto Cezar Pavanelli  
Nupélia / Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Leandro Portz  
Universidade Federal do Paraná / *Campus* de Palotina

Aprovada em: 25 de fevereiro de 2013.

Local de defesa: Sala de aula 101, Nupélia, Bloco G-90, *Campus* da Universidade Estadual de Maringá.

*Aos meus pais Irineu Alves dos Santos e Elita Aparecida Ribeiro, meu porto seguro, pelos exemplos de vida e pelo amor e apoio incondicionais.*

*À minha irmã Thais Santos Ribeiro, melhor amiga hoje e sempre, pela sua mensurável paciência e sua imensurável contribuição à minha jornada.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

*A Deus.*

*Ao Dr. Ricardo Massato Takemoto, pela orientação, por compartilhar seu vasto conhecimento e pelos constantes incentivos, apoio e amizade.*

*Ao Professor Dr. Gilberto Cezar Pavanelli, pela oportunidade e pelas contribuições ao trabalho.*

*À Dra. Maria de Los Angeles Perez Lizama, pela amizade e ajuda pessoal e profissional.*

*Aos amigos e colegas do laboratório de Ictioparasitologia: Eliane – que me ajudou antes mesmo da minha chegada a Maringá, Antonio, Geza, Fábio, Michelle, Letícia, Rodrigo, Flávia, Guilherme, Ana Paula Lucas, Fabrício, Bruno e Janaína, por transformarem horas de trabalho em momentos de alegria, incentivo e colaboração.*

*Ao curso de pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.*

*À Salete e ao João, por cuidarem da biblioteca tão bem e com tanto carinho, sempre prontos a ajudar.*

*À Aldenir e à Jocemara, pela ajuda ao longo de todo o curso.*

*Ao CNPq, pela concessão da bolsa de mestrado.*

*Aos professores, por compartilharem seus conhecimentos com muita dedicação, contribuindo das mais diversas formas.*

*A toda minha família, que apesar da distância, sempre me apoiou e me incentivou.*

*Ao Andre Carreira Bruinjé, pela companhia e carinho nos momentos alegres ou difíceis.*

**Parasitas metazoários de *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829) (Siluriformes: Pimelodidae) em sistema aquático tropical: aspectos ecológicos e patológicos**

**RESUMO**

---

Para a concepção dos recursos naturais há a necessidade de se compreender a estrutura e as funções do ecossistema, utilizando uma abordagem ecossistêmica. Apesar de as espécies de parasitos ocorrerem em quase todos os ecossistemas, embora às vezes de maneira críptica, o estudo da população parasitária é muitas vezes negligenciado. Com o objetivo de se avaliar a influência da comunidade parasitária na população do hospedeiro e de se observar o impacto de alterações antrópicas na fauna parasitária, foram analisados 119 indivíduos de *Pseudoplatystoma corruscans*, popularmente conhecidos como “pintados”. Os espécimes, obtidos entre março de 2011 e setembro de 2012 na planície de inundação do alto rio Paraná, foram processados seguindo metodologias adequadas para a obtenção dos parasitos metazoários e para a realização dos cortes histopatológicos. Apresenta comparações estatísticas entre as faunas parasitárias dos períodos anterior e posterior à construção da represa de Porto Primavera, demonstrando como a comunidade de parasitos responde a alterações ambientais, e também demonstra, através de análises histopatológicas, a resposta do hospedeiro a uma infecção mais agressiva do cestóide *Nomimoscolex pertierrae*. Evidenciam que os parasitos são indicadores efetivos de muitos aspectos da biologia do hospedeiro, além de serem importantes peças na conservação ambiental.

**Palavras-chave:** Cestóides. Alterações ambientais. Histopatologia. *Pseudoplatystoma corruscans* “Pintado”. Bioindicador.

## **Metazoan parasites diversity of *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829) (Siluriformes: Pimelodidae) as an environmental alteration indicator on a tropical aquatic system**

### ***ABSTRACT***

---

Effective management of our natural resources requires an understanding of ecosystem structure and function, by using an ecosystem-based approach to management. Despite the fact that parasites occur, albeit cryptically, in almost all ecosystems, yet they are usually neglected in studies on populations and communities of organisms. With the objective of evaluate the parasite community influence on the host population, and to observe the antropic alterations impact on the parasite fauna, 119 specimens of *Pseudoplatystoma corruscans*, popular known as “pintado” were collected. The specimens, obtained between March 2011 and September 2012, on the high Paraná river floodplain, has been processed according to the appropriated methodology to the acquirement of the metazoan parasites and to the performance of the histopathological analysis. Presents statistical comparison between the parasite fauna of before and after the construction of the Porto Primavera dam, demonstrating how the parasite community responds to the environmental alterations. Demonstrates, through histopathological analyses the host`s answer to a more aggressive infection of the *Nomimoscolex pertierra* cestode. It evidenciates that the parasites are effective indicators of many aspects of the host biology, besides their importance to the environmental conservancy.

**Keywords:** Cestodes. Environmental alterations. Histopathology. *Pseudoplatystoma corruscans* “Pintado”. Bioindicator.





Dissertação elaborada e formatada conforme as normas das publicações “Brazilian Journal of Biology” e “Veterinary Parasitology”. Disponível em: <  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_serial&pid=1519-6984&nrm=iso&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=1519-6984&nrm=iso&lng=pt)> e  
<  
[http://link.periodicos.capes.gov.br/ez79.periodicos.capes.gov.br/sfxlcl41?url\\_ver=Z39.88-2004&url\\_ctx\\_fmt=infofi/fmt:kev:mtx:ctx&ctx\\_enc=info:ofi/enc:UTF-8&ctx\\_ver=Z39.88-2004&rft\\_id=info:sid/sfxit.com:azlist&sfx.ignore\\_date\\_threshold=1&rft.object\\_id=954925512452&svc.fulltext=yes](http://link.periodicos.capes.gov.br/ez79.periodicos.capes.gov.br/sfxlcl41?url_ver=Z39.88-2004&url_ctx_fmt=infofi/fmt:kev:mtx:ctx&ctx_enc=info:ofi/enc:UTF-8&ctx_ver=Z39.88-2004&rft_id=info:sid/sfxit.com:azlist&sfx.ignore_date_threshold=1&rft.object_id=954925512452&svc.fulltext=yes)>.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	10
<b>2</b>	<b>DIVERSIDADE DOS PARASITOS METAZOÁRIOS DE <i>Pseudoplatystoma</i> <i>corruscans</i> (SPIX &amp; AGASSIZ, 1829) (SILURIFORMES: PIMELODIDAE) COMO INDICADOR DE ALTERAÇÕES AMBIENTAIS EM SISTEMA AQUÁTICO TROPICAL</b> .....	11
	RESUMO .....	11
	ABSTRACT .....	11
2.1	INTRODUÇÃO.....	12
2.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	14
2.2.1	Área de estudo .....	14
2.2.2	Coleta e análise dos peixes e dos parasitos.....	15
2.2.3	Tratamento estatístico.....	16
2.3	RESULTADOS .....	17
2.3.1	Comparações entre os períodos anterior e posterior ao represamento .....	18
2.4	DISCUSSÃO .....	19
	REFERÊNCIAS .....	22
<b>3</b>	<b>RESPOSTA INFLAMATÓRIA DE <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (SILURIFORMES: PIMELODIDAE) À INFECÇÃO POR <i>Nomimoscolex pertierrae</i> (EUCESTODA: PROTEOCEPHALIDAE)</b> .....	27
	RESUMO .....	27
	ABSTRACT .....	27
3.1	INTRODUÇÃO.....	28
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.3	RESULTADOS .....	30
3.4	DISCUSSÃO .....	32
	REFERÊNCIAS .....	35
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO FINAL</b> .....	32
	REFERÊNCIAS .....	39
	ANEXO A – Norma Editorial da <i>Brazilian Journal of Biology</i> .....	41
	ANEXO B – Norma Editorial da <i>Veterinary Parasitology</i> .....	42

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Os parasitos podem ser definidos, num sentido mais amplo, como “*organismos que vivem dentro ou sobre outro organismo vivo, dele obtendo parte ou todo o seu nutriente orgânico, geralmente mostrando algum grau de modificação adaptativa e causando algum prejuízo a seus hospedeiros*” (Price, 1980).

Uma das linhas de pesquisa em ecologia de comunidades de parasitos se preocupa com a resposta das diversas populações, tanto de hospedeiros quanto de parasitos, às alterações ambientais. Esta linha de pesquisa avalia, através da análise de espécies bioindicadoras, as respostas das populações aos impactos ambientais desde um nível subcelular a um nível ecossistêmico, respondendo a alterações do hábitat com mudanças na fisiologia e composição química (Vidal-Martinez, et al., 2009).

A construção de represas em canais fluviais altera o equilíbrio dos rios, o que leva a diversas mudanças nos processos fluviais, representando uma das mais dramáticas e comuns alterações antropogênicas que causam diversos impactos ambientais (Crispim & Stevaux, 2002). Após a construção de uma represa, alterações físicas, limnológicas e bióticas alteram a composição e a ecologia das espécies presentes (Roberto et al., 2009).

Nos diversos estudos que têm sido feitos com diversos grupos ecológicos e taxonômicos em que foram avaliados os impactos do represamento na planície de inundação do alto rio Paraná, foram observadas alterações na vazão e velocidade de fluxo, redução na concentração de fósforo, baixa turbidez devido à retenção de sólidos nos reservatórios de montante, alterações no pH e redução da taxa de oxigênio dissolvido (Bonecker *et al.*, 2009; Roberto *et al.*, 2009; Rosin *et al.*, 2009; Gomes *et al.*, 2012).

A avaliação da resposta da comunidade parasitária às alterações causadas pelo represamento foram avaliadas apenas por Karling et al. (2012), onde analisou-se a fauna parasitária de *Salminus brasiliensis*. Tendo-se isso em vista, buscou-se analisar a resposta das populações de parasitos às modificações a jusante da represa de Porto Primavera, assim como analisar-se, através de cortes histológicos, a resposta do hospedeiro *Pseudoplatystoma pertierrae* à infecção parasitária provocada por um cestóide, *Nomimoscolex pertierrae*, observando-se se este processo infeccioso seria agravado pelas alterações ambientais ou pelas características físico-químicas do subsistema em que o hospedeiro se encontrava.

