

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM

**DIVERSIDADE DE PARASITAS DE *Pygocentrus nattereri* (KNER, 1858)
(CHARACIFORMES: CHARACIDAE) DURANTE O CICLO HIDROLÓGICO EM UM
LAGO DE VÁRZEA E SEU POTENCIAL COMO INDICADORA DA QUALIDADE
AMBIENTAL**

JOSÉ FRANCALINO VITAL

Manaus – Amazonas

Junho – 2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

JOSÉ FRANCALINO VITAL

**DIVERSIDADE DE PARASITAS DE *Pygocentrus nattereri* (KNER, 1858)
(CHARACIFORMES: CHARACIDAE) DURANTE O CICLO HIDROLÓGICO EM UM
LAGO DE VÁRZEA E SEU POTENCIAL COMO INDICADORA DA QUALIDADE
AMBIENTAL**

**Orientador: Angela Maria Bezerra Varella Dra.
Co-orientador: José Celso de Oliveira Malta Dr.
Suporte financeiro: CAPES/INPA/PPI n° H06/0463**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Biologia de Água Doce e Pesca Interior.

Manaus – Amazonas

Junho - 2008

V836 Vital, José Francalino
Diversidade de parasitas de *Pyocentrus nattereri* (KNER, 1858)
(Chariciformes: Characidae) durante o ciclo hidrológico em um
lago de várzea e seu potencial como indicadora da qualidade
ambiental / José Francalino Vital.--- Manaus : [s.n.], 2008.
51f. : il.

Dissertação (mestrado)-- INPA/UFAM, Manaus, 2008
Orientador: Angela Maria Bezerra Varella
Co-orientador: José Celso de Oliveira Matta
Área de concentração: Biologia de Água Doce e Pesca

Interior

1. Piranha caju. 2. Parasitofauna. 3. Indicadores biológicos.
I. Título.

CDD 19. ed. 597.52

Sinopse:

Estudou-se a parasitofauna de *Pygocentrus nattereri* durante o ciclo hidrológico de um lago de várzea localizado no município de Manacapuru, Amazonas. Foram avaliados aspectos quantitativos e qualitativos da parasitofauna e seu potencial como bioindicadora da qualidade ambiental.

Palavras chave: Parasitas, bioindicador, piranha caju, ciclo hidrológico.

DEDICATÓRIA

À minha amada esposa Flávia.

Aos meus pais Francisco de Assis e Maria Ofélia.

Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e por seu amor incondicional.

À minha orientadora Dra. Ângela Maria Bezerra Varella e ao meu co-orientador Dr. José Celso de Oliveira Malta por acompanhar minha carreira desde a graduação, pela confiança em me aceitar como orientado e pelas correções, conselhos e idéias.

A minha esposa Flávia pelo companheirismo, amor e cuidado que tem por mim, eu amo você.

A CAPES pela concessão da bolsa e ao INPA pelo apoio financeiro ao projeto.

Aos meus pais, Francisco de Assis e Maria Ofélia por toda educação, apoio e amor.

Aos meus amigos, Daniel Porto, Luíza Lopes, Larissa Pelegrini, Gilmara Lima, Keila Araújo, Thalys Lopes, Amanda Karen, e Edílson Araújo e aos demais colegas do Laboratório de Parasitologia e Patologia de Peixes pela ajuda nas necropsias e pelos momentos de descontração.

Ao biólogo José Conrado Cerquinho por ceder seu barco e por nos acompanhar nas coletas.

Às secretarias do Programa de Biologia de Água Doce e Pesca Interior, Carminha e Elany pela atenção e ajuda ao longo do curso.

Aos meus colegas de pós-graduação por todos os bons momentos juntos.

Aos amigos Thaysa, Rafaela, Liene, Michel, Quézia e Frank, pela presença significativa na minha vida acadêmica e pessoal.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. Introdução..... | 1 |
| 2. 1.1. Considerações gerais | 1 |
| 1.2. Infestações parasitárias e o pulso de inundação..... | 3 |
| 1.3. Os parasitas como bioindicadores da qualidade ambiental..... | 4 |
| 1.4. A piranha <i>Pygocentrus nattereri</i> | 6 |
| 1.5. Justificativa..... | 9 |
| 2.2. Objetivos..... | 11 |
| 3. Material e métodos..... | 12 |
| 3.1. Área de estudo..... | 12 |
| 3.2. Coletas..... | 12 |
| 3.3. Necropsia dos peixes..... | 12 |
| 3.4. Preparação de lâminas..... | 13 |
| 3.5. Índices parasitários..... | 15 |
| 3.6. Índice hepatossomático..... | 15 |
| 3.7. Fator de condição dos hospedeiros..... | 16 |
| 3.8. Análises estatísticas e avaliação do potencial da parasitofauna como bioindicadora..... | 16 |
| 4. Resultados..... | 17 |
| 5. Discussão..... | 23 |
| 6. Conclusões..... | 32 |
| 7. Referências bibliográficas..... | 33 |

RESUMO

O parasitismo pode ser empregado como monitor altamente sensível na detecção de alterações ambientais por fatores antrópicos, contudo as áreas alagáveis amazônicas apresentam alterações sazonais naturais regidas pelo pulso de inundação, tendo reflexos diretos na estrutura e composição das espécies de parasitas e conseqüentemente em seu ciclo de vida. O conhecimento destas alterações é de fundamental importância para uso destes organismos como ferramentas de monitoramento ambiental. Neste trabalho foram comparados os índices parasitários de *P. nattereri* coletados nas diferentes fases do ciclo hidrológico do lago Piranha, localizado na área de construção do gasoduto Coari-Manaus, na margem esquerda do rio Solimões, próximo ao município de Manacapuru-Am. Foi verificada a relação entre o fator de condição e índice hepatossomático com a ocorrência de parasitas e também a viabilidade da utilização da parasitofauna de *P. nattereri* como bioindicadora da qualidade do ambiente. Foram coletados monogeneas dactylogyrídeos das espécies *Amphithecium microphalum*, *Amphithecium brachycirrum*, *Amphithecium calycinum*, *Amphithecium catalaoensis*, *Amphithecium junki* , *Pithanothecium amazonensis* e *Rhinoxenus piranhus*, nematóide *Procamallanus inopinatus*, copépodos da espécie *Miracetyma* sp. e o isópoda *Amphira branchialis*. Não houve correlação significativa entre a ocorrência dos parasitas com o fator de condição e índice hepatossomático dos peixes. Houve variações significativas entre os índices parasitários nos diferentes períodos do ciclo hidrológico, *P. nattereri* atendeu os requisitos descritos na literatura para selecionar um peixe hospedeiro bioindicador e os monogeneas encontrados foram considerados boas ferramentas para monitoramento ambiental.

Palavras-chave: *P. nattereri*; parasitofauna; bioindicador; ciclo hidrológico.

ABSTRACT

Parasitism can be used as a highly sensitive monitor to detect environmental changes caused by antropic actions, however the Amazonian floodplain has natural seasonal changes caused by flood pulse. Inducing a direct response in the structure and composition of parasite species, and consequently in their life cycle. The understanding of these alterations has fundamental importance for utilizing these organisms as a tool of environmental analysis. In this study the parasitic index of *P. nattereri* collected in different phases of hydrologic cycle of Piranha lake was compared. The study area is located in gas pipeline Coari-Manaus construction zone, near the municipality of Manacapuru-Am. The relationship between condition factor and hepatossomatic index with parasite occurrence and the viability of use the parasitic fauna as an environmental bio-indicator were verified. The following dactylogyridean monogeneans were collected: *Amphithecium microphalum*, *Amphitecium brachycirrum*, *Amphitecium calycinum*, *Amphithecium catalaoensis*, *Amphithecium junki*, *Pithanothecium amazonensis* e *Rhinoxenus piranhus*, as well as the nematode *Procamallanus inopinatus*, the copepod *Miracetyma* sp. and the isopod *Amphira branchialis*. There is no significant correlation between the parasite occurrence with the condition factor and the hepatossomatic index of the fishes. Although there is significant variance in the parasitic index according to the different periods of hydrologic cycle, *P. nattereri* appears to have the conditions described in the literature to be selected as bio-monitor host fish, and the monogeneans can be considered good tools in long term studies.

Key words: *Pygocentrus nattereri*; parasitic fauna; bio-monitor; hydrologic cycle.

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. A piranha caju <i>Pygocentrus nattereri</i> | 6 |
| Figura 2. Variação da prevalência (a) e da intensidade média (b) de <i>Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus</i> em <i>Pygocentrus nattereri</i> nos períodos do ciclo hidrológico do lago Piranha, Manacapuru - Am..... | 18 |
| Figura 3. Diferença entre as médias dos postos do teste Kruskal-Wallis, para comparação da incidência de <i>Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus</i> entre as coletas..... | 20 |
| Figura 4. Variação da intensidade média de infecção por Dactylogyridae em <i>Pygocentrus nattereri</i> nos períodos do ciclo hidrológico..... | 20 |
| Figura 5. Diferença entre as médias dos postos do teste Kruskal-Wallis, para comparação da incidência de Dactylogyridae entre as coletas..... | 20 |
| Figura 6. Gráfico do teste de correlação linear de Pearson entre o fator de condição e a incidência de Dactylogyridae em <i>Pygocentrus nattereri</i> | 21 |
| Figura 7. Variação da intensidade média de <i>Miracetyma</i> sp. em <i>Pygocentrus nattereri</i> nos períodos do regime hidrológico..... | 22 |
| Figura 8. <i>Amphira branchialis</i> em vista dorsal (a) e ventral (b) encontrado parasitando as brânquias de <i>Pygocentrus nattereri</i> | 22 |

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações gerais

A região Amazônica compreende uma imensa área de 7,9 milhões de km² em que 300.000 km² são de áreas alagáveis associadas aos grandes rios da bacia. Estas áreas são submetidas a flutuações no nível das águas que influenciam as características limnológicas, biológicas e ecológicas dos corpos d'água (Junk *et al.*, 1989)

O pulso de inundação é responsável pela formação de uma área de transição aquática-terrestre, que muda sazonalmente pela ação do somatório das águas das chuvas de toda a área drenada e do degelo anual durante o verão andino. Ao longo do ano ocorrem profundas mudanças, caracterizando um ambiente bastante dinâmico, e os seres vivos aí residentes estão adaptados a estas flutuações (Junk *et al.*, 1989).

