



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE TROPICAL-PPGBIO
(UNIFAP/EMBRAPA-AP/IEPA/CI-BRASIL)

Márcia Kelly Reis Dias-Grigório

DIVERSIDADE PARASITÁRIA E RELAÇÃO PARASITO-HOSPEDEIRO EM
***Colossoma macropomum* E SEU HÍBRIDO TAMBATINGA CULTIVADOS EM**
MACAPÁ, ESTADO DO AMAPÁ

Macapá-AP

2013

MÁRCIA KELLY REIS DIAS-GRIGÓRIO

**DIVERSIDADE PARASITÁRIA E RELAÇÃO PARASITO-HOSPEDEIRO EM
Colossoma macropomum E SEU HÍBRIDO TAMBATINGA CULTIVADOS EM
MACAPÁ, ESTADO DO AMAPÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical (PPGBIO) como requisito para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade Tropical.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Tavares Dias

Macapá-AP

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá

Grigório, Márcia Kelly Reis Dias.

.I Diversidade parasitária e relação parasito-hospedeiro em *Colossoma macropomum* e seu híbrido Tambatinga cultivados em Macapá, Estado do Amapá. / Márcia Kelly Reis Dias Grigório; orientador Marcos Tavares Dias. Macapá, 2013.

100f.

Dissertação (mestrado) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical.

1. Peixe – Macapá(AP). 2. Peixe – Amazônia. 3. Tambaqui (Peixe) – Fauna. 4. Piscicultura.I. Dias, Marcos Tavares. orient. II. Fundação Universidade Federal do Amapá. III. Título.

CDD. (22.ed). 597

*Dedico esse trabalho a Deus, ao meu filho
Gustavo Rodrigues e ao meu marido Vladimir
Grigório, pelo amor que sempre me
proporcionaram e pela confiança e apoio
durante todo esse tempo.*

Agradecimentos

- ❖ A Deus por me manter sempre forte e determinada na concretização dos meus objetivos.
- ❖ A minha mãe Telma Lúcia Reis Dias, meu filho Gustavo Henrique Dias Rodrigues, que sempre estiveram presentes me apoiando e dando força nesta longa caminhada.
- ❖ Ao meu marido Vladimir de Sousa Grigório, que com muito amor apoiou-me nos momentos mais difíceis dessa caminhada.
- ❖ Ao meu orientador, Dr. Marcos Tavares Dias, pela dedicação, grande paciência, amizade e ensinamentos durante o desenvolvimento deste trabalho.
- ❖ Aos amigos do Laboratório de Sanidade e de Nutrição da Embrapa Amapá: Lígia Rigôr Neves, Renata das Graças Marinho, Maycon Willian Reis Dias, Evandro de Freitas, Douglas Pinheiro e Natália de Alcantara pelas suas contribuições nas coletas e pelo apoio durante o projeto.
- ❖ Aos colegas da Turma de Mestrado do PPGBio 2011, Maria Danielle Hoshino, Daniel Pandilha e Roberto de Souza Silva pelo apoio nas disciplinas e auxílio nos momentos de dúvidas.
- ❖ A Embrapa Amapá por ceder os laboratórios, equipamentos e veículos para realização do trabalho.
- ❖ Ao CNPq pelo suporte financeiro concedido para a execução do projeto (Processo: 578159/2008-2).
- ❖ A CAPES pela bolsa de Mestrado concedida.
- ❖ A todos aqueles que contribuíram indiretamente na realização deste trabalho.

PREFÁCIO

Esta Dissertação está dividida em três capítulos (artigos). O primeiro capítulo refere-se a avaliação da fauna parasitária de *Colossoma macropomum* cultivados e está redigido de acordo com as normas do periódico **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. O segundo capítulo descreve a fauna parasitária em híbridos de *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* (tambatinga) e seguiu as normas de **Pesquisa Veterinária Brasileira**. O terceiro capítulo sobre sazonalidade de ambos os peixes será submetido ao periódico **Journal of Applied Ichthyology**. A introdução geral e as referências gerais seguiram as Normas do International Committee of Medical Journal Editors (Vancouver/2004), contida nas diretrizes para normalização do documento impresso e eletrônico de teses e dissertações da UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP) - SISTEMA DE BIBLIOTECAS/2009).