## 2 DIVERSIDADE DOS PARASITOS METAZOÁRIOS DE *Pseudoplatystoma corruscans* (SPIX & AGASSIZ, 1829) (SILURIFORMES: PIMELODIDAE) COMO INDICADOR DE ALTERAÇÕES AMBIENTAIS EM SISTEMA AQUÁTICO TROPICAL

**Resumo:** O estudo detectou as alterações na estrutura da infracomunidade de helmintos de *Pseudoplatystoma corruscans* da planície de inundação do alto rio Paraná, após a construção da hidroelétrica de Porto Primavera. Para a realização do presente estudo 119 espécimes foram coletados entre Março de 2011 e Setembro de 2012, e os resultados obtidos foram comparados a pesquisas realizadas em períodos anteriores à construção da represa, quando 110 peixes foram coletados entre Março de 1992 e Fevereiro de 1993. Cinco espécies de parasitos continuaram presentes no ambiente mesmo após o represamento: *Choanoscolex abscissus*, *Spasskyelina spinulifera*, *Nomimoscolex sudobim* (hoje identificada como *N. pertierra*), *Harriscolex kaparani* e *Contracaecum* sp 2. O índice de dominância de Simpson “C” revelou diferenças entre as espécies dominantes na comunidade parasitária dos períodos anterior ao represamento e o índice de dominância de Berger-Parker, calculado para a fauna parasitária anterior ao represamento, não demonstrou dominância de nenhuma espécie, enquanto que nos dados atuais as espécies *Nomimoscolex pertierra* e *Choanoscolex abscissus* apresentaram-se com dominância de 49% e 50%, respectivamente. O presente estudo reporta o desaparecimento das espécies *Megathylacus travassossi*, *Contracaecum* sp. 1, *Contracaecum* sp. 3, *Procamallanus (Spirocamallanus)* sp. e *Cucullanus pseudoplatystomae*, sugerindo a possível extinção local destas espécies. Também foi registrada uma espécie de *Acantocephala* antes não observada neste hospedeiro. Os resultados demonstram que as influências antrópicas nos sistemas naturais alteram as condições ambientais, o que é refletido nos níveis de riqueza e diversidade parasitárias.

**Palavras-chave:** Pintado, cestóides, represas, hidroelétricas, biodiversidade.

**Abstract:** The study detected the helminth infracommunity structure alterations for *Pseudoplatystoma corruscans* on the high Paraná river floodplain, after the construction of the Porto Primavera dam. For the present study, 119 specimens of hosts were collected between March 2011 and September 2012, and the results were compared to researches performed on periods before the reservoir's construction, when 110 fishes were collected between March 1992 and February 1993. Five parasite species still remain on the environment, despite the environmental modifications: *Choanoscolex abscissus*, *Spasskyelina spinulifera*, *Nomimoscolex sudobim* (known today as *N. pertierra*), *Harriscolex kaparani* and *Contracaecum* sp 2. The dominance index of Simpson “C” revealed differences on the dominant species between the periods before and after the reservoir construction, and the Berger-Parker dominance index, calculated to the parasite fauna of 1992, did not show the dominance of any species, while, on the present days, this same index accused the dominance of *Nomimoscolex pertierra* (49%) and *Choanoscolex abscissus* (50%). The present study reports the disappear of *Megathylacus travassossi*, *Contracaecum* sp. 1, *Contracaecum* sp. 3, *Procamallanus (Spirocamallanus)* sp. and *Cucullanus pseudoplatystomae*, suggesting the possibility of a local extinction of these species. It has also been registered a species of *Acantocephala* not observed on this host. The results here presented show that the

anthropic influences on natural systems alter the environmental conditions, what is reflected on the richness and diversity parasite levels.

**Keywords:** “Pintado”, cestodes, reservoirs, hidroelectric, biodiversity.

## 2.1 INTRODUÇÃO

O grau de diversidade biológica é freqüentemente utilizado como um indicador da saúde do sistema ecológico, sendo que ecossistemas saudáveis têm uma estrutura trófica mais complexa, com muitas espécies participando da teia alimentar (Rooney and McCann, 2012). Porém, esta biodiversidade não pode ser abordada apenas como uma questão de inventário de espécies, mas também como o estudo das relações hospedeiro-parasito em função de variáveis ecológicas e filogenéticas (Poulin and Morand, 2004).

Um indicador da saúde do sistema ecológico, de uso recentemente popularizado, são as espécies bioindicadoras, conceituadas como organismos que refletem impactos ambientais desde um nível subcelular a um nível ecossistêmico, respondendo a alterações do hábitat com mudanças na fisiologia e composição química. No ambiente estuarino, os peixes estão, quase sempre, no topo da teia trófica, e seus parasitos são também importantes componentes desta teia, pois possuem um ciclo de vida complexo, que envolve diversos organismos hospedeiros, pertencentes a diversos níveis tróficos (Lafferty, 1997; Vidal-Martinez *et al.*, 2009; Hatcher *et al.*, 2012). Apesar disto, os parasitos são considerados um grupo pouco estudado no sentido da saúde do sistema ecológico, já que existe um déficit nos estudos sobre sistemática e biodiversidade parasitária no mundo (Poulin and Morand, 2004).

A criação de grandes reservatórios de água é uma das mais dramáticas e comuns alterações antropogênicas que causam diversos impactos ambientais. Os represamentos se relacionam basicamente ao controle do fluxo do rio, impedindo a movimentação de peixes migratórios e retendo nutrientes, o que reduz a turbidez e a quantidade de materiais em suspensão (Barbosa *et al.*, 1999; Degu and Hossain, 2012), impondo limites à produtividade primária e reduzindo a fertilidade da planície de inundação (Junk *et al.*, 1989; Thomaz *et al.*, 2007; Boukal *et al.*, 2012). Na América do Sul, reservatórios têm sido construídos na maioria dos rios, e as operações destes reservatórios têm exercido grandes efeitos nas planícies de inundação (Neiff, 2001; Zurbrugg *et al.*, 2012). A bacia hidrográfica do rio Paraná apresenta hoje mais de 145

grandes barragens, sendo que 70% de toda a energia consumida no país são provenientes das hidrelétricas presentes neste rio (Agostinho *et al.*, 2008).

A avaliação da influência dos parasitos na saúde dos peixes, assim como mudanças na diversidade, prevalência, riqueza e abundância dos parasitos, podem indicar alterações quali-quantitativas no estado de conservação dos ambientes aquáticos, apresentando maior potencial como indicadores de estresses ambientais que os próprios peixes (Landsberg *et al.*, 1998). Karling *et al.* (2012), por meio da avaliação da fauna parasitária de *Salminus brasiliensis*, verificaram a presença de novas espécies de parasitos após a construção da represa de Porto Primavera, correlacionando as alterações na diversidade parasitária às modificações ambientais.

Portanto, para a avaliação das alterações da fauna de parasitos metazoários de *Pseudoplatystoma corruscans* em decorrência das alterações ambientais, a comunidade parasitária dos espécimes de “pintado” analisados neste trabalho foi comparada à fauna relatada em estudos anteriores (FUEM-NUPÉLIA/PADCT/CIAMB, 1994; Machado *et al.*, 1994, 1995, 1996), realizados antes do represamento de Porto Primavera, cujo fechamento ocorreu em 1998 (Agostinho *et al.*, 2008).

O relatório da FUEM-NUPÉLIA/PADCT/CIAMB (1994) e os trabalhos publicados sobre a fauna parasitária de *P. corruscans* anterior ao represamento (Machado *et al.*, 1994, 1995, 1996) revelou que os 110 espécimes de hospedeiro coletados apresentaram comprimento total médio de 44,6cm (amplitude de 17,6 a 87,5cm), e a fauna parasitária constituía-se de cinco espécies de cestóides: *Choanoscolex abscissus* (Riggenbach, 1895), *Spasskyelina spinulifera* (Woodland, 1935), *Nomimoscolex pertierrae* Woodland, 1934, *Megathylacus travassoi* Pavanelli & Rego, 1992 e *Harriscolex kaparari* (Woodland, 1935); e cinco espécies de nematóides: *Cucullanus pseudoplatystomae* Moravec, Kohn & Fernandes, 1993, *Eustrongylides* sp. (larva), *Contracaecum* sp. 1 (larva), *Contracaecum* sp. 2 (larva) e *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) sp.

Dos parasitos encontrados, os cestóides foram o grupo que apresentaram maior prevalência, ocorrendo em 81 hospedeiros (73,34%). Os nematóides constituíram-se 1,02% da fauna parasitária, ocorrendo em apenas 18 hospedeiros. A prevalência mais alta foi da espécie *S. spinulifera* (59,09%) e a menor foi das espécies *Contracaecum* sp.2 e *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) sp. (2,38%). O índice de dominância de

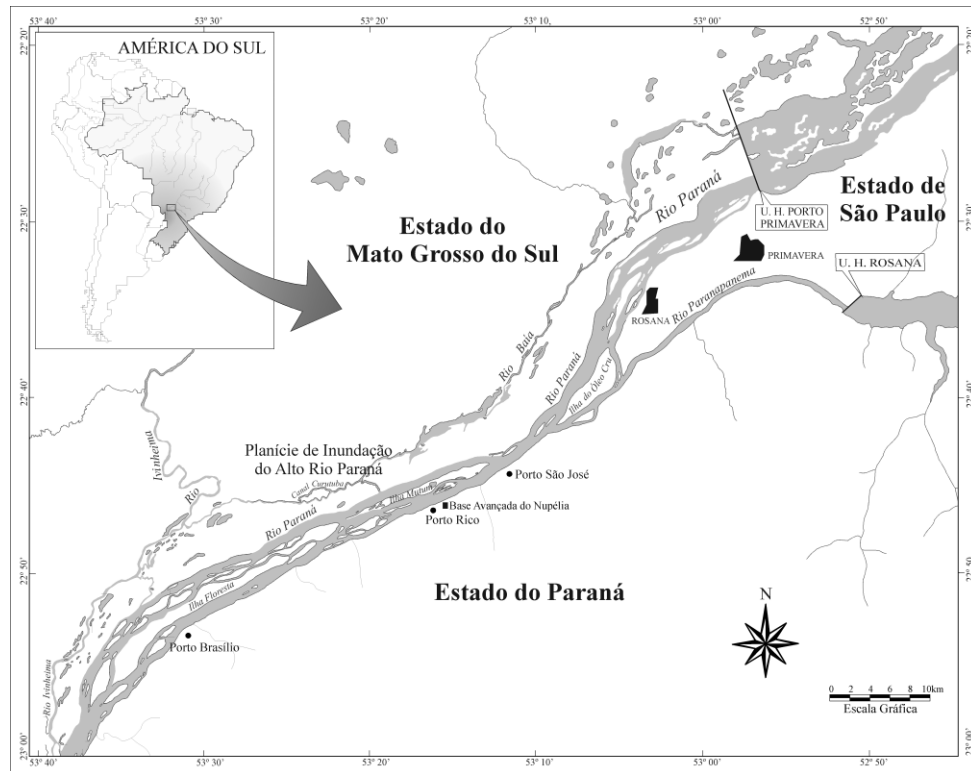
Berger-Parker revelou que a espécie *S. spinulifera* apresentou dominância de 25%. A abundância endoparasitária não apresentou nenhuma diferença significativa entre os machos e fêmeas ( $p > 0,05$ ), assim como nenhuma correlação com o tamanho do hospedeiro ( $r_s = 0,149$ ;  $p > 0,05$ ). A diversidade parasitária, calculada para cada infracomunidade pelo índice de Brillouin, não se correlacionou com o comprimento do hospedeiro ( $p > 0,05$ ).