A bacia Amazônica abriga a maior e mais diversa ictiofauna, com estimativas que variam de 1500 a 6000 espécies (Goulding, 1980; Reis *et al.*, 2003). Os peixes são os vertebrados mais parasitados por serem os mais antigos na terra. São o substrato vivo com o maior tempo de exposição e de adaptação para os organismos simbiotes, além de viverem em ambientes aquáticos que facilitam transmissão e a dispersão dos parasitas (Malta, 1984).

Esses parasitas podem reduzir o crescimento do hospedeiro e a sua sobrevivência direta ou indiretamente (Rawson, 1977; Kabata, 1981). Efeitos diretos, como fraqueza do hospedeiro, podem causar conseqüências indiretas, tais como aumento da vulnerabilidade a predadores e diminuição da resistência à pressão do

ambiente (Lewis & Hettler, 1968), e ainda facilitar o aparecimento de infecções secundárias, por fungos e bactérias (Thatcher, 2006).

Os parasitas são divididos em endoparasitas ou ectoparasitas, dependendo se vivem na superfície ou dentro dos seus hospedeiros. Todos os parasitas possuem adaptações que lhes permitem otimizar a vida parasitária (Thatcher, 2006). Essas adaptações podem ser pouco ou muito intensas podendo ou não apresentar especificidade parasitária (Pavanelli *et al.*, 2002).

A composição da comunidade parasitária depende de vários fatores relacionados: ao ambiente (baixa qualidade da água, alterações do pH, concentração de amônia, disponibilidade de oxigênio dissolvido, variações na temperatura, nível da água e efeitos da sazonalidade); ao hospedeiro (habitat, comportamento alimentar, fisiologia, idade e sexo) e ao parasita (disponibilidade de larvas infectantes, de hospedeiros individuais, da resposta imune do hospedeiro ao estabelecimento da larva e da mortalidade natural dos parasitas) (Takemoto *et al.*, 2004).

O ciclo de vida dos parasitas pode ser muito variável. Os mais simples utilizam apenas um hospedeiro, ciclo direto ou monoxeno; enquanto outros necessitam de um ou mais hospedeiros intermediários, ciclo indireto ou heteroxeno (Pavanelli *et al.*, 2002).

Vários grupos de animais (Protozoa, Coelenterata, Monogenea, Digenea, Cestoda, Nematoda, Acanthocephala, Hirudinea e Crustacea) utilizam o peixe como um substrato, e quando se encontram em altos níveis de densidade acabam por ocasionar patologias ao seu hospedeiro (Eiras, 1994).

1. 2. Infestações parasitárias e o pulso de inundação

As áreas alagáveis apresentam alterações na dinâmica populacional da fauna autóctone, principalmente nas faunas malacológicas e íctiológicas, tendo reflexos diretos na estrutura e composição das espécies de parasitas e conseqüentemente em seu ciclo de vida (Pavanelli *et al.*, 1997).

As oscilações no fluxo hidrológico como as que ocorrem em áreas alagáveis podem influenciar indiretamente a ocorrência e tamanho das infrapopulações de parasitas (Dogiel, 1970).

Mudanças sazonais no ambiente podem causar modificações na relação parasita-hospedeiro. A presença ou abundância de parasitas é diretamente influenciada tanto pelo ambiente dentro do hospedeiro como pela condição do ecossistema (Kadlec *et al.*, 2003).

O efeito das mudanças ambientais e sua relação com a dinâmica de infestações parasitárias envolvem vários fatores. Os principais são: alterações na suscetibilidade dos hospedeiros a infecções; a presença ou ausência de hospedeiros intermediários no ambiente; mudanças no hábito alimentar (Dogiel, 1970).

As mudanças ambientais ocasionadas pelo pulso de inundação podem influenciar indiretamente na dinâmica das infrapopulações dos parasitas intestinais. A avaliação de estudos realizados com salmonídeos entre 1950 e 1998 evidenciou que muitas espécies de helmintos parasitas apresentam mudanças sazonais na abundância correlacionadas com a temperatura do ambiente (Thomas, 2002).

Variações sazonais na infestação por helmintos podem ter relação com flutuações na comunidade zooplanctônica. Um declínio na infestação por *Lecithaster gibbosus* (Rudolphi, 1802) em *Odontatus merlangus* (Linnaeus, 1758) pode ser

explicado pela inexistência de copépodos planctônicos em determinados períodos do ano (Shotter, 1973).

Para parasitas transmitidos por presas, que servem como hospedeiros intermediários, a variabilidade no comportamento alimentar entre indivíduos predadores em populações hospedeiras, pode ter uma forte influência na distribuição desses parasitas (Knudsen *et al.*, 2004).

As mudanças ambientais causadas pelo pulso de inundação afetam a ecologia das espécies residentes nas várzeas, principalmente no que se refere ao regime alimentar. A dieta alimentar tem forte relação com incidência de endoparasitas (Guideli *et al.*, 2002, Dogiel, 1970).

A transmissão de parasitas para os peixes está envolvida com a ecologia e com a cadeia alimentar. O hospedeiro pode ser infectado pelo alimento e pela água. A infecção começa com a ingestão da forma encistada presente na forragem ou no corpo de um hospedeiro intermediário (Olsen, 1974).

1.3. Os parasitas como bioindicadores da qualidade ambiental.

O parasitismo pode ser empregado como monitor altamente sensível na detecção de alterações na biodiversidade, em alterações que caracterizam os habitats afetados antropogenicamente (D'Amelio & Gerasi, 1997), podendo ser indicador de contaminações ambientais e da saúde ambiental (Overstreet, 1997).

O estudo da influência dos diversos fatores ambientais sobre as associações simbióticas como as parasitárias, possibilitam um horizonte amplo para identificar e caracterizar as mudanças nessas associações, a partir de mudanças no ambiente (Espino *et al.*, 2000).

O ambiente em que se desenvolvem os ciclos biológicos dos parasitas, está sujeito à influência de diversos fatores que podem interferir na seqüência ontogenética dos parasitas, assim como seus parâmetros populacionais, elementos de grande importância, já que em alguns casos as associações dos parasitas com seus hospedeiros podem configurar indicadores biológicos, relacionados com a presença, ausência ou intensidade de fatores bióticos e abióticos do ambiente (Espino *et al.*, 2000).

O parasitismo pode ser usado para avaliar a diversidade biológica de uma área por meio de correlações entre a riqueza de um táxon e a riqueza de outros taxa, diminuindo assim o tempo e o custo necessário para a avaliação (Hechinger *et al.*, 2007).

As infestações parasitárias e sua relação com mudanças no ambiente devido à presença de materiais poluentes têm sido freqüentemente abordadas como alternativa para monitoramento ambiental, pelo efeito direto nas populações de parasitas ou pela avaliação dos hospedeiros paratênicos, intermediários e finais (Sures, 2004).

Galli *et al.*, (2001) sugerem que a diminuição nos parâmetros de diversidade e riqueza de espécies e no grau de interação entre os parasitas de *Leuciscus cephalus* (Linnaeus, 1758) teve como causa o nível de contaminação da água.

A análise de populações e da estrutura de comunidades de parasitas pode ser vantajosa se comparadas com os estudos usando organismos de vida livre por causa da sobreposição dos efeitos dos parâmetros ambientais em diferentes níveis tróficos (Sures, 2004).

1.4. A Piranha caju, *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1958)

A piranha caju *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1858) pertence à família Characidae e a subfamília Serrasalminae (Fink, 1993). É uma espécie típica de ambientes lênticos (Santos *et al.*, 2006). Sua distribuição geográfica ainda é mal conhecida e há necessidade de uma melhor definição dos limites de sua ocorrência, porém é uma espécie bastante comum na Amazônia Central e no Pantanal Mato-Grossense (Fink, 1993).

Pygocentrus nattereri é uma das espécies mais abundantes na várzea do rio Solimões/Amazonas. Apresenta características biológicas e demográficas que indicam táticas eficientes à vida em lagos de várzea (Merona & Bittencourt, 1988; Saint-Paul & Zuanon, 2000).

Popularmente é conhecida como piranha vermelha ou piranha caju, possui coloração variada, o que dificulta sua caracterização. A espécie é cinza no dorso e laranja-avermelhada no ventre. Seus flancos têm cor marrom-creme com numerosas pintas de melanina estendendo-se para a parte dorsal da cabeça, do rosto, das nadadeiras anteriores e inferiores e para a nadadeira caudal (Magurran & Queiroz, 2003).

A nadadeira anal possui uma fina linha de pintas de melanina ao longo da base e rajadas em todo o seu comprimento. As nadadeiras pélvicas e peitorais são vermelhas ou alaranjadas, as nadadeiras dorsal e adiposa são negras. No ambiente natural, se reproduzem nas planícies de inundação (Magurran & Queiroz, 2003).