RESUMO

O presente trabalho estudou parasitofauna e relação hospedeiro-parasito em *Colossoma macropomum* (tambaqui) e híbrido de *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* (tambatinga) de pisciculturas de Macapá, estado do Amapá (Brasil), e avaliou também os efeitos da sazonalidade (estação chuvosa e estiagem) na prevalência e abundância da infracomunidade de parasitos desses peixes. Para alcançar tais objetivos, um total de 473 *C. macropomum* e 503 híbridos *C. macropomum* x *P. brachypomus* foram coletados no período de setembro de 2009 a abril de 2011. Os peixes estavam parasitados por *Ichthyophthirius multifiliis*, *Piscinoodinium pillulare*, *Trichodina* sp. e *Tetrahymena* sp., monogenoideas (*Anacanthorus spathulatus*, *Linguadactyloides brinkmanni*, *Mymarothecium boegeri* e *Notozothecium janauachensis*), nematoides *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus*, acantocéfalos *Neoechinorhynchus buttnerae*, crustáceos *Perulernaea gamitanae* e *Braga patagonica*. Porém, *B. patagonica* foi coletado somente em *C. macropomum* e *N. buttnerae* somente no híbrido tambatinga. Em ambos os hospedeiros houve dominância *I. multifiliis* e *P. pillulare* e os parasitos não afetaram as condições corporais dos peixes, embora *C. macropomum* tenha sido mais parasitado que híbrido tambatinga. Os parasitos mostraram padrão de dispersão agregada, que é mais comum para peixes de água doce, mas para *P. gamitanae* a discrepância ($D=0,950$) indicou elevada agregação. Houve diferenças nos níveis de infecção para algumas infracomunidade de parasitos em *C. macropomum* e híbrido tambatinga das diferentes pisciculturas, devido a fatores tais como densidade de estocagem, níveis de oxigênio, dissolvido e pH, além da origem da fonte de abastecimento dos viveiros de cultivo. Padrões de sazonalidade foram observados nas infracomunidade de parasitos para ambos os peixes. A diversidade de Brillouin (H_B), riqueza de espécies, índice de uniformidade (E) e índice de dominância (d) foram similares na estação chuvosa e estiagem, exceto a dominância que em híbrido *C. macropomum* x *P. brachypomus* foi maior na estiagem. A prevalência e abundância de *I. multifiliis* e *P. pillulare*, espécies dominantes em *C. macropomum*, foi maior na estiagem; enquanto em híbrido tambatinga somente a prevalência de *I. multifiliis* aumentou nesse período. A abundância de espécies de monogenoideas foi maior durante a estiagem nas brânquias de *C. macropomum*, mas em híbrido *C. macropomum* x *P. brachypomus* somente a prevalência aumentou nesse período.

Porém, em híbrido tambatinga a prevalência de *P. gamitanae* foi maior na estação chuvosa. Esses dados epidemiológicos em *C. macropomum* e híbrido tambatinga são de grande utilidade prática para o cultivo de peixes, uma vez que o conhecimento das condições sanitária das pisciculturas associadas com as informações sobre os níveis de parasitismo ocorrendo sazonalmente, auxiliam diretamente nas estratégias de prevenção de doenças, devido ao escolha do melhor momento para realizar as intervenções, evitando perdas econômicas devido a epizootias.

Palavras-chave: Cultivo, Crustáceos, Protozoários, Monogenoidea, Parasitos

ABSTRACT

This work studied parasite fauna and host-parasite relationship in *Colossoma macropomum* (tambaqui) and hybrid *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* (tambatinga) of fish farms from Macapá, State of Amapá (Brazil), and also investigated the effects of seasonality (rainy and dry season) in the prevalence and abundance of the parasites infracommunities in these fish. A total of 473 *C. macropomum* and 503 hybrid *C. macropomum* x *P. brachypomus* were collected between September 2009 and April 2011. The fish were parasites by *Ichthyophthirius multifiliis*, *Piscinoodinium pillulare*, *Trichodina* sp., *Tetrahymena* sp. (Protozoa), *Anacanthorus spathulatus*, *Linguadactyloides brinkmanni*, *Mymarothecium boegeri* and *Notozothecium janauachensis* (Monogenoidea), *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus* (Nematoda), *Neoechinorhynchus buttnerae* (Acanthocephala), *Braga patagonica* e *Perulernaea gamitanae* (Crustacea). However, *B. patagonica* was collected only in *C. macropomum* and *N. buttnerae* was collected only hybrid tambatinga. For both hosts there was a dominance *I. multifiliis* and *P. pillulare*, and fish body condition has not been affect by parasites, although *C. macropomum* has been parasitized more than tambatinga hybrid. The parasites showed aggregated dispersion pattern, the most common freshwater fish, but for *P. gamitanae* the discrepancy ($D = 0.950$) indicated a higher aggregation. There were differences in the levels of infection for some parasites infracommunities in *C. macropomum* and hybrid tambatinga of different fish farms, due to factors such as stocking density, oxygen levels, pH and dissolved, as well as the source of supply of ponds. Seasonal patterns were observed in parasites infracommunities for both hosts. Brillouin diversity (HB), species richness and evenness index (E) and dominance index (d) were similar during the rainy and dry seasons, except the dominance index that was higher during the dry season for hybrid *C. macropomum* x *P. brachypomus*. The prevalence and abundance of *I. multifiliis* and *P. pillulare*, the dominant species in *C. macropomum* during both season, were in dry season, but in hybrid tambatinga only *I. multifiliis* prevalence increased during the dry season. In the *C. macropomum* gills, the abundance of monogenoideas species was higher during the dry season, but in hybrid *C. macropomum* x *P. brachypomus* only the prevalence increased during this period. However, in the hybrid tambatinga prevalence of *P. gamitanae* was higher in rainy season. These epidemiological data on *C. macropomum* and hybrid tambatinga are of great practical use for farming, since the