O hospedeiro utilizado nestes estudos anteriores e no presente estudo, *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829) (Siluriformes: Pimelodidae), é popularmente conhecido como “pintado” e é encontrado na América do Sul, sendo um peixe de médio porte, atingindo normalmente 1m de comprimento e pesando entre 6 e 8kg. É um peixe de hábitos noturnos e carnívoro, alimentando-se principalmente de peixes e crustáceos, sendo encontrado geralmente nas partes mais profundas dos rios. Sua carne é de excelente qualidade, e por isso esta espécie apresenta grande importância econômica (Mateus and Petrere-Jr, 2004).

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1 Área de estudo

A planície de inundação do alto rio Paraná localiza-se entre dois reservatórios, imediatamente abaixo do reservatório de Porto Primavera e aproximadamente 200km acima do início da represa de Itaipú. Esta área é o último trecho do rio Paraná com águas correntes dentro do território brasileiro (Souza-Filho and Stevaux, 2004) e localiza-se nas proximidades do município de Porto Rico, Paraná (22°43'S e 53°10'O) (fig. 1).



**Figura 1:** Planície de inunda o do alto rio Paraná; os pontos de coleta são distribuídos ao longo dos rios Ivinheima, Baía e Paraná.

### 2.2.2 Coleta e análise dos peixes e dos parasitos

Cento e dezenove espécimes de *P. corruscans* foram obtidos por meio de coletas trimestrais entre março de 2011 e setembro de 2012, 13 anos após a construo da barragem. Para a obteno dos dados de peixes e parasitos do período anterior ao represamento, foram analisados os dados obtidos no projeto FUEM-NUPÉLIA/PADCT/CIAMB (1994) e os trabalhos publicados com estes dados (Machado *et al.*, 1994, 1995, 1996).

A coleta dos peixes foi realizada em parceria ao Projeto PELD/CNPq (Pesquisas Ecológicas de Longa Durao), sítio 06, onde, por meio de redes de diferentes malhagens, foram coletadas diversas espécies de peixes, de diferentes estratos e tamanhos. As redes foram colocadas por 24 horas em cada ponto de amostragem, e checadas a cada 8 horas. Após a coleta, os peixes foram encaminhados ao laboratório localizado na base de estudos do Nupélia/UEM no município de Porto Rico, onde foram sacrificados por meio de anestesia profunda por três gramas de cloridato de benzocaína dissolvidos em 10ml de etanol para 30 litros de gua (Lizama *et al.*, 2007). Todos os



peixes coletados nas redes foram analisados, para garantir a amostragem de diferentes classes de tamanho dos hospedeiros.

Após a identificação taxonômica e a coleta dos dados biométricos dos hospedeiros, a carcaça do animal foi descartada e os órgãos internos e a cavidade visceral foram analisados sob estereomicroscópio para a coleta dos endoparasitos. Os intestinos foram removidos, abertos longitudinalmente e examinados à procura de endoparasitos. Os parasitos coletados foram tratados de acordo com Eiras *et al.* (2006) e identificados com base em Moravec (1998), Khalil *et al.* (1994) e Chambrier *et al.* (2006).

### 2.2.3 Tratamento estatístico

A prevalência, intensidade média e abundância média de cada componente das comunidades parasitárias foram calculados de acordo com Bush *et al.* (1997). O fator de condição alométrico (K) foi calculado de acordo com Le-cren (1951). Foi aplicado o teste U de Mann-Whitney para determinar o efeito do sexo dos peixes em relação à abundância parasitária de cada espécie de parasito. O teste G loglikelihood (Zar, 1999) foi aplicado aos dados anteriores e posteriores ao represamento, buscando avaliar se houve diferença significativa na prevalência de parasitismo entre hospedeiros machos e fêmeas.

O coeficiente de correlação por postos de Spearman  $r_s$  foi usado para detectar possíveis correlações entre o comprimento total do hospedeiro e a abundância parasitária. O coeficiente de correlação de Pearson “r” foi aplicado para detectar possíveis correlações existentes entre a prevalência parasitária e as classes de comprimento total do hospedeiro. A diversidade parasitária foi determinada para cada infracomunidade pelo índice de Brillouin (H) e o Índice de dominância de Berger-Parker (Zar, 1999) foi aplicado nos dados anteriores ao represamento (obtidos através dos relatórios da FUEM-NUPÉLIA/PADCT/CIAMB (1994)) assim como para os dados coletados após o represamento. O teste de Spearman  $r_s$  foi utilizado para buscar correlações entre a diversidade parasitária, calculada pelo índice de Brillouin, e o comprimento do hospedeiro.

Uma ANOVA unifatorial foi realizada para verificar a diferença entre os comprimentos totais dos peixes coletados nos períodos anterior e posterior à represa de

Porto Primavera, e o teste U de Mann-Whitney foi utilizado para se comparar os índices de diversidade de Brillouin entre os períodos anteriores e posteriores ao represamento. A similaridade qualitativa entre as comunidades parasitárias das espécies de peixes estudadas antes e depois da construção da barragem foi determinada pelo uso do coeficiente de similaridade de Sorenson (Neerassen and Holmes, 1975).

Todos os testes mencionados anteriormente foram aplicados somente para as espécies de parasitos com prevalência maior que 5%.

### 2.3 RESULTADOS

Os 119 espécimes de *P. corruscans* coletados apresentaram comprimento total médio de 52,9cm (amplitude de 25 a 105) e, de todos estes, 42,86% estavam parasitados por pelo menos uma espécie de parasito. Dentre as fêmeas, 41,17% estavam parasitadas, enquanto 44,23% dos machos apresentaram alguma espécie de parasito. A fauna parasitária constituiu-se de quatro espécies de cestóides: *Choanoscolex abscissus*, *Spasskyelina spinulifera*, *Nomimoscolex pertierrae* (Chambrier *et al.*, 2006) e *Harriscolex kaparari*; uma espécie de nematóide: larva de *Contracaecum* sp.2; e um espécime adulto de Acantocephala, cuja identificação não foi possível devido ao mal estado do material. Não foram observadas espécies de digenéticos neste estudo.

Dos parasitos encontrados, os cestóides foram o grupo que apresentaram maior prevalência, ocorrendo em 50 hospedeiros (42,02%). Os nematóides constituíram 5,04% da fauna parasitária, ocorrendo em apenas seis hospedeiros. A prevalência mais alta foi da espécie *N. pertierrae* (70,59%) e a menor foi das espécies *Spasskyelina spinulifera* e *Harriscolex kaparari* (1,96%). O índice de Berger-Parker demonstrou que as espécies prevalentes foram: *N. pertierrae* (49%) e *C. abscissus* (50%). A abundância endoparasitária não apresentou diferença significativa entre os machos e fêmeas ( $p > 0,05$ ), assim como nenhuma correlação com o tamanho do hospedeiro ( $p > 0,05$ ). A diversidade parasitária, calculada para cada infracomunidade pelo índice de Brillouin, não se correlacionou com o comprimento do hospedeiro ( $p > 0,05$ ).

Não houve diferença significativa entre os valores de K dos peixes parasitados e dos peixes não parasitados ( $p = 0,40$ ). O teste U de Mann-Whitney não revelou nenhuma diferença significativas entre o sexo e a abundância de parasitismo, e o teste G não

revelou diferença estatística na prevalência de acordo com o sexo do hospedeiro ( $p>0,05$ ).

### 2.3.1 Comparações entre os períodos anterior e posterior ao represamento

De acordo com o coeficiente de similaridade de Sorenson, houve uma similaridade de apenas 62,5%, entre os períodos pré e pós-formação do reservatório da usina hidrelétrica de Porto Primavera, demonstrando uma alteração considerável na sua fauna endoparasitária. Não houve diferença significativa entre os comprimentos totais dos peixes coletados antes e depois da construção da represa de Porto Primavera ( $p>0,05$ ).

Os índices de diversidade parasitárias, calculados para cada infracomunidade pelo índice de Brillouin, apresentaram-se estatisticamente diferentes entre os períodos anteriores e posteriores à construção da represa de Porto Primavera ( $p=0,023$ ), sendo que o período anterior ao barramento do rio apresentou maior nível de diversidade.

Os resultados obtidos após a formação da represa de Porto Primavera, evidenciados na Tabela 1, demonstram grandes alterações na estrutura da fauna helmíntica de *P. corruscans*, evidenciadas pelos diferentes valores de riqueza e abundância dos parasitos. As principais alterações observadas após a construção da represa foram: 1) a ausência de registro de quatro espécies de nematóides (*Cucullanus pseudoplatysmae*, *Contracaecum* sp.1, *Eustrongylides* sp., *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) sp.) e de uma espécie de cestóide (*Megathylacus travassossi*); 2) a redução na prevalência de *Spasskyellina spinulifera*; 3) o aumento nas taxas de prevalência de *Choanoscolex abscissus* e de *Nomimoscolex pertierrae*; 4) a observação de uma nova associação parasitária de uma espécie de *Acantocephala* antes não observada.

**Tabela 1. Fauna parasitária de *Pseudoplatystoma corruscans* da planície de inundação do alto rio Paraná, antes e depois da construção da represa de Porto Primavera. P%= Prevalência; IM= Intensidade média; AMP=Amplitude.**

Espécie	P(%)		IM		AMP	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
<i>Choanoscolex abscissus</i>	55,45	58,82	56,9	31,5	1- 492	1 - 120
<i>Spasskyellina spinulifera</i>	59,09	1,96	56,9	3	1 - 134	3
<i>Nomimoscolex pertierae</i>	42,73	70,59	28,7	25,61	1 - 176	2 - 195
<i>Megathylacus travassoi</i>	20,91	0	7,1	0	1 - 88	0
<i>Harriscolex kaparari</i>	9,09	1,96	2,7	1	1 - 7	1
<i>Cucullanus pseudoplatysmae</i>	8,18	0	1,2	0	1 - 3	0
<i>Contracaecum</i> sp.1	8,18	0	3,2	0	1 - 10	0
<i>Contracaecum</i> sp.2	0,91	11,76	1,0	2	-	1 - 5
<i>Eustrongylides</i> sp.	1,82	0	10,0	0	1 - 19	0
<i>Procamallanus (Spirocamallanus)</i> sp.	0,91	0	3,0	0	-	0
Acantocephala	0	3,92	0	1	0	1

Os dados anteriores ao represamento foram obtidos por meio da análise do relatório da FUEM-NUPÉLIA/PADCT/CIAMB (1994) e de trabalhos publicados (MACHADO *et al.*, 1994, 1995, 1996).