Pygocentrus nattereri se alimenta de peixes, dos quais são arrancados pedaços. Possui desova parcelada, a reprodução ocorre no início da enchente. O tamanho da primeira maturação sexual é em torno de 13cm nos machos e 15cm nas fêmeas.

Possui ovos aderentes, que são depositados sobre plantas submersas e apresenta cuidados com a prole feitos por um ou ambos os pais. Ocorre apenas em rios de água branca (Santos *et al.*, 2006).



Figura 1- A piranha caju *Pygocentrus nattereri*

A fauna parasitária de *P. nattereri* é bastante diversa, possuindo espécies de Monogenea, Copepoda, Branchiura, Nematoda e Isopoda (Thatcher, 2006).

As espécies de parasitas já descritas para *Pygocentrus nattereri* são:

Classe Monogenoidea

Amphithecium brachycirrum Boeger & Kritsky, 1988; *Amphithecium calycinum* Boeger & Kritsky, 1988; *Amphithecium camelum* Boeger & Kritsky, 1988; *Amphithecium catalaoensis* Boeger & Kritsky, 1988; *Amphithecium falcatum* Boeger & Kritsky, 1988; *Amphithecium junki* Boeger & Kritsky, 1988; *Amphithecium microphalum* Kritsky, Boeger & Jégu, 1997; *Anacanthorus anacanthorus* Mizelle & Price, 1965; *Anacanthorus brazilensis* Mizelle & Price, 1965; *Anacanthorus maltae* Boeger & Kritsky, 1988;

Anacanthorus neotropicalis Mizelle & Price, 1965; *Anacanthorus reginae* Boeger & Kritsky, 1988; *Anacanthorus rondonensis* Boeger & Kritsky, 1988; *Anacanthorus stachophallus* Kritsky, Boeger & Van Every, 1992; *Anacanthorus thatcheri* Boeger & Kritsky, 1988; *Calpidothecioides orthus* (Mizelle & Price, 1965) Kritsky, Boeger & Jégu, 1997; *Calpidothecium crescentis* (Mizelle & Price, 1965) Kritsky, Boeger & Jégu, 1997; *Calpidothecium serrasalmus* (Mizelle & Price, 1965) Kritsky, Boeger & Jégu, 1997; *Enallothecium aegidatum* Boeger & Kritsky, 1988; Kritsky, Boeger & Jégu, 1998; *Mymarothecium galeolum* Kritsky, Boeger & Jégu, 1996; *Nothothecium mizellei* Boeger & Kritsky, 1988; *Nothothecium aegidatum*, Boeger & Kritsky, 1988; *Notozothecium minor* Boeger & Kritsky, 1988; *Notozothecium penetrarum* Boeger & Kritsky, 1988; *Pithanothecium amazonensis* (Mizelle & Price, 1965) Kritsky, Boeger & Jégu, 1997; *Pithanothecium piranhus* (Kritsky, Mizelle & Price, 1965) Kritsky, Boeger & Jégu, 1997; *Rhinoxenus piranhus* Kritsky, Boeger & Thatcher, 1988.

Filo Nematoda

Procamallanus (S.) *inopinatus* (Pereira, 1985); *Eustrongylides* sp. Eiras e Rego, 1988.

Classe Copepoda

Rhinergasilus piranhus Boeger & Thatcher, 1988; *Miracetyma piraya* Malta, 1994.

Classe Branchiura

Argulus multicolor Stekhoven, 1937; *Argulus chicomendes* Malta & Varella 2000; *Dolops bidentata* (Bouvier, 1889); *Dolops carvalhoi* Lemos de Castro, 1949; *Dolops longicauda* (Heller, 1857);

Classe Malacostraca

Ordem Isopoda

Amphira branchialis Thatcher, 1993.

1.5. JUSTIFICATIVA

O estudo da ecologia de parasitas de peixes oferece informações importantes não só a respeito de seus hospedeiros, mas também do ambiente de maneira geral. Isso pode ser evidenciado, já que as alterações ambientais, principalmente as que decorrem de oscilações da dinâmica hidrológica, servem para justificar a presença ou a ausência de determinadas espécies de parasitas, além de explicar as respectivas prevalências e intensidades médias de parasitismo (Pavanelli *et al.*, 2002).

O potencial biótico de uma população representa sua capacidade de crescimento, quando o ambiente se mostra favorável. O parasitismo reduz o potencial biótico das populações dos hospedeiros, portanto é importante verificar a maneira como os parasitas afetam as condições dos peixes no ambiente natural (Ricklefs, 1996).

O Piatam, projeto em que este trabalho está inserido, é um programa de pesquisa socioambiental criado para monitorar as atividades de produção e transporte de petróleo e gás natural oriundos de Urucu, a maior província petrolífera terrestre brasileira. Um de seus objetivos é construir um sistema de informações geo-referenciadas aplicado ao planejamento, controle e prevenção de danos socioambientais causados pelas atividades da indústria de petróleo e gás na Amazônia, de forma a evitá-los e a reduzir seus potenciais impactos nos ecossistemas da região e nas populações ribeirinhas. Os estudos parasitológicos são de fundamental importância para caracterizar o ambiente antes que qualquer impacto que possa ocorrer da atuação

da indústria do petróleo na região, bem como para utilizá-los como mecanismos de detecção de alterações ambientais.

Pygocentrus nattereri é um peixe piscívoro que possui uma grande quantidade de parasitas, e é um dos principais predadores dos lagos de várzea. Esses lagos são os ambientes aquáticos amazônicos mais ricos em fauna e flora. Nesse “sistema”, *P. nattereri* e sua fauna simbiote, podem funcionar como um bioindicador das condições naturais desse lago de várzea amazônico.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral: Conhecer a diversidade de parasitas de *Pygocentrus nattereri* durante o ciclo hidrológico de um lago de várzea na área de construção do gasoduto Coari-Manaus, e verificar seu potencial como indicadora da qualidade do ambiente.

2.2. Objetivos específicos:

- I. Identificar as infrapopulações de parasitas nos hospedeiros, determinar seus índices parasitários e compará-los nos períodos de enchente, cheia, vazante e seca.
- II. Verificar se há correlação entre as taxas de infestação das infrapopulações e os índices hepatossomático e de fator de condição,
- III. Registrar as condições da fauna de *Pygocentrus nattereri* como indicadora da qualidade ambiental antes de impacto antrópico na área.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

As amostragens foram realizadas no lago Piranha, um lago de várzea localizado à margem esquerda do rio Solimões no trecho Manaus/Coari referente à área de estudo do Projeto PIATAM da PETROBRÁS.

3.2. Coletas

Os peixes foram amostrados em quatro coletas, nos meses de abril, junho, setembro e novembro de 2007, sendo estes correspondentes aos períodos de enchente, cheia, vazante e seca. As coletas foram realizadas com o auxílio de baterias de redes de espera de tamanhos de malhas variando de 20 a 90mm entre nós adjacentes. As redes foram dispostas aleatoriamente no lago, não obedecendo a um padrão quanto ao local amostrado (margens, água aberta, pauzadas, vegetação flutuante).

3.3. Necropsia dos peixes

Após a captura os peixes foram colocados em gelo e em prazo menor que 24 horas foram transportados para o Laboratório de Parasitologia e Patologia de Peixes (LPP- INPA).

No laboratório os peixes foram pesados e medidos, a superfície externa do corpo foi examinada cuidadosamente para verificar a presença de ectoparasitas. Os primeiros órgãos a serem retirados foram os arcos branquiais, estes foram colocados em um frasco de vidro etiquetado contendo formalina a 250 ppm durante 2 horas e depois completados com formol a 5%. Após esse procedimento foi realizado um corte logo à

frente do ânus, estendendo-se por toda a região ventral para exposição dos órgãos externos. Intestino, estômago, bexiga natatória, rim, olhos, encéfalo e coração foram retirados, colocados em frascos de vidro contendo formol a 5%.

Cada órgão coletado foi colocado em uma placa de "Petri", recoberta com água destilada e esta foi levada ao estereomicroscópio para os trabalhos de triagem e remoção dos parasitas. No caso das brânquias, esse trabalho foi efetuado com finos estiletos, examinando cada um dos filamentos branquiais.

Os parasitas encontrados foram fixados segundo a metodologia descrita por Amato *et al.* (1991). Cada parasita encontrado foi cuidadosamente retirado da área de fixação, colocado em frasco de vidro com líquido conservador específico para cada grupo, e rotulado com o número e nome do hospedeiro. Todos os dados do peixe, além do número de parasitas encontrados, foram registrados em fichas individuais.

Os tratamentos posteriores para identificação dos parasitas (fixação, clarificação, coloração e montagem em lâminas) das amostras foram realizados de acordo com a metodologia específica (Malta, 1982a; 1983; 1992; Malta & Varella, 1983; 2000; Amato *et al.*, 1991).

Exemplares de todas as espécies de invertebrados identificados neste trabalho serão depositados na Coleção de Invertebrados do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, em Manaus.

3.4. Preparação de lâminas

Para identificação dos parasitas foram utilizados os seguintes métodos de preparação de lâminas:

Para identificação de monogenóides foi utilizado o método de Gray & Wess que consiste na preparação de uma solução contendo 2g de álcool polivinílico, 5ml de glicerina, 7ml de acetona a 70%, 5ml de ácido láctico e 10ml de água destilada.

Foi preparada uma pasta com o álcool polivinílico e a acetona. Metade da água foi misturada com a glicerina e o ácido láctico, fazendo uma pasta. O restante de água foi adicionado gota a gota, mexendo sempre. A solução foi colocada em banho-maria por aproximadamente 10 minutos até ficar transparente. Finalmente cada indivíduo foi retirado da solução aquosa de formol 4-5% em que se encontrava e colocado em placas de Petri contendo água destilada por 1 a 5 minutos, sendo depois transferidos para uma pequena gota de Gray & Wess sobre uma lâmina, e cobertos com uma lamínula.