## 2.4 DISCUSSÃO

As represas, por meio das mudanças no regime hidrológico, são responsáveis pela redistribuição da descarga de água espaço e temporalmente, afetando atributos hidrológicos (como período de inundação, intensidade, amplitude, duração, frequência) e, conseqüentemente, a estrutura, dinâmica e funcionamento dos ecossistemas localizados acima e abaixo da barragem (Ward and Stanford, 1995; Rocha and Sant'anna-Neto, 2010).

Todas estas alterações no regime hidrológico podem reduzir a biodiversidade de espécies nativas (Bunn and Arthington, 2002), visto que, especialmente em planícies de inundação, as alterações nos períodos de inundação diminuem a conectividade entre os rios e as planícies laterais. A inacessibilidade às lagoas ou canais laterais prejudica a manutenção e recrutamento de diversas espécies de peixe (Agostinho *et al.*, 2004), alterando a composição ictiofaunística e, conseqüentemente, a teia trófica do ambiente em questão.

A espécie de peixe deste estudo (*P. corruscans*) é principalmente piscívoro, alimentando-se de uma grande variedade de peixes (Mateus and Petrere-Jr, 2004). O

hábito alimentar das espécies é o principal fator determinante da composição e da abundância endoparasitárias, visto que o hospedeiro adquire as espécies de parasito principalmente através dos alimentos (Karling *et al.*, 2012). Estes fatos levantam a hipótese de que as alterações ambientais causadas pelo represamento (que alteram a composição de espécies de toda a comunidade) afetaram a estrutura e a composição da fauna helmíntica de *P. corruscans*.

Comparando-se os presentes resultados com estudos de Machado *et al.* (1994, 1995, 1996) percebe-se que as diferenças entre as faunas parasitárias nos períodos anterior e posterior à construção da represa não podem ser devidas as influências do desenvolvimento ontogenético do hospedeiro, visto que os comprimentos totais, assim como os valores dos fatores de condição alométrico dos hospedeiros coletados no período anterior ao represamento não diferiram dos hospedeiros coletados no período pós represamento. Portanto, as alterações na fauna parasitária de *P. corruscans* são associadas às modificações na estrutura trófica da planície de inundação, em consequência das alterações ambientais provocadas pelo represamento a montante do rio.

O controle do regime de cheias e vazantes na planície de inundação, que ocorreu com a construção da barragem, diminuiu a diversidade e aumentou a dominância das espécies de parasito que ainda foram encontradas na fauna parasitária, provavelmente devido à diminuição da frequência, amplitude e intensidade da limnofase, promovendo condições ambientais mais restritas que favorecem poucas espécies de parasito. Tal correlação também foi verificada por Karling *et al.* (2012) que, por meio da avaliação da fauna parasitária de *Salminus brasiliensis*, verificaram o desaparecimento de algumas espécies de parasitos, enquanto novas espécies de nematóides foram registradas neste hospedeiro após a construção da barragem de Porto Primavera.

Não houve registro de um cestóide e de diversas espécies de nematóides após o represamento do rio, além da grande redução na taxa de prevalência de *Spasskyellina spinulifera*, podemos associar a modificação da fauna parasitária à alteração na teia trófica da planície de inundação. Como a composição da comunidade de hospedeiros influencia a comunidade de parasitos (Holmes 1979, 1983; Moore, 1986), e como houve alteração na ictiofauna da planície de inundação do alto rio Paraná após o represamento de Porto Primavera (Gomes *et al.*, 2012) a ausência das espécies de hospedeiros

necessários ao desenvolvimento das fases larvais dos parasitos provavelmente ocasionaram o desaparecimento das espécies de nematóides e cestóides supracitadas.

A redução da riqueza da fauna parasitária de *P. corruscans* devido à alteração da riqueza ictiofaunística suporta a hipótese de Hudson *et al.* (2006), o qual afirmou que a complexidade da rede ecológica é diretamente proporcional à diversidade da comunidade parasitária.

Além da ausência dos hospedeiros intermediários necessários, a fauna parasitária pode ter sido reduzida devido às alterações físicas e químicas na água do rio. Nos diversos estudos que têm sido feitos com diversos grupos ecológicos e taxonômicos em que foram avaliados os impactos do represamento na planície de inundação do alto rio Paraná, foram observadas alterações na vazão e velocidade de fluxo, redução na concentração de fósforo, baixa turbidez devido à retenção de sólidos nos reservatórios de montante, alterações no pH e redução da taxa de oxigênio dissolvido (Bonecker *et al.*, 2009; Roberto *et al.*, 2009; Rosin *et al.*, 2009; Gomes *et al.*, 2012). Como os estágios de transmissão de muitos parasitos precisam sobreviver e, em alguns casos, se desenvolver no ambiente externo ao hospedeiro (Schulte, 2011), as condições ambientais são de grande importância para as fases de desenvolvimento dos parasitos. Por isso as modificações das condições hidrológicas do sistema aqui estudado podem ter sido também um fator importante na redução da riqueza parasitária.

Thompson (2005) afirma que as interações entre o parasito e o hospedeiro são influenciadas pelo ambiente ecológico, levando-se em consideração as diferenças físicas e químicas do ambiente e a composição de espécies de cada local e, por isso, cada região geográfica apresenta suas interações ecológicas específicas. De acordo com o autor, as diferenças entre regiões geográficas podem levar a um processo de seleção que promove um contraste e a conseqüente diferenciação das populações. Levando-se em conta este mesmo processo seletivo, mas considerando o aspecto temporal ao invés do espacial, pode-se concluir que as alterações físicas, químicas e biológicas que ocorreram na planície de inundação do alto rio Paraná após o represamento resultaram em um processo seletivo, que levou à diferenciação das populações, com contrastes em nível de riqueza e prevalência de espécies.

Estudos posteriores necessitam ser feitos para acompanhar as modificações da fauna parasitária de *P. corruscans* ao longo do tempo, mas possivelmente as novas

condições ambientais impostas às faunas ictiológica e parasitária a jusante da represa de Porto Primavera, como consequência da construção desta barragem, promoverão novas taxas de riqueza e diversidade de espécies, além de possibilitar o estabelecimento de novas relações parasito-hospedeiro. A espécie de Acantocephala observada no presente estudo não foi registrada na fauna parasitária de *P. corruscans* antes do represamento, exemplificando uma relação ecológica cujo estabelecimento provavelmente foi possibilitado devido às alterações ecológicas decorrentes do represamento.

Quando as circunstâncias ecológicas ou geográficas se alteram, um parasito pode facilmente parasitar uma nova espécie de hospedeiro simplesmente porque esta pode fornecer o mesmo recurso antes disponível apenas no primeiro hospedeiro. As alterações ambientais provocadas pelo represamento do rio Paraná diminuem os custos da especialização, pois aumentam as chances de se encontrar hospedeiros susceptíveis, alteram as interações tróficas e a dispersão geográfica (Brooks and Ferrao, 2005). Tendo isso em vista, as espécies de parasito que não foram observadas em *P. corruscans* no presente estudo podem estar presentes em outros hospedeiros, o que poderia ser respondido por meio da análise da fauna parasitária dos demais peixes da planície de inundação do alto rio Paraná. Também não se descarta a possibilidade da permanência de formas parasitárias resistentes no ambiente, como cistos, mantendo em latência a ressurgência das espécies parasitárias não observadas nos estudos anterior e presente.

Por meio dos resultados obtidos, conclui-se que a construção da represa de Porto Primavera alterou a fauna parasitária de *P. corruscans*, reduzindo a diversidade de espécies parasitárias. Isso demonstra que as modificações antrópicas nos ambiente naturais alteram a entropia do ecossistema, selecionando populações e moldando comunidades adaptadas às novas condições ambientais.

## REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, AA., BINI, LM., GOMES, LC., JÚLIO-Jr, HF., PAVANELLI, CS., AGOSTINHO, CS, 2004. Fish assemblages. In THOMAZ, SM., AGOSTINHO, AA., HAHN, NS. (Eds.). The Upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation. Leiden: Backhuys Publishers. p. 223-246.

AGOSTINHO, AA., PELICICE, FM., GOMES, LC. 2008. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. Brazilian Journal of Biology, vol. 68, p. 1119-1132.

BARBOSA, FAR., PADISÁK, J., ESPÍNDOLA, ELG., BORICS, G., ROCHA, O. 1999. The cascading reservoir continuum concept (CRCC) and its application to the river Tietê-basin, São Paulo State, Brazil. *In*: TUNDISI, JG., STRASKRABA, M. (eds.). Theoretical reservoir ecology and its applications. Leiden: Backhuys Publishers. p. 425-437.

BONECKER CC, AOYAGUI ASM, SANTOS RM. 2009. The impact of impoundment on the rotifer communities in two tropical floodplain environments: interannual pulse variations *Brazilian Journal of Biology*, vol.69, p. 529-537.

BOUKAL, DS., JANKOYSKY, M., KUBECKA, J., HEINO, M. 2012. Stock–catch analysis of carp recreational fisheries in Czech reservoirs: Insights into fish survival, water body productivity and impact of extreme events. *Fisheries Research* vol. 119, p. 23-32.

BROOKS, DR., FERRAO, AL. 2005. The historical biogeography of co-evolution: emerging infectious diseases are evolutionary accidents waiting to happen. *Journal of Biogeography*, vol. 32, p. 1291-1299.

BUNN, SE., ARTHINGTON, AH. 2002. Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. *Environmental Management*, vol. 30, p. 492-507.

BUSH, AO., LAFFERTY, KD., LOTZ, JM., SHOSTAK, AW. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal of Parasitology*, vol. 83, p. 575-583.

CHAMBRIER, A., TAKEMOTO, RM., PAVANELLI, GC. 2006. *Nomimoscolex pertierra* n. sp. (Eucestoda: Proteocephalidea), a parasite of *Pseudoplatystoma corruscans* (Siluriformes: Pimelodidae) in Brazil and redescription of *N. sudobim* Woodland, 1935, a parasite of *P. fasciatum*. *Systematic Parasitology*, vol.64, p. 191–202.