Para o estudo de pequenos crustáceos foram feitas lâminas permanentes com montagem total dos parasitas de acordo com o método Eosina/Orange G. Neste método foi utilizada uma solução corante composta de álcool 95% com partes iguais de Orange G e Eosina. O espécime permaneceu nessa solução por cerca de três minutos. A seguir o espécime foi transferido para o fenol (cristais de fenol liquefeito em álcool 95%) por alguns minutos para desidratar, diafanizar, clarificar e descolorir o excesso do corante. Após esse processo, os exemplares foram transferidos para o salicilato de metila para interromper o processo de descoloração, por no mínimo 3 minutos.

Os espécimes foram montados em bálsamo do Canadá, entre lâmina e lamínula e colocados em estufa a 56° C para secagem.

A coloração de nematóides foi realizada por Hematoxilina Delafield, através do processo regressivo, segundo Amato *et al.* (1991). Este método consiste na transferência do espécime para uma solução aquosa, e em seguida para a solução de hematoxilina, permanecendo por tempo variável de acordo com o tamanho do animal.

Após a coloração o espécime passou por uma seqüência de séries alcoólicas (70%, 80%, 90% e 100%), para completa desidratação. A seguir o parasita foi transferido para o creosoto de faia para clarificar. A lâmina foi montada com bálsamo do Canadá e depois transferida para estufa a uma temperatura média de 56° C para secagem.

3.5. Índices parasitários

Os índices que estimaram o tamanho das populações de parasitas foram feitos segundo Bush *et al.* (1997) e Serra-Freire (2002).

- 1 - Prevalência (expressa em porcentagem) - número de peixes parasitados, dividido pelo número de peixes examinados multiplicado por 100;
- 2 - Intensidade (expressa como uma variação numérica) – números mínimo e máximo de parasitas de uma espécie de cada peixe parasitado;
- 3 - Intensidade média - número total de cada espécie de parasitas na amostra de uma espécie de peixe, dividido pelo número de peixes parasitados na amostra (média de espécie de parasita por peixe parasitado);
- 4 - Abundância - número total de parasitas na amostra de uma espécie de peixe, dividido pelo número total de peixes (parasitados e não parasitados) na amostra.

3.6. Índice hepatossomático

Os fígados dos hospedeiros foram pesados e o índice hepatossomático foi determinado segundo Vazzoler 1996, a relação $IHS = P_f/P_t$, onde:

IHS= índice hepatossomático

P_f = peso do fígado, P_t = peso total do hospedeiro

3.7. Fator de condição dos hospedeiros

Com os valores de comprimento total (Lt) e o peso total (Wt) de cada peixe, foi ajustada a curva da relação $Wt = a.Ltb$, e foram estimados os valores dos coeficientes “a” e “b”. Os valores numéricos de “a” e “b” foram empregados nas estimativas dos valores teoricamente esperados de peso do corpo (We) pela utilização da fórmula: $We = a.Ltb$. Finalmente, foi calculado o fator de condição (Kn), que corresponde ao quociente entre o peso observado e o peso teoricamente esperado para um dado comprimento ($K = Wt/We$) Vazzoler (1996).

3.8. Análises estatísticas e avaliação do potencial da parasitofauna como bioindicadora.

As análises estatísticas foram realizadas segundo Zar, (1999) e Serra-Freire (2002), sendo as seguintes: O teste de análise de variância para dados não paramétricos Kruskal Wallis foi utilizado para comparar as prevalências totais e as intensidades médias de infecção entre os períodos do ciclo hidrológico.

A existência de correlação entre o índice hepatossomático dos peixes e a prevalência e intensidade média de infecção de cada espécie de parasita foi testada por meio do coeficiente de correlação de Pearson “r”.

Para verificar as correlações de abundância das espécies de parasitas com o fator de condição relativo dos hospedeiros, também foi calculado o coeficiente de correlação linear de Pearson.

O potencial da parasitofauna de *P. nattereri* foi avaliado conforme os itens propostos por Overstreet, 1997 e Sures, 2004.

4. RESULTADOS

Foram examinados 80 exemplares de *Pygocentrus nattereri*, 20 exemplares por cada período do regime hidrológico. As coletas foram realizadas respectivamente nos meses de abril, junho, setembro e novembro de 2007. Estes meses correspondem respectivamente aos períodos de enchente, cheia, vazante e seca do lago Piranha.

O peso dos indivíduos foi em média 72,09g e o comprimento padrão 11,17cm. Na tabela 1 encontram-se os índices parasitários de todos os peixes analisados.

Tabela 1 - Índices dos parasitas de *Pygocentrus nattereri* coletados no lago Piranha.

| Parasita | Local de fixação | Prevalência | Intensidade | Intensidade média |
|--------------------------------------|------------------|-------------|-------------|-------------------|
| <i>Procamallanus (S.) inopinatus</i> | Intestino | 60% | 1-46 | 3,81± 5 |
| Dactylogirídeos | Arcos branquiais | 100% | 10-1111 | 210,78 ± 5 |
| <i>Miracetyma sp.</i> | Arcos branquiais | 25% | 1-16 | 3,3 ± 5 |
| <i>Amphira branquialis</i> | Arcos branquiais | 1% | 1 | - |

Nematóides adultos da espécie *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928 foram encontrados parasitando o intestino de 60% dos peixes analisados, com intensidade média de 3,81 indivíduos por hospedeiro.

A prevalência e a intensidade média de *P. (S.) inopinatus* apresentaram diferença significativa entre os períodos de coleta ($P < 0,05$) e a intensidade média e a prevalência aumentaram ao longo do ciclo hidrológico (Figuras 2). Os períodos de

enchente e cheia foram os que apresentaram maior diferença em relação aos outros períodos de coleta (Figura 3).

Não houve correlação entre a intensidade de *P. (S.) inopinatus* encontrados e o índice hepatossomático (r) de 0,3177 e $p= 0,2304$. O fator de condição também não apresentou correlação com a incidência de nematóides (r) de 0,0770 e $p= 0,500$.

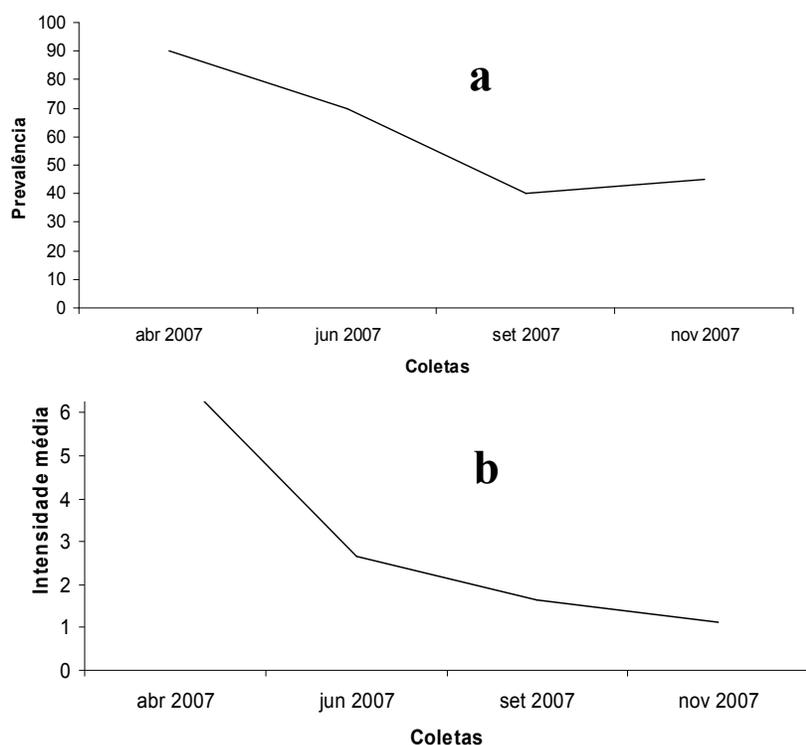


Figura 2 - Variação da prevalência (a) e da intensidade média (b) de *Procamallanus (Spirocamallanus) inopygocentrus nattereri* nos períodos do ciclo hidrológico do lago Piranha, Manacapuru - Am.

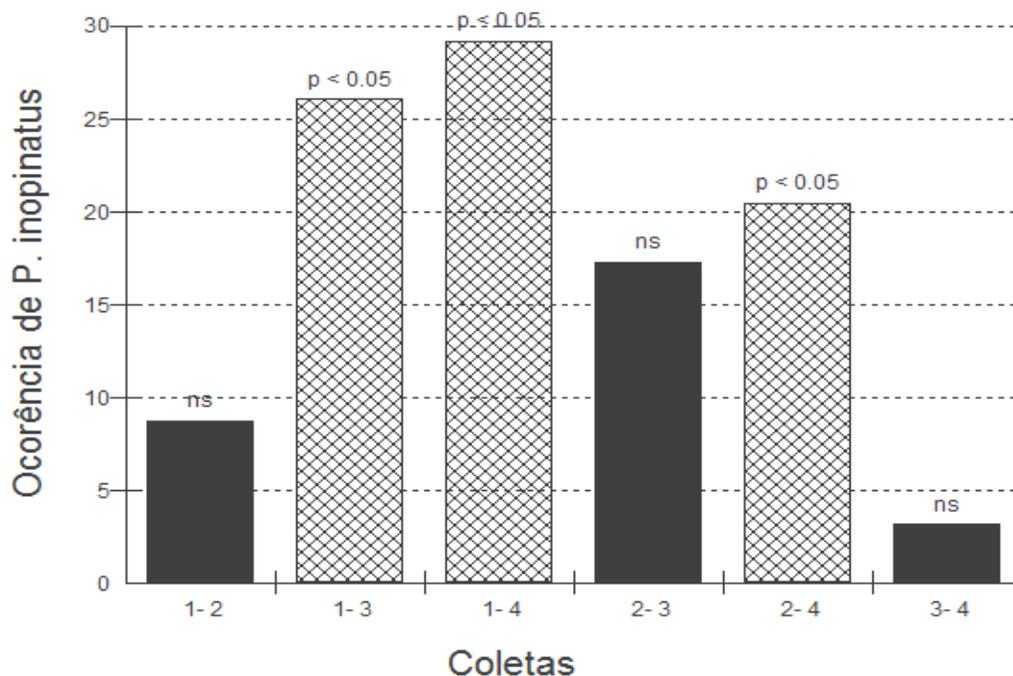


Figura 3 - Diferença entre as médias dos postos do teste Kruskal-Wallis, para comparação da incidência de *P. (S.) inopinatus* entre as coletas. 1, 2, 3 e 4 referem-se respectivamente aos meses de abril, junho, setembro e novembro.

Os monogenóides da família Dactylogyridae foram os parasitas mais prevalentes nas amostras, todos foram encontrados parasitando as brânquias dos hospedeiros com prevalência de 100% e intensidade média de 210,78 indivíduos por peixe. Foram identificados entre estes parasitas as espécies *Amphitecium microphalum*, *Amphitecium brachycirrum*, *Amphitecium calycinum*, *Amphithecium catalaoensis*, *Amphithecium junki*, *Pithanothecium amazonensis*. A intensidade média de Dactylogyridae aumentou ao longo do ciclo hidrológico (Figura 4) e apresentou diferença altamente significativa entre os períodos de coleta ($p < 0,05$), sendo a coleta referente à seca (mês de novembro) a que apresentou maior prevalência em relação aos outros períodos (Figura 5).

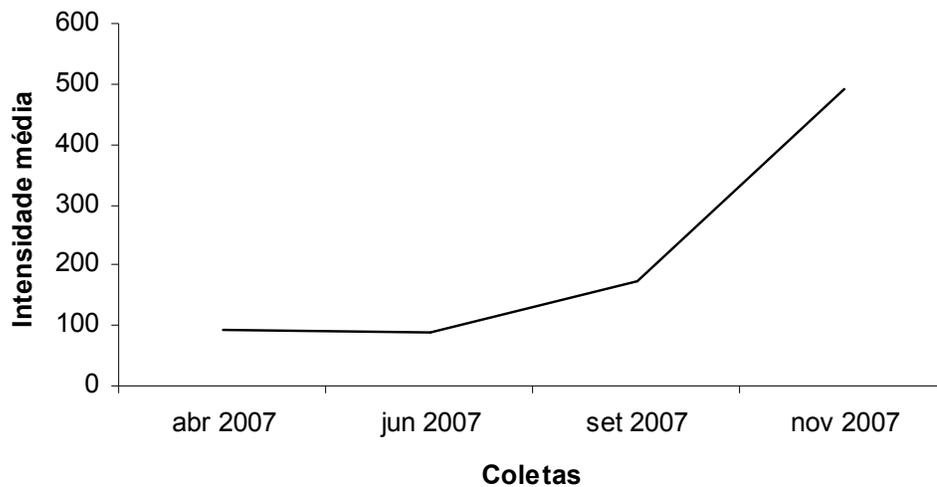


Figura 4 - Variação da intensidade média de infecção por Dactylogyridae em *Pygocentrus nattereri* nos períodos do ciclo hidrológico.

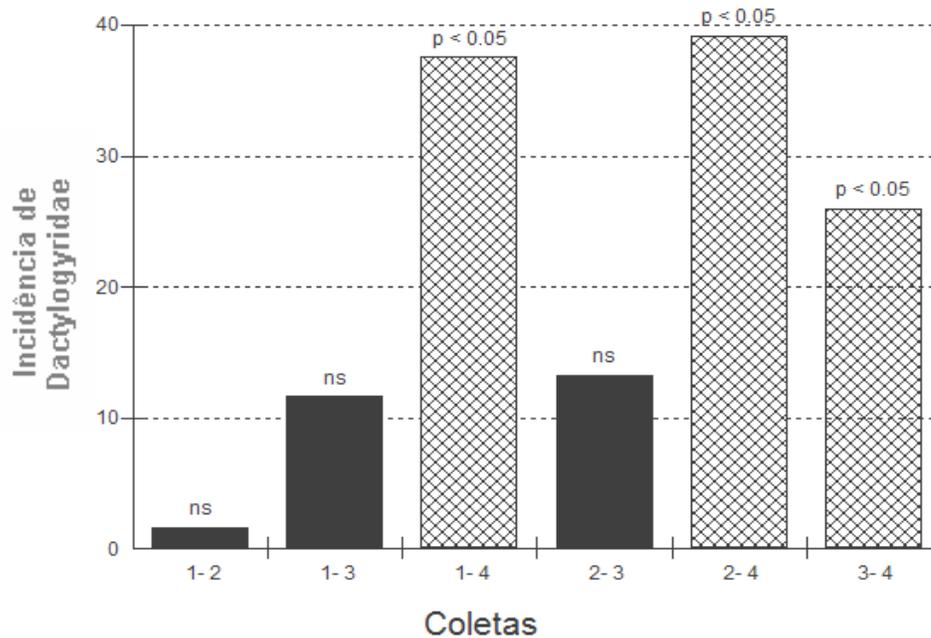


Figura 5 - Diferença entre as médias dos postos do teste Kruskal-Wallis, para comparação da incidência de Dactylogyridae entre as coletas.

Não houve correlação entre a incidência de Dactylogyridae e o índice hepatossomático (r) de 0,7444 e $p= 0,2304$. Já entre fator de condição e a incidência de Dactylogyridae houve correlação positiva (r) de 0,2293 e $p =0,0420$ (Figura 6).

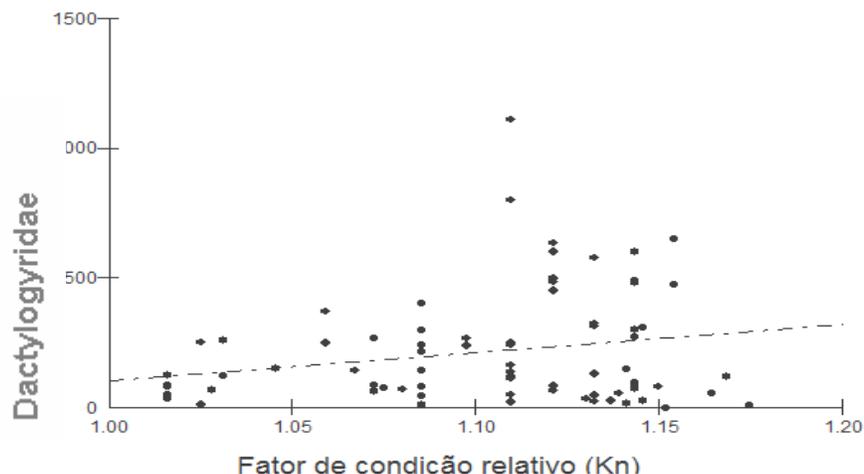


Figura 6 - Gráfico do teste de correlação linear de Pearson entre o fator de condição e a incidência de Dactylogyridae em *Pygocentrus nattereri*.

Copépodos da espécie *Miracetyma* sp. foram coletados nos arcos branquiais com prevalência de 25% e intensidade média de 3,3 indivíduos por hospedeiro.

Embora a prevalência tenha aumentado durante o ciclo hidrológico a intensidade média diminuiu (figura 7), mas a incidência de *Miracetyma* sp. não apresentou diferença significativa entre os períodos de coleta ($P=0,1384$).

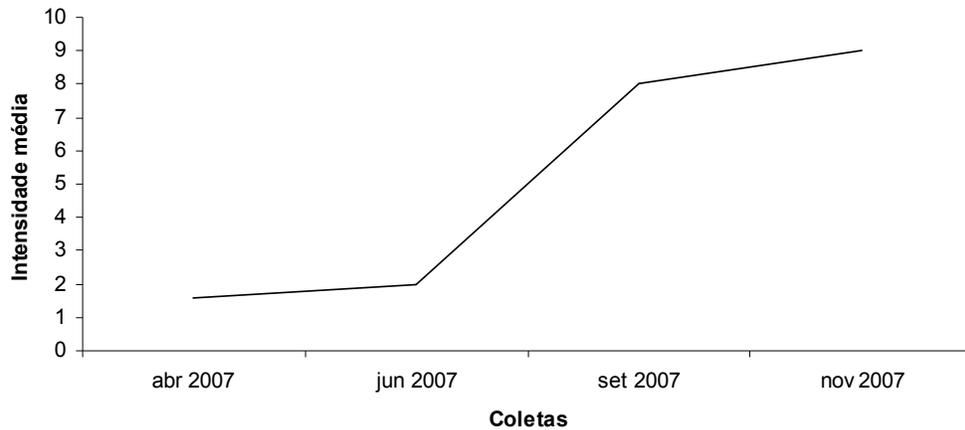


Figura 7 - Variação da intensidade média de *Miracetyma* sp. em *Pygocentrus nattereri* nos períodos do regime hidrológico.