DEGU, AM., HOSSAIN, F. 2012. Investigating the mesoscale impact of artificial reservoirs on frequency of rain during growing season. *Water Resources Research*, vol. 48, p. 1-15.

EIRAS, JC., TAKEMOTO, RM., PAVANELLI, GC. 2006 *Métodos de Estudo e Técnicas Laboratoriais em Parasitologia de Peixes*. 2nd ed. Maringá: EDUEM, 199p.

FUEM-NUPELIA/PADCT/CIAMB. 1994. Estudos ambientais da planície de inundação do rio Paraná no trecho compreendido entre a foz do rio Paranapanema e o reservatório de Itaipu: relatório anual do projeto de pesquisa. Projeto de Pesquisa Convênio PADCT/CIAMB. Maringá, vol. 3.

GOMES, LC., BULLA, CK., AGOSTINHO, AA., VASCONCELOS, LP., MIRANDA, LE. 2012. Fish assemblage dynamics in a Neotropical floodplain relative to aquatic



macrophytes and the homogenizing effect of a flood pulse. *Hydrobiologia*, vol. 685, p. 97–107.

HATCHER, MJ., DICK, JT., DUNN, AM. 2012. Diverse effects of parasites in ecosystems: linking interdependent processes. *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 10, p. 186–19.

HOLMES, JC. 1979. Parasite populations and host community structure. In: NICKOL, BB. *Host-parasite interfaces*, p. 27-46. Academic Press, New York.

HOLMES, JC. 1983 Evolutionary relationships between parasitic helminths and their hosts. In: FUTUYMA, DJ., SLATKIN, M. *Coevolution*, p. 161-185. Sinauer Associates Inc., Sunderland, Massachusetts.

HUDSON, PJ., DOBSON, AP., LAFFERTY, KD. 2006. Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites? *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 21, p. 381-385.

JUNK, WJ., BAYLEY, PB., SPARKS, RE. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Special Publications in Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 106, p. 110-127.

KHALIL, LF., JONES, A., BRAY, RA. 1994. *Keys to the cestode parasites of vertebrates*. Wallingford, Oxon, CAB International, 768p.

KARLING, LC., ISAAC, A., AFFONSO, IP., TAKEMOTO, RM., PAVANELLI, GC. 2012. The impact of a dam on the helminth fauna and health of a neotropical fish species *Salminus brasiliensis* (Cuvier 1816) from the upper Paraná River. *Journal of Helminthology*, p. 1-7.

LAFFERTY, KD. 1997. Environmental parasitology: what can parasites tell us about human impacts on the environment? *Parasitology Today*, vol. 13, p. 251–255.

LANDSBERG, JH., BLAKESLEY, BA., REESE, RO., MCRAE, G.; FORSTCHEN, PR. 1998. Parasites of fish as indicators of environmental stress. *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 51, p. 211–232.

LE-CREN, ED. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and conditions in the perch *Perca fluviatilis*. *Journal of Animal Ecology*, vol. 20, p. 201-211.

LIZAMA, MAP., TAKEMOTO, RM., RANZANI-PAIVA, MJT., AYROZA, LMS., PAVANELLI, GC. 2007. Relação parasito-hospedeiro em peixes de pisciculturas da região de Assis, Estado de São Paulo, Brasil. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757). *Acta Scientiarum Biological Science*, vol. 29, p. 223–231.

MACHADO, MH., PAVANELLI, GC., TAKEMOTO, RM. 1994. Influence of hosts sex and size on endoparasitic infrapopulations of *Pseudoplatystoma corruscans* and

*Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the high River Paraná. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, vol. 3, p. 143-148.

MACHADO, MH., PAVANELLI, GC., TAKEMOTO, RM. 1995. Influence of the type of environment and of the hydrological level variation in endoparasitic infrapopulations of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the high Paraná River, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, vol. 12, p. 961-976.

MACHADO, MH., PAVANELLI, GC., TAKEMOTO, RM. 1996. Structure and diversity of endoparasitic infracommunities and the trophic level of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the high Paraná River. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, vol. 91, p. 441-448.

MATEUS, LAF., PETRERE-JR, M. 2004. Age, growth and yield per recruit analysis of the pintado *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829) in the Cuiabá River basin, Pantanal Matogrossense, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 64, p. 257-264.

MOORE, J., LASSWELL, J. 1986. Altered behavior in isopods (*Armadillidium vulgare*) infected with the nematode (*Dispharynx nasuta*). *Journal of Parasitology*, vol. 72, p. 186-189.

MORAVEC, F. *Nematodes of Freshwater Fishes of the Neotropical Region*. Praha: Academia. 464p, 1998.

NEIFF, JJ. Diversity in some tropical wetlands systems of South America. In: GOPAL, B., JUNK, WJ., DAVIS, JA. *Biodiversity in Wetlands: assessment, function and conservation*. Leiden: Backhuys, p. 157-186, 2001.

NERAASEN, TG., HOLMES, JC. 1975. The circulation of cestodes among three species of geese nesting on the Anderson River Delta. *Acta Parasitologica Polonica*. vol. 23 p. 277-289.

POULIN, R., MORAND, S. 2004. *Parasite Biodiversity*. Washington: Smithsonian Books, 216p.

ROBERTO, MCA., SANTANA, NFB., THOMAZ, SM. 2009. Limnology in the Upper Paraná River floodplain: large-scale spatial and temporal patterns, and the influence of reservoirs. *Brazilian Journal of Biology*, vol.69, p. 717-725.

ROCHA, PC., SANT'ANNA-NETO, JL. 2010. Ritmo climático e dinâmica limnológica na planície fluvial do alto rio Paraná, centro-sul do Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, vol. 6, p. 169-188.

ROONEY, N., MCCANN, KS. 2012. Integrating food web diversity, structure and stability. *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 27, p. 40-46.

ROSIN, GCA., OLIVEIRA-MANGAROTTI, DPA., TAKEDA, AMB., BUTAKKA, CMM. 2009. Consequences of dam construction upstream of the Upper Paraná River

floodplain (Brazil): a temporal analysis of the Chironomidae community over an eight-year period. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 69, p. 591-608.

SCHULTE, RD., MAKUS, C., HASERT, B., MICHIELS, NK., SCHULENBURG, H. 2011. Host parasite local adaptation after experimental coevolution experimental coevolution of *Caenorhabditis elegans* and its microparasite *Bacillus thuringiensis*. *Proceedings of the Royal Society – Biological Sciences*, vol. 278, p. 2832-2839.

SOUZA-FILHO, EE., STEVAUX, JC. 2004. Geology and geomorphology of the Baía–Curutuba–Ivinheima river complex. In: THOMAZ, SM., AGOSTINHO, AA., HAHN, NS. *The Upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Leiden, Backhuys, p. 1-29.

THOMAZ, SM., BINI, LM., BOZELLI, RL. 2007. Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. *Hydrobiologia*, vol. 579, p. 1-13.

THOMPSON, JN. 2005 *The geographic mosaic of coevolution*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

VIDAL-MARTINEZ, VM., PECH, D., SURES, B., PURUCKER, ST., POULIN, R. 2009. Can parasites really reveal environmental impact? *Trends in Parasitology*, vol. 26, p. 44-51.

WARD, JV., STANFORD, JA. 1995. Ecological connectivity in alluvial river ecosystems and its disruption by flow regulation. *Regulated Rivers: Research & Management*, vol. 11, p. 105-119.

ZAR, JH. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4th ed. Prentice-Hall.

### 3 RESPOSTA INFLAMATÓRIA DE *Pseudoplatystoma corruscans* (SILURIFORMES: PIMELODIDAE) À INFECÇÃO POR *NOMIMOSCOLEX PERTIERRAE* (EUCESTODA: PROTEOCEPHALIDAE)

**Resumo:** Histopatologia é a principal ferramenta para detectar e definir danos teciduais, podendo então ser muito útil no estudo da relação parasito-hospedeiro. Durante o estudo da fauna parasitária de *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829) coletados na planície de inundação do alto rio Paraná, foi encontrado o cestóide *Nomimoscolex pertierrae* (Proteocephalidea). O presente trabalho analisa, por meio de histopatologia, um processo infeccioso ainda não descrito caracterizado por lesões perfurantes provocadas por *N. pertierrae* no intestino de *P. corruscans*. Pequenas amostras do intestino de peixes infectados e não infectados foram fixadas em formalina 10% e submetidas ao procedimento de cortes histopatológicos padrão. As amostras intestinais foram cortadas em séries de aproximadamente 5µm em micrótomo, sendo estes cortes corados com hematoxilina-eosina. As alterações patológicas foram avaliadas em microscópio. *Nomimoscolex pertierrae* se fixa ao epitélio intestinal através de perfurações, resultando em danos ao epitélio intestinal do hospedeiro, hemorragia, infiltração linfocitária e, no caso mais grave observado, necrose tecidual. Estes danos foram observados em 2,5% dos peixes coletados, não havendo correlação entre a gravidade das lesões e a abundância parasitária. Este comportamento parasitário invasivo pode ser correlacionado a uma variabilidade interespecífica que promoveu uma maior virulência por parte do parasito, visto que danos à parede intestinal ocasionados por cestóides não ocorrem usualmente.

**Palavras-chave:** inflamação, “pintado”, cestóide, histologia, variação intraespecífica.

**Abstract:** Histopathology is the main tool to detect and to define tissues damages, representing an implement on the host-parasite relationship studies. During the parasite fauna study of *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829) collected on the high Paraná river floodplain, it has been found the cestode *Nomimoscolex pertierrae* (Proteocephalidea). The present study analyses, by using histopathology, an infectious process not described yet, which is characterized by lesions occasioned by *N. pertierrae* on the intestine of *P. corruscans*. Small samples of the infected and non infected fishes have been fixed on formalin 10% and processed to the histopathology cut procedure. The intestinal samples have been cut on sections of 5µm approximately, colored with hematoxilin-eosyn. The pathological damages were analyzed under microscope. The *N. pertierrae* holds itself on the intestinal epithelium through the perforations, resulting on damages to the intestinal epithelium, hemorrhage, linfocitary infiltration and, on the worst case, necrosis. These damages were observed on 2.5% of the collected fishes, and did not present correlation with the lesions gravity or with the parasite abundance. This invasive parasite behavior may be correlated to an intra-specific variation, which leads to a higher parasite virulence, as these lesions are unusual for cestode infections.