Exemplares de Isopoda da espécie *Amphira branchialis* Thatcher, 1993 (Figura 8) foram coletados nos arcos branquiais em apenas duas fases do regime hidrológico (vazante e seca), estes exemplares foram encontrados parasitando as brânquias dos peixes apenas em 1 hospedeiro da coleta realizada na vazante e 2 hospedeiros da coleta realizada na seca. Para estes parasitas não foi possível calcular seus índices, pelo fato de terem ocorrido em apenas 3 hospedeiros analisados.



Figura 8 - *Amphira branchialis* em vista ventral (a) e dorsal (b) encontrado parasitando as brânquias de *Pygocentrus nattereri*.

5. DISCUSSÃO

Os resultados da comparação entre as médias de incidência parasitária nos diferentes períodos do ciclo hidrológico tiveram diferenças significativas. Estes resultados mostram que é necessário estudar detalhadamente a condição das infestações parasitárias nesta espécie para utilizá-la como indicadora na área geográfica considerada, pois as variações nas infestações podem ocorrer devido às próprias mudanças naturais do ambiente ou podem também aumentar ou diminuir como resultado de efeitos tóxicos diretos, nos parasitas ou seus hospedeiros, e ainda efeitos ambientais indiretos em populações de hospedeiros intermediários (Poulin, 1992; Overstreet, 1997).

A maior ocorrência de monogenóideos da família Dactylogyridae na época seca pode ser explicada devido a um aumento na susceptibilidade dos hospedeiros, visto que os peixes encontram-se em período reprodutivo, com reduzida quantidade de gordura cavitária, apresentando até mudança na coloração. Os lagos amazônicos habitados por *P. nattereri* passam por mudanças no nível da água que afetam a qualidade da água, densidade de hospedeiros no lago, temperatura, etc., (Junk *et al.*, 1989), como é o caso do lago Piranha.

Segundo Mackenzie *et al.* (1995) o aumento das infrapopulações de espécies parasitas com ciclo de vida direto, usualmente protozoários e monogenóideos, podem aumentar devido a um efeito geralmente atribuído ao comprometimento das respostas imunes do hospedeiro. A ocorrência sazonal de monogenóideos dactylogyrídeos em peixes foi revista por Chubb (1977). Este autor verificou que a distribuição sazonal é geralmente bem marcada e relacionada com a temperatura e outros fatores abióticos e bióticos, como comportamento alimentar. Outras espécies podem apresentar valores

elevados de ocorrência, o que pode estar associado a características especiais de ciclo de vida que permitam processos de infecção reincidentes e contínuos. (Oliva & Luque, 1989).

Carvalho *et al.* (2004) estudando a ocorrência de ectoparasitas, Branchiura e Isopoda em *P. nattereri*, durante diferentes períodos do ciclo hidrológico em lagos do pantanal Mato-Grossense, encontraram maior ocorrência desses ectoparasitas no período seco. Isto aconteceu porque no Pantanal, durante a estação seca, ocorre severa redução no nível da água, incrementando a densidade de peixes no local e ocasionando redução nos recursos alimentares, deterioração da qualidade da água dos lagos, com baixo teor de oxigênio dissolvido e altas temperaturas, assim, estes fatores contribuíram para aumento da susceptibilidade dos hospedeiros aos ectoparasitas. Neste trabalho o aumento nas infestações por Dactylogyridae foi marcante no período seco, além disso os dactylogirídeos foram dominantes nas amostras, o que deve-se ao fato destes possuírem ciclo de vida direto, facilitando as infestações, e ainda possivelmente pelo fato de *P. nattereri* ter o comportamento de se locomover em cardumes, o que facilitaria sua transmissão.

Trabalhos com a parasitofauna de peixes amazônicos durante um ciclo hidrológico demonstraram que os crustáceos apresentam seus maiores índices na cheia e os menores na seca (Malta & Varella, 1983; Malta, 1982b). Contudo na ilha da Marchantaria foi observado que o copépodo *Ergasilus* sp.1 apresentou um padrão de ocorrência em ciclídeos ligado ao ciclo hidrológico, com maior prevalência na época seca, provavelmente porque esta ilha ficou isolada do rio durante o período da seca com a formação de um grande lago e este ambiente restrito proporcionou uma maior

proliferação de parasitas, devido ao aumento na densidade dos peixes (Albuquerque, 1996).

As condições de vida de um lago ficam precárias na época da seca, com a água turva impedindo a penetração de luz e automaticamente reduzindo a produção de oxigênio pelo fitoplâncton (Junk *et al.*, 1989). Segundo Alston & Lewis (1994), estas condições aumentam a probabilidade da transmissão de copépodos em um verão quente, pois os hospedeiros tornam-se susceptíveis, em alta densidade em um corpo d'água eutrófico e com pouca vegetação.

Neste trabalho a ocorrência de *Miracetyma* sp. foi bastante baixa, por este motivo apesar da maior intensidade de infestação por *Miracetyma* sp. no período seco, esta diferença não foi estatisticamente significativa. A espécie *Myracetyma piraya* Malta, 1994, é registrada para *Pygocentrus nattereri* (Thatcher, 2006), mas os exemplares coletados neste estudo possuem características que divergem das demais espécies descritas para este gênero, podendo tratar-se de uma nova espécie.

Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus Travassos, Artigas & Pereira, 1928. são nematóides que habitam o intestino e o estômago de peixes de água doce e salgada (Moravec, 1988). *P. (S.) inopinatus* pode ser considerado o nematóide mais comum do gênero no Brasil (Moreira, 1994). Possuem cápsula bucal bastante robusta que é utilizada como instrumento de fixação na parede do trato intestinal do hospedeiro, onde se alimentam de sangue. O ciclo de vida depende de microcrustáceos (em geral, copépodos) como hospedeiros intermediários, e a abundância destes hospedeiros é favorecida em ambientes lânticos, como lagos e represas (Moravec, 1998). Esta dependência de microcrustáceos é confirmada para *Camallanus* sp. em infecção experimental em *Notodiptomus* sp. em condições de laboratório (Martins *et al.*, 2007).

O aumento da prevalência de nematóides está associado principalmente à temperatura. Assim, nas regiões temperadas, a ocorrência de nematóides, em muitos casos, é maior no verão, pois as altas temperaturas favorecem o processo reprodutivo e o desenvolvimento de nematóides, bem como sua transmissão ao hospedeiro intermediário e final (Chubb, 1982).

Madi (2005) em seu estudo com *Geophagus brasiliensis* Quoy e Gaimard, 1824, dos reservatórios Jaguari e Juqueri, na região leste de São Paulo, verificou que a ocorrência de nematóides da espécie *Procamallanus peraccurattus* (Nematoda; Camallanidae) foi maior no período seco. Seus resultados corroboram com Furtado & Tan (1973 *apud* Chubb, 1982) que estudaram a infecção por várias espécies de *Procamallanus* em *Clarias* sp., desde a Malásia ao Egito, e concluíram que a variação na infecção está relacionada com a estação seca e também depende da dieta do hospedeiro.

Neste trabalho a maior quantidade de *P. (S.) inopinatus* ocorreu nas estações enchente e cheia indicando haver uma maior disponibilidade de hospedeiros intermediários nestes períodos do ciclo hidrológico, pois no ambiente estudado as variações de temperatura não são tão acentuadas como nas regiões temperadas ou regiões que apresentam mudanças mais marcantes como o sudeste do Brasil.

O fator de condição e o índice hepatossomático têm sido utilizados como indicadores do período reprodutivo, correlacionado a outros fatores como o índice gonadossomático (IGS) e o índice hepatossomático pode estar relacionado com a mobilização das reservas energéticas necessárias para o processo de vitelogênese, reprodução ou preparação para o inverno (Querol *et al.*, 2002).

Visualmente os peixes que apresentaram as maiores infestações foram os que estavam em período reprodutivo, o esperado seria haver relação entre estes índices e a ocorrência de parasitas, o que não foi o caso. Um dos motivos pode ser porque *P. nattereri* suporta, de alguma maneira, os prejuízos causados pelas infestações parasitárias.

Dias *et al.*, (2004) estudando a relação entre a carga parasitária de *Rondonia rondini* Travassos, 1920 (Nematoda, Atriictidae) e fator de condição do armado, *Pterodoras granulosus*, Valenciennes, 1833, encontraram os mesmos resultados, eles verificaram que a intensidade de parasitismo e a prevalência de *R. rondini* aumentaram com o incremento do comprimento do hospedeiro, possivelmente em função da maior ingestão de alimento pelos hospedeiros maiores e pelo processo de acúmulo progressivo dos parasitas. Porém, a intensidade de infecção não afetou o fator de condição do hospedeiro.

Resultados semelhantes foram encontrados por Campos (2006), em *Pseudoplatystoma fasciatum* (Spix & Agassiz, 1829) do rio Aquidauana,-Pantanal Mato-grossense, nesse trabalho não houve correlação significativa entre fator de condição e abundância parasitária e fator de condição com o comprimento total.

Outro motivo da inexistência de correlação entre a incidência dos parasitas encontrados e o índice hepatossomático e o fator de condição, pode ser o padrão de agregação dos indivíduos amostrados em ambiente natural, ou seja, poucos hospedeiros têm muitos parasitas e muitos hospedeiros tem poucos parasitas. Desta forma a maioria dos hospedeiros apresenta poucos parasitas interferindo no poder do teste.

A correlação positiva entre o fator de condição e a ocorrência de dactylogyrídeos existe, mas o valor de r de Pearson é baixo (0,2293) indicando que um fator está exercendo pouca influência sobre o outro, apesar do valor significativo de p.

Uso da parasitofauna de *Pygocentrus nattereri* como bioindicadora.