**Keywords:** inflammatory process, “pintado”, cestodes, histopathology, intra-specific variation.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A espécie *Nomimoscolex sudobim* foi descrita por Woodland (1935) no pimelodídeo, *Pseudoplatystoma fasciatum*, no rio Amazonas em 1935. Porém, em 1992, Pavanelli e Rego redescreveram *N. sudobim* em um novo hospedeiro, *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix and Agassiz), coletado em uma nova região geográfica, representada pelo rio Paraná. Entretanto, Chambrier et al. (2006) notaram diferenças entre esta descrição e a descrição original, sendo realizada a identificação de uma nova espécie, *N. pertierra*, com base, principalmente, nas microtríquias. Desde então, ambas as espécies de cestóides têm sido encontradas em diversos hospedeiros pimelodídeos (Machado et al., 1996; Campos et al., 2008).

O cestóide analisado neste trabalho, *N. pertierra*, apresenta ciclo de vida heteroxênico (Roberts et al., 2004) e não há bibliografia relatando histórico de lesões patológicas ou qualquer tipo de alteração provocada no hospedeiro em decorrência da infecção por este parasito.

O hospedeiro *P. corruscans*, popularmente conhecido como pintado, é uma das espécies que apresenta alto valor econômico entre os peixes dulcícolas sul-americanos, e vem despertando o interesse dos consumidores e dos aqüicultores (Miranda and Ribeiro, 1997). Além disso, desponta como uma das melhores espécies nativas para a piscicultura por apresentar excelente sabor de carne, ausência de espinhos intramusculares (Cury, 1992; Inoue et al., 2003) e por apresentar técnicas reprodutivas, manejo nutricional, de cria e técnicas de processamento bastante conhecidas e desenvolvidas, além de representar uma mercadoria valorizada em âmbito nacional e internacional (Ribeiro and Miranda, 1997).

Tendo em vista as lesões teciduais encontradas no intestino do “pintado”, o presente estudo inclui uma análise dos danos histopatológicos causados por *N. pertierra* em *P. corruscans* coletados na planície de inundação do alto rio Paraná.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Cento e dezenove espécimes de *Pseudoplatystoma corruscans* foram coletados na planície de inundação do alto rio Paraná (22°43'S e 53°10'O), Brasil (Fig.1), de março de 2011 a setembro de 2012, nos rios Ivinheima, Baía e Paraná. Esta área de estudo é o Sítio 6 do Projeto PELD/CNPq (Pesquisas Ecológicas de Longa Duração).



acordo com Le-cren (1951). Uma ANOVA unifatorial foi utilizada para se comparar estatisticamente os fatores de condição de três grupos de peixes: 1) os parasitados por *N. pertierrae* com alterações patológicas; 2) os peixes parasitados por *N. pertierrae*, mas sem alterações patológicas; 3) e os peixes que não apresentaram este parasito. A análise dos dados foi feita usando-se o STATISTICA software (versão 5.5), sendo que a normalidade dos resíduos foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk e as variações de homogeneidade foram verificadas através de teste de Levene.

### 3.3 RESULTADOS

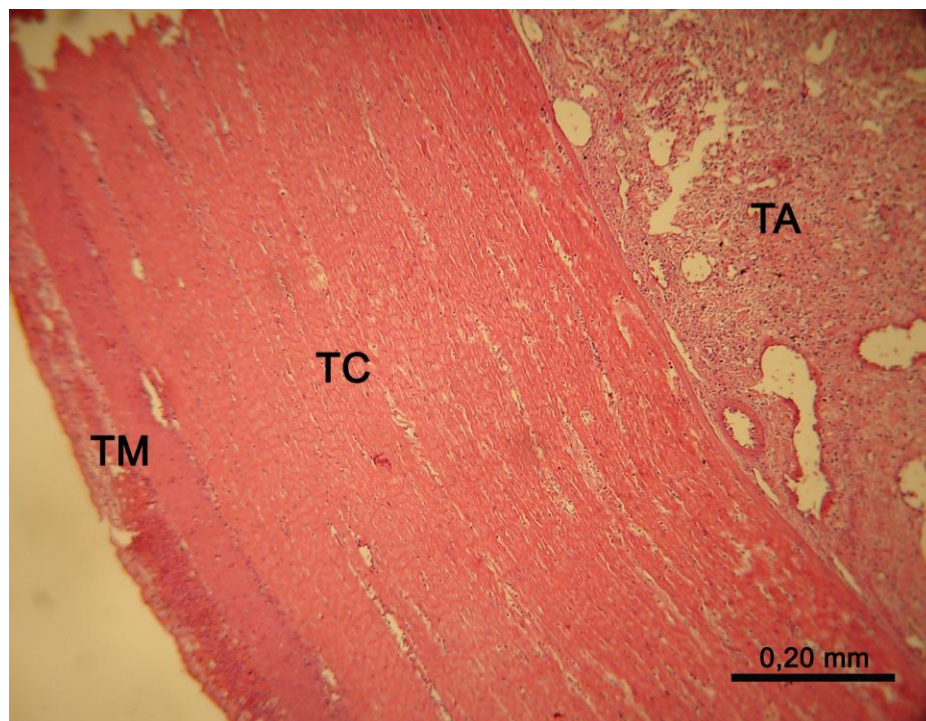
Dos 119 espécimes de *P. corruscans* analisados, 53 (44,5%) apresentaram-se parasitados pelo cestóide *Nomimoscolex pertierrae*, sendo que destes, apenas em três indivíduos (2,5% de todos os espécimes analisados) foram observadas as lesões provocadas pela fixação de *N. pertierrae* ao epitélio intestinal. A análise histopatológica demonstrou que *N. pertierrae* apresenta ventosas bem desenvolvidas (Fig.2), através das quais o parasito se fixa firmemente ao intestino do hospedeiro. A fixação das ventosas ao epitélio intestinal resulta em danos mecânicos, causando descamação do epitélio intestinal, necrose local e pontos hemorrágicos nas dobras intestinais (Fig.2).



**Fig.2:** Fotomicrografia de microscopia óptica da lesão patológica causada por *Nomimoscolex pertierrae* em intestino de *Pseudoplatystoma corruscans*. Ventosas bem desenvolvidas (seta escura); ponto hemorrágico e processo inflamatório com aspecto granulocitário (seta branca).

A comparação dos cortes histológicos de indivíduos não infectados (Fig.3) e indivíduos infectados evidencia a perda de camadas teciduais em consequência do processo patológico, provocando inclusive perda total da superfície absorptiva. O parasito penetra as ventosas profundamente no tecido intestinal do hospedeiro, causando danos à lamina epitelial e às microvilosidades.

Intensas infiltrações celulares foram observadas no local de fixação do parasito, o que promove um aspecto de granulomas ao corte tecidual (Fig.2), e este incremento da quantidade de linfócitos no *stratum granulosum* e no tecido conectivo é um indicativo de processo inflamatório.



**Fig.3:** Fotomicrografia de microscopia óptica de um corte tecidual do intestino de *Pseudoplatystoma corruscans* não infectado. TM = tecido muscular, TC = tecido conjuntivo submucoso e TA = tecido epitelial de absorção intactos, sem processos inflamatórios.

Dos 119 peixes analisados, 55,5% não estavam parasitados por *N. pertierrae*. Não houve diferença estatística entre os valores dos fatores de condição alométrico destes três grupos analisados ( $p > 0,05$ ).

A Tabela 1 especifica os dados dos três indivíduos nos quais foi encontrada a lesão intestinal. O primeiro estava parasitado por duas espécies de cestóides, *N. pertierrae* e *Choanoscolex abscissus*, sendo observadas neste hospedeiro as duas formas



de fixação de *N. pertierrae* (a forma profunda - que causou danos patológicos ao intestino do hospedeiro; e a forma de fixação sem perfurações profundas); a espécie *C. abscissus* se fixou ao tecido intestinal sem perfurações profundas e sem causar qualquer outro tipo de lesão; este hospedeiro foi coletado no subsistema do rio Baía-PR. No segundo indivíduo, coletado no rio Ivinheima-PR, foram encontrados apenas cestóides da espécie *N. pertierrae* em elevada abundância, sendo que estes parasitos se fixaram à parede intestinal por meio de perfurações profundas e não profundas. O terceiro indivíduo, também coletado no rio Ivinheima-PR, apresentou-se parasitado apenas pelo *N. pertierrae*, sendo que este parasito, neste caso, foi encontrado em abundância relativamente alta e fixou-se à parede intestinal apenas através das perfurações profundas.

Não houve diferença significativa entre os valores de K destes três hospedeiros que apresentaram a patologia ( $p>0,05$ ). Também não houve diferença significativa entre os valores de K dos hospedeiros coletados em diferentes subsistemas ( $p>0,05$ ).

**Tabela 1.** Detalhamento sobre cada espécime de *Pseudoplatystoma corruscans* nos quais foi encontrada a lesão patológica causada por *Nomimoscolex pertierrae*. K=Fator de condição alométrico.

Peixe	Subsistema	K	Espécies de parasitos encontrados	Número de parasitos	Forma de fixação do parasito
1	Rio Baía	1,94	<i>Nomimoscolex pertierrae</i>	6	Profunda e não profunda
			<i>Choanoscolex abscissus</i>	8	Não profunda
2	Rio Ivinheima	1,45	<i>Nomimoscolex pertierrae</i>	67	Profunda e não profunda
3	Rio Ivinheima	1,93	<i>Nomimoscolex pertierrae</i>	39	Profunda

### 3.4 DISCUSSÃO

O caso descrito no presente estudo demonstra um processo infeccioso provocado pela fixação do cestóide *Nomimoscolex pertierrae*, anteriormente descrito parasitando *Pseudoplatystoma corruscans* (Pavanelli and Rego, 1992, Chambrier et al., 2006), mas estes estudos não reportaram o tipo de lesão aqui apresentada. O modo de fixação parasitária aqui reportado já foi descrito para outras espécies de cestóides (Bauer and

Hoffman, 1976, Scott and Grizzle, 1979; Eiras et al., 1986), sendo as alterações histopatológicas descritas por estes autores semelhantes ao estudo aqui apresentado.

Eiras et al. (1986), por meio da pesquisa da fauna parasitária de *Zungaro zungaro* coletados na planície de inundação do alto rio Paraná, relatou a penetração de *Jauella glandicephalus* através da parede do intestino deste hospedeiro, além de um processo de descamação do epitélio causado pela aderência de outro cestóide, *Megathylacus brooksi*. Neste estudo, os autores notaram a formação de um túnel no tecido conectivo fibroso ao redor do parasito, o que diminui a capacidade absorptiva do intestino e expõe o hospedeiro a possíveis infecções secundárias.

O processo de penetração completa do parasito normalmente provoca fibrose, hemorragia, inflamação e necrose celular, sendo estes processos já descritos para diversas espécies de acantocéfalos (Chaicharn and Bullock, 1967, McDonough and Gleason, 1981, Dezfuli, 1991, Taraschewski, 1989, Wanstall et al., 1986, 1988, Dezfuli et al., 2000, 2009), porém o simples processo de fixação do parasito pode provocar inflamação crônica, que ocasiona a diminuição dos tecidos conjuntivos intestinais e infiltração leucocitária, sendo estes eventos já reportados na área de fixação de *Acanthocephalus jacksoni* (Bullock, 1963).

Usualmente helmintos intestinais, por meio dos órgãos de fixação, induzem processos inflamatórios no canal digestório do hospedeiro, mas os acantocéfalos causam maiores danos aos tecidos intestinais e induzem uma resposta mais complexa do hospedeiro, principalmente devido à penetração profunda na mucosa do trato alimentar (Dezfuli et al., 2009, Irshadullah and Mustafa, 2012). Além disso, a patogenicidade causada pelos parasitos também depende das espécies de parasito/hospedeiro envolvidas e do local de infecção (Esch and Huffines, 1973, Hamers et al., 1992, Lacerda et al., 2012). Tais danos podem afetar a eficiência absorptiva e digestiva do intestino do peixe, ocasionando prejuízo nas taxas de crescimento do hospedeiro, além de expor o hospedeiro a infecções secundárias, derivadas de outro patógenos. Alterações nos processos osmorregulatórios devidas aos danos à mucosa intestinal não podem ser desconsideradas (Irshadullah and Mustafa, 2012), sendo importante ressaltar os processos hemorrágicos e fibrosos que usualmente causam anemias (Gomes et al., 2008, Hipolito et al., 2008).

A inflamação consiste em uma série de mecanismos homeostáticos que envolvem os sistemas circulatório, nervoso e imunológico em resposta a um organismo invasor (Sharkey, 1992), sendo que o processo inflamatório, neste caso, ocorreu em consequência da penetração profunda das ventosas de *N. pertierrae*, o que provocou erosão das vilosidades intestinais e da lamina epitelial. Hamers et al. (1992) e Bonamim et al. (2004) reportaram diferenças interespecíficas na resposta leucocitária de peixes infectados por *P. ambiguus* e sugeriram que as defesas celulares, além de serem espécie-específicas, podem ser mecanismos pouco eficientes na expulsão do parasito.

O processo inflamatório, assim como todas as respostas celulares envolvidas na defesa do organismo contra patógenos em geral, não é um processo gratuito, apresentando custos energéticos (Martin et al., 2011). Sendo assim, os casos de parasitismo descritos, como os processos patológicos decorrentes destes, normalmente são correlacionados com um decréscimo nos fatores de condição dos peixes (Britton et al., 2012), mas o caso reportado neste estudo não apresentou correlação entre a presença do processo patológico, ou mesmo da presença apenas do parasito, com decréscimos nos fatores de condição dos hospedeiros. Tal ocorrência refuta a hipótese de que o processo patológico em questão seria decorrente da reduzida condição física dos hospedeiros, visto que baixos valores de fator de condição refletiriam uma baixa capacidade defensiva do organismo, permitindo a penetração profunda do parasito na camada intestinal.

O processo patológico observado também não foi influenciado pela abundância ou pela riqueza parasitária, visto que esta patologia foi observada em hospedeiros que apresentaram mais de uma espécie de cestóides, em hospedeiros com quantidade variável de indivíduos de *N. pertierrae*. Além disso, os espécimes de *P. corruscans* que apresentaram a patologia foram coletados em diferentes subsistemas, representados pelos rio Baía e Ivinheima, o que refuta a hipótese de que o ambiente estaria interferindo na presença deste novo processo infeccioso.

Observou-se a ausência de prejuízos fisiológicos por parte do hospedeiro em decorrência do processo patológico, ou mesmo em decorrência da presença do parasito. Também ressalta-se que nem a abundância, nem a riqueza parasitária ou o ambiente em que o hospedeiro foi coletado influenciaram na presença da patologia. Desta maneira,

sugere-se que a patologia observada no presente trabalho seja conseqüência de um comportamento mais virulento desta espécie de parasito.

Coevolução é um termo que define a relação entre duas espécies, as quais passam por alterações genéticas em conseqüência da interação entre elas (Thompson, 1989). Na relação parasito-hospedeiro, o processo de coevolução inicia-se com parasitos altamente virulentos e/ou hospedeiros altamente susceptíveis ao parasito. Com o passar das gerações, as altas taxas mutacionais dos parasitos permitem a seleção de populações menos virulentas, levando a relação parasitária a uma tendência mutualística, onde o hospedeiro sofre menos danos em conseqüência do parasitismo (Toft and Carter, 1990).

Apesar de o processo de coevolução entre o parasito e seu hospedeiro tender ao mutualismo, com populações parasitárias menos virulentas, acredita-se que os genes promotores de comportamentos parasitários mais agressivos permaneçam na população, pois já foram estratégias evolutivamente vantajosas em algum período da história de vida destas espécies (Maynard-Smith, 1972).

Considerando-se que a virulência não é um atributo apenas do parasito, mas é um efeito da interação entre aspectos fisiológicos, morfológicos e comportamentais entre parasito e hospedeiro (Toft and Carter, 1990), sugere-se que o processo patológico observado neste trabalho seja conseqüência do sinergismo entre a expressão de características genótípicas que promovem alta virulência parasitária em alguns indivíduos da população parasitária aliada à presença de indivíduos de *P. corruscans* susceptíveis à infecção.

## REFERÊNCIAS

- Bauer, O.N., Hoffman, G.L. 1976. Helminth range extension by translocation of fish. In: Page, L.A. (Eds.), Wildlife diseases. Plenum Publication Corporation, New York, 163p.
- Bonamin, L.V., Prado-Neto, J.Á., Carvalho, J.C.T., Perazzo, F.F., Cardoso, G., 2004. Action of *Causticum* in inflammatory models. Homeop. J. Fac. Homeop., 93, 12-16.
- Britton, J.R., Pegg, J., Baker, D., Williams, C.F., 2012. Do lower feeding rates result in reduced growth of a cyprinid fish infected with the Asian tapeworm? Eco. Freshw. Fish, 21, 172–175.
- Bullock, W.L., 1963. Intestinal histology of some salmonid fishes with particular reference to the histopathology of acanthocephalan infections. J. Morphol., 112, 23–44.

- Campos, C.M., Fonseca, V.L., Takemoto, R.M., Moraes, F.R., 2008. Fauna parasitária de cachara *Pseudoplatystoma fasciatum* (Siluriforme: Pimelodidae) do rio Aquidauana, Pantanal Sul Mato--grossoense, Brasil. *Acta Scient. Biol. Scien*, 30, 91-96.
- Chaicharn, A., Bullock, W.L., 1967. The histopathology of acanthocephalan infections in suckers with observations on the intestinal histology of two species of catostomid fishes. *Acta Zool.*, 48, 19-42.
- Chambrier, A., Takemoto, R.M., Pavanelli, G.C., 2006. *Nomimoscolex pertierra* n. sp. (Eucestoda: Proteocephalidea), a parasite of *Pseudoplatystoma corruscans* (Siluriformes: Pimelodidae) in Brazil and redescription of *N. sudobim* Woodland, 1935, a parasite of *P. fasciatum*. *System. Parasitol.*, 64, 191-202.
- Cury, M.X., 1992. Cultivo de pintado e cachara. *Revista Panorama da Aquicultura*, 2, 8-9.
- Dezfuli, B.S., 1991. Histopathology in *Leuciscus cephalus* (Pisces: Cyprinidae) resulting from infection with *Pomphorhynchus laevis* (Acanthocephala). *Parassitol.*, 33, 137-145.
- Dezfuli, B.S., Arrighi, S., Domeneghini, C., Bosi, G., 2000. Immunohistochemical detection of neuromodulators in the intestine of *Salmo trutta* L. naturally infected with *Cyathocephalus truncates* Pallas (Cestoda). *J. Fish Dis.*, 23, 265-273.
- Dezfuli, B.S., Lui, A., Giovinazzo, G., Boldrini, P., Giari, L., 2009. Intestinal inflammatory response of powan *Coregonus lavaretus* (Pisces) to the presence of acanthocephalan infections. *Parasitology*, 136, 929-937.
- Eiras, J.C., Rego, A.A., Pavanelli, G.C., 1986. Histopathology in *Paulicea luetkeni* (Pisces - Pimelodidae) resulting from infections with *Megathylacus brooksi* and *Jauella glandicephalus* (Cestoda - Proteocephalidae). *J. Fish Biol.*, 28, 359-365.
- Eiras, J.C., Takemoto, R.M., Pavanelli, G.C. (Ed.), 2006. Métodos de Estudo e Técnicas Laboratoriais em Parasitologia de Peixes. Maringá: EDUEM, 2ªed, 199p.
- Esch, G.W., Huffines, W.J., 1973. Histopathology associated with endoparasitic helminths in bass. *J. Parasit.*, 59, 306-313.
- Gomes, L.H., Aguiar, D.V.C., Hipolito, M., Martins, A.M.C.R.P.F., Chaves, A.C.P., 2008. Avaliação histológica do intestino médio, do fígado e do pâncreas de girinos de rã-touro alimentados com rações comerciais formuladas com três níveis de proteína bruta. *Braz. J. Anim. Scien.*, 37, 2090-2096.
- Hamers, R.L., Sturenberg, F.J., Taraschewski, H., 1992. In vitro study of migratory and adherent responses of fish leucocytes to the eelpathogenic acanthocephalan *Paratenuisentis ambiguus* (Van Cleave, 1921) Bullock et Sammuel, 1975 (Eoacanthocephala: Tenuisentidae). *Fish Shellf. Immun.*, 2, 43-51.