Pygocentrus nattereri responde a todos os critérios propostos por Overstreet (1997) e Sures (2004) para selecionar um peixe hospedeiro. Estes critérios são:

I - Peixe com restrita área de vida, ou seja, peixes que possuam uma área pequena ou bem definida na qual passem a maior parte do tempo, pois em peixes migradores ou sem localização definida dificilmente se apontará o local onde se adquiriu o parasitismo.

II - Peixe capaz de servir como hospedeiro para um número relativamente grande de espécies parasitas. Preferencialmente que albergam parasitas que, em seu ciclo de vida, possuam uma variedade grande de hospedeiros.

III - Peixe comum, abundante e de fácil amostragem. Peixes de fácil identificação e de ampla distribuição territorial facilitam a comparação entre diversas áreas.

IV - Peixe com tamanho relativamente pequeno. Peixes menores tornam o processo de coleta dos parasitas menos trabalhoso que efetuar buscas em peixe de tamanho grande, pois esses demandam muito tempo para exame e apresentam maiores dificuldades para a obtenção de dados histológicos.

Pygocentrus nattereri é um peixe que pode ser considerado com área de vida definida, pois é um peixe tipicamente lacustre, que realiza pequenos movimentos de deslocamento e possui estratégia de reprodução K, com cuidado parental, depositando seus ovos sobre plantas submersas (Santos *et al.*, 2006).

Devido a grande abundância de indivíduos nos lagos, todas as coletas deste estudo foram realizadas facilmente e os resultados mostraram que a parasitofauna de *P. nattereri* do lago Piranha é composta tanto por parasitas de ciclo monoxeno e ciclo heteroxeno, corroborando com os dados existentes sobre a parasitofauna de *P. nattereri* coletados na Amazônia (Thatcher, 2006).

Kennedy *et al.* (1997) e Overstreet (1997) consideraram que populações de parasitas podem responder positivamente a impactos antrópicos, enquanto outros podem responder negativamente, assim, eles se tornam ferramentas difíceis para prever os efeitos nas populações de parasitas.

Monogenóideos via de regra aumentam suas infestações em resposta a impactos antrópicos. Entretanto parasitas de ciclo de vida heteroxeno podem ter suas infestações reduzidas devido à diminuição das populações dos seus hospedeiros intermediários (Marcogliese & Cone, 1997).

No entanto para consideração da utilização da parasitofauna de um peixe como bioindicadora, a fauna parasitária de *P. nattereri* responde positivamente aos requisitos propostos por Overstreet (1997) tais como, possuir riqueza de parasitas heteroxênicos, de preferência com mais de um hospedeiro intermediário e/ou paratênico em seu ciclo.

Desta forma outros estudos com o mesmo enfoque devem ser realizados para que esta ferramenta se torne viável, visto que há dados importantes a serem considerados para viabilizar o uso da parasitofauna de um peixe como recurso de monitoramento ambiental. Os demais critérios descritos por Overstreet, 1997 são:

I – Possuir informações biológicas e epidemiológicas sobre os ciclos dos parasitas.

II - Possuir Informações epidemiológicas sobre os parasitas que se reproduzem no hospedeiro (internos e externos). A razão para a alta intensidade de infecção pode envolver uma diminuição da resistência ou imunidade do hospedeiro, aumento na fonte de nutrição para o parasito ou interação com outros agentes microbianos infectantes.

III. Alterações histopatológicas relativas à infecção por parasitas e do estresse de contaminação. Alterações como necroses ou outro tipo de alteração, provocadas por queda na resistência, servem como fonte nutricional para os parasitas se reproduzirem.

Em divergência com outros autores tais como Lafferty (1997) e Khan (2004) concordam que os ectoparasitas são os melhores indicadores, pois estão em contato direto com o ambiente e respondem mais rapidamente às alterações ocorridas.

Os monogenóideos encontrados apresentaram infestações baixas. Um reflexo das alterações que prejudicam a qualidade da água é o aumento na ocorrência de monogenóideos, portanto, apesar desses indivíduos possuírem ciclo direto, podem ser ótimas ferramentas de monitoramento ambiental se os registros de suas infestações forem acompanhados de análises da qualidade da água, desta forma é possível verificar a existência de níveis de contaminação que estejam prejudicando o ecossistema antes desses níveis atingirem graus intoleráveis (Marcogliese & Cone, 1997).

A grande maioria dos trabalhos realizados, utilizando parasitas de peixes como bioindicadores, utiliza espécies de parasitas que possuem ciclo de vida complexo, o filo Nematoda é um dos mais utilizados, e eles apresentam um grande potencial neste tipo de trabalho (Sures, 2004).

Os dados obtidos para *P. (S.) inopinatus* não permitem definí-lo como um indicador, mas o conhecimento de sua ocorrência é reflexo da biodiversidade do local,

e é necessária a avaliação das variações nas populações de seus hospedeiros intermediários, para que se possa identificar as variações naturais das que possam ocorrer por impacto ambiental.

Muitos fatores complicadores envolvendo os parasitas indicadores, como local de coleta, flutuações sazonais, variedade de efluente, são interrelacionados ou associados com os critérios estabelecidos para um bom modelo de peixe hospedeiro (Overstreet, 1997; Schlenk, 1999). Portanto é imprescindível o conhecimento de como o parasitismo atua em condições normais, pois sem estes dados torna-se inviável a utilização destes organismos para biomonitoramento.

6. CONCLUSÕES

- Existem variações significativas na composição da parasitofauna de *P. nattereri* ao longo do ciclo hidrológico no lago Piranha – Manacapuru, Brasil.
- O fator de condição e o índice hepatossomático de *P. nattereri* coletados no lago Piranha não estão correlacionados com a incidência de parasitas neste hospedeiro.
- A parasitofauna de *P. nattereri* apresentou bom potencial para uso como bioindicadora, pois é composta tanto por parasitas de ciclo monoxeno e heteroxeno.
- Os monogenóideos coletados apresentaram bom potencial para estudos realizados a longo prazo.
- A biodiversidade de parasitas de *P. nattereri* no lago Piranha é constituída pelos monogenóideos *Amphitecium microphalum*, *Amphitecium brachycirrum*, *Amphitecium calycinum*, *Amphitecium Catalaoensis*, pelo nematoda *Procamallanus inopinatus*, o copépodo da espécie *Miracetyma* sp. e o Isopoda *Amphira branchialis*.
- Há variações significativas entre os índices parasitários nos diferentes períodos do ciclo hidrológico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, C.S.O.A. 1996. Ergasilidae e Branchiura e parasitas das brânquias de ciclídeos da Amazônia Central, Brasil. Tese de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 61pp.
- Alston, S.; Lewis, J.W. 1994. The ergasilid parasites (Copepoda: Poecilostomatoida) of British freshwater fish. In: Pike, A.W.; Lewis, J. A.W. Parasitic Diseases of fish.
- Amato, J.F.R.; Boeger, W.A.; Amato, S.B. 1991. *Protocolos para laboratório: coleta e processamento de parasitos de pescado*. Rio de Janeiro. Imprensa Universitária, 77pp.
- Bush, A.O.; Lafferty, K.D.; Lotz, J.M.; Shostak, A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* 1982. Revisited. *Journal of Parasitology*, 83(4): 575-583.
- Campos, C. F. M. 2006. Fauna parasitária e alterações teciduais em duas espécies de peixes dos rios Aquidauana e Miranda, pantanal Sul Mato – Grossense. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista Júnior de Mesquita Filho/ Centro de Aqüicultura. 125 p.
- Carvalho, L.N.; Arruda, R.; Del-claro, K. 2004. Host-parasite interactions between the piranha *Pygocentrus nattereri* (Characiformes: Characidae) and isopods and branchiurans (Crustaceae) in the rio Araguaia basin, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 2(2): 93-98.
- Chubb, J.C. 1977. Seasonal occurrence of helminths in freshwater fishes. Part I. Monogenea. *Advanced Parasitology*. v. 15, p. 133-199.

- Chubb, J.C. 1982. Seasonal occurrence of helminths in freshwater fishes. Part IV. Adult Cestoda, Nematoda and Acanthocephala. *Advanced Parasitology*. v. 20, p. 1-292.
- D'Amelio, S; Gerasi, L. 1997. Evaluation of environmental deterioration by analyzing fish parasite biodiversity and community structure. *Parasitologia*, 39(3): 237–242.
- Dias. P.G.; Furuya. W. M.; Pavanelli. G.C.; Machado. M.H.; Takemoto. R.M. 2004. Carga parasitária de *Rondonia rondoni*. Travassos 1920 (Nematoda, Atractidae) e fator de condição do armado. *Pterodoras granulosus*, Valenciennes, 1833 (Pisces. Doradidae). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. Maringá, v. 26, no. 2, p. 151-156
- Dogiel, V.A. 1970. Ecology of the parasites of freshwater fishes. *In: Dogiel, V.A. Petrushevski, G.K., Polyanski, Y.I. (Ed.). Parasitology of fishes*. Olivier & Boyd, London, p. 1-47.
- Eiras, J.C. 1994. *Elementos de ictioparasitologia*. Fundação Engenheiro Antônio de Almeida, Porto, Portugal. 339 pp.
- Espino, G.L.; Pulido, S.H., Pérez, J.L.C. 2000. *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores)*. Plaza Y Valdes, México, México. 633pp.
- Fink, W.L. 1993. Revision of the piranha genus *Pygocentrus* (Teleostei, Characiformes). *Copeia*, (3): 665-687.
- Furtado, J.I.; Tan, K.L. 1973. Seasonal occurrence of helminths in freshwater fishes. Part IV. Adult Cestoda, Nematoda and Acanthocephala. *Advanced Parasitology*. v. 20, p. 1-292.
- Galli, P.; Crosa, G.; Mariniello, L.; Ortis, M.; D'Amelio, S. 2001. Water quality as a determinant of the composition of fish parasite communities. *Hydrobiologia*, 452: 173-179.