- Hipolito, M., Carvalho, V.F., Castagna, A.A., 2008. Alterações histopatológicas em girinos de rã-touro alimentados com rações comerciais de diferentes níveis protéicos. *Braz. J. Ani. Scien.*, 37, 2085.
- Inoue, L., Ceccarelli, P.S., Senhorini, J.A., 2003. A larvicultura e a alevinagem do Pintado e do Cachara. *Rev. Panor. Aquic.*, 74, 13-21.
- Irshadullah, M., Mustafa, Y., 2012. Pathology induced by *Pomporhynchus kashmiriensis* (Acanthocephala) in the alimentary canal of naturally infected Chirruu snow trout, *Schizothorax esocinus* (Heckel). *Helmint.*, 49, 11-15.
- Khalil, L.F., Jones, A., Bray, R.A., 1994. Keys to the cestode parasites of vertebrates. Wallingford, Oxon, CAB International, 768p.
- Lacerda, A.C.F., Takemoto, R.M., Tavares-Dias, M., Poulin, R., Pavanelli, G.C., 2012. Comparative parasitism of the fish *Plagioscion squamosissimus* in native and invaded river basins. *Journal of Parasitology*, 98, 713–717.
- Le-Cren, E.D., 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and conditions in the perch *Perca fluviatilis*. *Jour. Anim. Ecol.*, 20, 201-211.
- Machado, M.H., Pavanelli, G.C., Takemoto, R.M., 1996. Structure and diversity of endoparasitic infracommunities and the trophic level of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the high Paraná River. *Mem. Inst. Osw. Cruz*, 91, 441-448.
- Martin, L.B., Hawley, D.M., Ardia, D.R., 2011. An introduction to ecological immunology. *Funct. Ecol.*, 25, 1-4.
- Maynard-Smith, J., 1972. *On Evolution*, Edinburgh University Press, Edinburgh, UK.
- McDonough, J.M., Gleason, L.N., 1981. Histopathology in the rainbow darter, *Etheostoma caeruleum*, resulting from infection with the acanthocephalans, *Pomporhynchus bulbocolli* and *Acanthocephalus dirus*. *J. Parasit.*, 67, 403-409.
- Miranda, M.O.T., Ribeiro, L.P., 1997. Características zootécnicas do surubim *Pseudoplatystoma corruscans*. In: MIRANDA MOT (Ed.). *Surubim*. Belo Horizonte: IBAMA. cap.3, 43-56.
- Pavanelli, G.C., Rego, A.A., 1992. *Megathylacus travassoi* sp. and *Nomimoscolex sudobim* Woodland, 1935 (Cestoda – Proteocephalidea) parasites of *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829) (Siluriformes - Pimelodidae) from the Itaipu reservoir and Paraná river, Paraná state, Brazil. *Mem. Inst. Osw. Cruz*, 87, 191-195.
- Ribeiro, L.P., Miranda, M.O.T., 1997. Rendimentos de processamento do surubim *Pseudoplatystoma corruscans*. In: Miranda, M.O.T. (Ed.). **Surubim**. Belo Horizonte: Ibama. cap.8, 101-111.

Roberts, L.S., Janovy-Jr, J., Schmidt, P., 2004. Foundations of Parasitology. Seventh Edition. McGraw-Hill Science/Engineering/Math, USA.

Scott, A.L., Grizzle, J.M., 1979. Pathology of cyprinid fishes caused by *Bothriocephalus gowkongensis* Yea, 1955 (Cestoda: Pseudophyllidea). J. Fish Dis., 2, 69–73.

Sharkey, K.A., 1992. Substance P and calcitonin gene-related peptide (CGRP) in gastrointestinal inflammation. Annals New York Acad. Scien., 664, 425–442.

Taraschewski, H., 1989. *Acanthocephalus anguillae* in intra and extraintestinal positions in experimentally infected juveniles of gold fish and carp and in sticklebacks. J. Parasit., 75, 108–118.

Thompson, J.N., 1989. Concepts of coevolution. Trends in Ecology and Evolution, 4, 179-183.

Toft, C.A., Karter, A.J., 1990. Parasite-host coevolution. Trends Ecol. Evol., 5, 326-329.

Wanstall, S.T., Robotham, P.W.J., Thomas, J.S., 1986. Pathological changes induced by *Pomphorhynchus laevis* Müller (Acanthocephala) in the gut of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. Z. Parasitenk., 72, 105–114.

Wanstall, S.T., Thomas, J.S., Robotham, P.W.J., 1988. The pathology caused by *Pomphorhynchus laevis* Müller in the alimentary tract of the stone loach, *Noemacheilus barbatulus*. J. Fish Dis., 11, 511–523.

#### 4 DISCUSSÃO FINAL

Sabe-se que as diferenças físicas e químicas das diferentes regiões geográficas podem promover contrastes que levam a um processo de seleção e à conseqüente diferenciação das populações (Thompson, 2005). De acordo com este mesmo autor, as interações entre o parasito e o hospedeiro são influenciadas pelo ambiente ecológico e, por isso, cada região geográfica apresenta suas interações ecológicas específicas. Desta maneira, considerando-se o aspecto temporal ao invés do espacial, observou-se nestes dois estudos que as alterações físicas, químicas e biológicas que ocorreram na planície de inundação do alto rio Paraná após o represamento resultaram em um processo seletivo, que levou à diferenciação das populações, com contrastes em nível de riqueza e prevalência de espécies, além das diferenças na resposta do hospedeiro ao parasitismo.

Por meio dos resultados obtidos, conclui-se que a construção da represa de Porto Primavera promoveu alterações na fauna parasitária de *P. corruscans*, reduzindo a diversidade de espécies parasitárias, além de selecionar indivíduos parasitários da espécie *Nomimoscolex pertierrae* com um nível de virulência mais alto. Isso demonstra que as modificações antrópicas nos ambiente naturais alteram a entropia do ecossistema, selecionando populações e moldando comunidades mais aptas a sobreviverem às novas condições ambientais, devido às suas características fisiológicas e anatômicas.

#### REFERÊNCIAS

- BONECKER CC, AOYAGUI ASM, SANTOS RM. 2009. The impact of impoundment on the rotifer communities in two tropical floodplain environments: interannual pulse variations Brazilian Journal of Biology, vol.69, p.529-537.
- CRISPIM JQ, STEVAUX JC. 2002. Alterações na Hidrologia do Canal do Rio Paraná após a Construção do Reservatório de Porto Primavera. Relatório PELD 2002 Available at website [http://www.peld.uem.br/Relat2002/pdf/comp\\_biotico\\_perspectiva.pdf](http://www.peld.uem.br/Relat2002/pdf/comp_biotico_perspectiva.pdf) (accessed 26 February 2013).
- GOMES LC, BULLA CK, AGOSTINHO AA, VASCONCELOS LP, MIRANDA LE. 2012. Fish assemblage dynamics in a Neotropical floodplain relative to aquatic macrophytes and the homogenizing effect of a flood pulse. Hydrobiologia, vol.685, p.97-107.
- KARLING LC, ISAAC A, AFFONSO IP, TAKEMOTO RM, PAVANELLI GC. 2012. The impact of a dam on the helminth fauna and health of a neotropical fish species *Salminus brasiliensis* (Cuvier 1816) from the upper Paraná River. Journal of Helminthology, p.1-7.



PRICE, P.W. Evolutionary biology of parasites. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1980. 237p.

ROBERTO, MCA., SANTANA, NFB., THOMAZ, SM. 2009. Limnology in the Upper Paraná River floodplain: large-scale spatial and temporal patterns, and the influence of reservoirs. *Brazilian Journal of Biology*, vol.69, p.717-725

ROSIN, GCA., OLIVEIRA-MANGAROTTI, DPA., TAKEDA, AMB., BUTAKKA, CMMA. 2009. Consequences of dam construction upstream of the Upper Paraná River floodplain (Brazil): a temporal analysis of the Chironomidae community over an eight-year period. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 69, p. 591-608.

THOMPSON, J.N., 1989. Concepts of coevolution. *Trends in Ecology and Evolution*, vol.4, p.179-183.

VIDAL-MARTINEZ, V.M.; PECH, D.; SURES, B.; PURUCKER, S.T.; POULIN, R. Can parasites really reveal environmental impact? *Trends in Parasitology*, vol.26, pg.44-52, 2009.

## ANEXO A - Norma Editorial da *Brazilian Journal of Biology*

### References

1. Citation in the text: Use the name and year system: Reis (1980); (Reis, 1980); (Zaluar and Rocha, 2000). for more than two authors use et al.

2. Citations from the list of references in line with ISO 690/1987.

All references cited in the text should be listed alphabetically according to the first authors. References should start on a separate sheet.

### Examples:

LOMINADZE, DG., 1981. Cyclotron waves in plasma. 2nd ed. Oxford: Pergamon Press. 206 p. International series in natural philosophy, no. 3.

WRIGLEY, EA., 1968. Parish registers and the historian. In STEEL, DJ. National index of parish registers. London: Society of Genealogists. p. 15-167.

CYRINO, JEP. and MULVANEY, DR., 1999. Mitogenic activity of fetal bovine serum, fish fry extract, insulin-like growth factor-I, and fibroblast growth factor on brown bullhead catfish cells - BB line. *Revista Brasileira de Biologia = Brazilian Journal of Biology*, vol. 59, no. 3, p. 517-525.

LIMA, PRS., 2004. Dinâmica populacional da Serra Scomberomorus brasiliensis (Osteichthyes; Scombridae), no litoral ocidental do Maranhão-Brasil. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. 45 p. Dissertação de Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura.

WU, RSS., SHANG, EWV. and ZHOU, BS., 2006. Endocrine disrupting and teratogenic effects of hypoxia on fish, and their ecological implications. In *Proceedings of the Eighth International Symposium on Fish Physiology, Toxicology and Water Quality*, 2005. Georgia, USA: EPA. p. 75-86.

## ANEXO B - Norma Editorial da *Veterinary Parasitology*

In the text refer to the author's name (without initial) and year of publication, followed – if necessary – by a short reference to appropriate pages. Examples: "Since Peterson (1988) has shown that..." "This is in agreement with results obtained later (Kramer, 1989, pp. 12–16)".

References cited together in the text should be arranged chronologically. The list of references should be arranged alphabetically on author's names, and chronologically per author. If an author's name in the list is also mentioned with co-authors the following order should be used: publications of the single author, arranged according to publication dates – publications of the same author with one co-author – publications of the author with more than one co-author. Publications by the same author(s) in the same year should be listed as 1974a, 1974b, etc.

Use the following system for arranging your references:

### *For periodicals:*

Lanusse, C.E., Prichard, R.K., 1993. Relationship between pharmacological properties and clinical efficacy of ruminant anthelmintics. *Vet. Parasitol.* 49, 123–158.

### *For edited symposia, special issues, etc., published in a periodical:*

Weatherley, A.J., Hong, C., Harris, T.J., Smith, D.G., Hammet, N.C., 1993. Persistent efficacy of doramectin against experimental nematode infections in calves. In: Vercruysse, J. (Ed.), *Doramectin – a novel avermectin*. *Vet. Parasitol.* 49, 45–50.

### *For books:*

Blaha, T. (Ed.), 1989. *Applied Veterinary Epidemiology*. Elsevier, Amsterdam, 344 pp.

### *For multi-author books:*

Wilson, M.B., Nakane, P.K., 1978. Recent developments in the periodate method of conjugating horseradish peroxidase (HRPO) to antibodies. In: Knapp, W., Holubar, K., Wick, G. (Eds.), *Immunofluorescence and Related Staining Techniques*. North Holland, Amsterdam, pp. 215–224.