- Goulding, M. 1980. *The fishes and the forest, explorations in Amazonian natural history*. University of California Press, Berkeley, USA. 280pp.
- Guidelli, G.M.; Isaac, A.; Takemoto, R.M.; Pavanelli, G.C. 2002. Endoparasite infracommunities of *Hemisorubim platyrinchos* (Valencienne, 1840) (Pisces Pimelodidae) of the Baia River, upper Paraná River floodplain, Brazil: specific composition and ecological aspects. *Brazilian Journal of Biology*, 63(2): 261-268.
- Hechinger, R.F.; Lafferty, K.D.; Huspeni, T.C.; Brooks, A. J.; Kuris, A.M. 2007. Can parasites be indicators of free-living diversity? Relationships between species richness and the abundance of larval trematodes and of local benthos and fishes. *Oecologia*, 151: 82-92.
- Junk, W.J.; Bayley, P.B.; Sparks, R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Journal of Fishers and Aquatic*, 106: 110-127.
- Kabata Z. 1981. Copepoda (Crustacea) parasitic of fishes: problems and perspectives. *Advanced Parasitology*, 19: 2-71.
- Kadlec, D.; Simková, A; Gelnar, M; Jarkovsky, J. 2003. Parasite communities of freshwater fishes under flood conditions. *Parasitology Research*, 89: 272-283.
- Kennedy, C. R.; Di Cave, D.; Berrilli, F.; Orecchia, P. 1997. Composition and structure of helminth communities in eels *Anguilla anguilla* from Italia coastal lagoons. *Journal of Helminthology* 71, p. 35-40.
- Khan, R.A. 2004. Parasites of fish as biomarkers of environmental degradation: a field study. *Bull. Enviroment. Contam. Toxicology*. v. 72, p. 394-400.
- Knudsen, R; Curtis, M.A.; Kristoffersen, R. 2004. Aggregation of helminths: The role of feeding behavior of fish hosts. *Journal of Parasitology*, 90(1): 1-7.

- Lafferty, K.D. 1997. Environmental parasitology: what can parasites tell us about human impacts on the environment? *Parasitology Today*. v. 13, n. 7, p. 251-255.
- Lewis, R.M.;Hettler, W.F. 1968. Effects of temperature and salinity on the survival of young Atlântic menhaden, *Brevortia tyrannus*. *Transactions of the American Fishing Society*, 97: 344-349.
- Mackenzie, K.; Willians, H.H.; Willians, B.; McVicar, A.H. & Siddal, R. 1995. Parasites as indicators of water quality and the potential use of helminth transmission in marine pollution studies. *Advanced Parasitology* 35: 85-144.
- Madi. R.R. 2005. Utilização dos helmintos parasitos de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Galmard. 1824) (Cichlidae: Perciformes) como indicadores ambientais. Tese de Doutorado. Universidade estadual de Campinas, 110pp.
- Magurran, A. E.; Queiroz, H. L. 2003. Partner choice in piranha shoals. *Behaviour*, 140: 289–299.
- Malta, J.C.O. 1982a. Os argulídeos (Crustacea: Branchiura) da Amazônia brasileira. Aspectos da ecologia de *Dolops discoidalis* (Bouvier 1899) e *D. bidentata* (Bouvier, 1899). *Acta Amazonica*, 12(3): 521-528.
- Malta, J.C.O. 1982b. Os argulídeos (Crustácea: Branchiura) da Amazônia Brasileira, 2. Aspectos da ecologia de *Dolops geayi* (Bouvier, 1897) e *Argulus juparaensis* (Castro, 1950). *Acta Amazonica*. 12 (4): 701-705.
- Malta, J.C.O. 1983. Os argulídeos (Crustacea: Branchiura) da Amazônia brasileira, 4. Aspectos da Ecologia de *Argulus multicolor*, Stekhoven 1937 e *A. pestifer* Ringuélet 1948. *Acta Amazonica*, 13(3-4): 489-496.

- Malta, J.C.O. 1984. Os peixes de um lago de várzea da Amazônia da Amazônia Central (Lago Janauacá Rio Solimões) e suas relações com os crustáceos ectoparasitas (Branchiura: Argulidae). *Acta Amazonica*, 14: 355-372.
- Malta, J.C.O. 1992. *Copépodos (Crustacea: Ergasilidae) das brânquias de peixes do sudoeste da Amazônia Brasileira (Rondônia)*. Tese de doutorado. Departamento de Zoologia, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Rio Claro, São Paulo, Brasil. 171pp.
- Malta, J.C.O.; Varella, A.M.B. 1983. Os argulídeos (Crustacea: Branchiura) da Amazônia brasileira, 3. Aspectos da Ecologia de *Dolops striata* (Bouvier, 1899) e *D. carvalhoi* Castro, 1949. *Acta Amazônica*, 13(2): 299-306.
- Malta, J.C.O.; Varella, A.M.B. 2000. *Argulus chicomendesi* sp.n. (Crustacea: Argulidae) parasita de peixes da Amazônia brasileira. *Acta Amazonica*, 30(3): 481-498.
- Marcogliese, D. J.; Cone, D. K. (1997). Parasite communities as indicators of ecosystem stress. *Parassitologia*. 39: 227–232.
- Merona, B.; Bittencourt, M.M. 1988. A pesca na Amazônia através dos desembarques no mercado de Manaus: resultados preliminares. *Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, 48: 433-453.
- Moravec, F. 1998. *Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical region*. Academia, Praga, Czech Republic. 464pp.
- Moreira, N.I.B. 1994. Alguns nematóides parasitos de peixes na represa de Três Marias, Bacia do Rio São Francisco, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. 103pp.

- Oliva. M.E.; Luque. J.L. 1989. Prevalencia y patrones de distribución de tres especies de monogenos en las branquias de *Stellifer minor* (Tschudi. 1844) (Osteichthyes: Scianidae). Rev. Iber. Parasitol. 49: 209-214.
- Olsen, W.O. 1974. *Animal Parasites. Their life cycles and ecology*. University Park Press, Baltimore, Canada. 562 pp.
- Overstreet. R.M. 1997. Parasitological data as monitors of environmental health. *Parasitologia*, 39:169–175.
- Pavanelli, G.C.; Eiras, J.C. ; Takemoto, R.M. 2002. *Doenças de Peixes: Profilaxia, Diagnóstico e Tratamento*. 2. Ed, Maringá, Eduem, Brasil. 305 pp.
- Pavanelli, G.C.; Machado, M.H.; Takemoto, R.M. 1997. Fauna helmíntica de peixes do rio Paraná, região de Porto Rico, Paraná. 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*. Maringá, Eduem, p. 307-329.
- Poulin, R. 1992. Toxic pollution and parasitism freshwater fish. *Parasitology Today*. 8: 58–61.
- Querol. M.V.M.; Querol. E.; Gomes, N.N.A. 2002. Fator de condição gonadal, índice hepatossomático e recrutamento como indicadores do período de reprodução de *Loricariichthys platymetopon* (Osteichthyes: Loricariidae), Bacia do rio Uruguai médio, sul do Brasil. *Iheringia*, 92(3):79-84
- Rawson, M.W.J.R. 1977. Population biology of parasites of striped mullet, *Mugil cephalus* L. Crustacea. *Journal of Fish Biology*, 10: 441-451.
- Reis, R.E.; Kullander, S. O.; Ferraris, Jr. C. 2003. Check list of the freshwater fishes of south and Central America. EDIPUCRS. Porto Alegre, Brasil, 742 pp.

- Ricklefs, R.E. 1996. *A Economia da Natureza*. 3.ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brasil, 470 pp.
- Saint - Paul, U.; Zuanon, J. 2000. Fish communities in central Amazonian White and Blackwater floodplains. *Environmental Biology of Fishes*. 53pp.
- Santos, G.; Ferreira, E.; Zuanon, J. 2006. *Peixes comerciais de Manaus*. Ibama, Manaus, Brasil. 144 pp.
- Serra-Freire, N.M. 2002. *Planejamento e análise de pesquisas parasitológicas*. Editora da Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brasil. 199pp.
- Schlenk, D. 1999. Necessity of defining biomarkers for use in ecological risk assessment. *Mar. Pollut. Bull.* 39: 48-53.
- Shotter, R.A. 1973. Changes in the parasite fauna of whiting *Odontogadus merlangus* L. with age and sex of host, season, and from different areas in the vicinity of the Isle of Man. *Journal of Fish Biology*, (5): 559-573.
- Sures, B. 2004. Environmental parasitology: relevancy of parasites in monitoring environmental pollution. *Trends in parasitology*, (20)4: 170-177.
- Takemoto, R.M.; Lizama, M.A.P.; Guidelli, G.M.; Pavanelli, G.C. 2004. Parasitas de peixes de águas continentais In: *Sanidade de Organismos Aquáticos*. Editora Varela. São Paulo, Brasil. 197pp.
- Thatcher, V.E. 2006. *Amazon Fish Parasites*. 2.ed. Pensoft Publishers, Sofia, Moscow, 508pp.
- Thomas, J.D. 2002. The ecology of fish parasites with particular references to helminth parasites and their salmonid fish hosts in Welsh Rivers: A review of some of the central questions. *Advances in Parasitology*, 52: 1–154.

Vazzoler, A.E.A.M. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*.
Maringá, Brasil. 169p.

Zar, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4. ed. Prentice Hall, New Jersey, USA. 663 pp.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)