knowledge of the sanitary conditions in fish farms associated to informations on infections levels that occur seasonally, assist directly on the prevention of diseases, due to choosing the best time to perform prophylatic interventions, avoiding economic losses due to epizootia.

Keywords: Culture, Crustaceans, Protozoans, Monogenoidea, Parasites.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	O tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>) e sua fauna parasitária	13
1.2	O híbrido tambatinga e sua fauna parasitária	16
1.3	Efeitos da sazonalidade em infecções parasitárias	17
1.4	Parâmetros físico-químicos da água e a ocorrência de parasitos.....	20
1.5	Fator de condição e saúde de peixes	21
2	PROBLEMA	23
3	HIPÓTESES	23
4	OBJETIVOS	24
4.1	Geral	24
4.2	Específicos.....	24
	REFERÊNCIAS	25
	CAPÍTULO 1 _Parasitos protozoários e metazoários em tambaqui de oito pisciculturas do Norte do Brasil	33
	Introdução	36
	Material e métodos.....	37
	Resultados e Discussão.....	38
	Conclusões.....	51
	Referências	52
	CAPÍTULO 2 _Parasitos em híbrido de <i>Colossoma macropomum</i> x <i>Piaractus brachypomus</i> (tambatinga) de pisciculturas da Amazônia oriental, Brasil	56
	INTRODUÇÃO	59
	Material & Métodos	60
	Resultados	61
	Discussão.....	71
	Conclusões.....	74
	Referências	75
	CAPÍTULO 3 _Sazonalidade de parasitos em duas espécies de peixes da Amazônia oriental	79
	Introdução	82
	Material e métodos.....	83
	Resultados	85
	Discussão.....	92
	Referências	96
5	Conclusões Finais	99

1 INTRODUÇÃO

No panorama mundial, quando se relaciona a pesca com a aquicultura, verifica-se uma desigualdade no que se refere ao crescimento. No período de 2004 a 2009 a produção da pesca continental passou de 8,6 milhões de toneladas para 10,1 milhões de toneladas, enquanto a aquicultura passou de 25,2 milhões de toneladas para 35,0 milhões de toneladas. Essa produção da aquicultura representou 74,4% da produção total de pescado mundial (FAO, 2010). Assim, a produção da aquicultura vem sendo a grande responsável pelo abastecimento de alimentos de origem protéica para o mercado consumidor de peixes. Além disso, esta relevante atividade agropecuária também auxilia na redução da pesca extrativista de espécies de peixes ameaçados, como o tambaqui *Colossoma macropomum*, que se encontra em baixa abundância, devido à captura abaixo do peso e tamanho exigido pela legislação em algumas regiões da Amazônia (Santos e Santos, 2005; Soares et al., 2008), contribuindo com o aumento dos estoques naturais (Quarema et al., 1998; Vieira et al., 2004).

No Brasil, durante o período de 2007 a 2009, a produção nacional da aquicultura teve incremento de 43,8% e a produção da aquicultura continental foi de 415.649,0 toneladas em 2009. Nesse total, a piscicultura continental se destacou com produção de 337.353 toneladas, mostrando incremento de 50,6%. A espécie mais produzida tem sido a tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus*, com 132.958 toneladas/ano. Porém, entre os peixes nativos a espécie mais produzida foi o tambaqui *C. macropomum*, com 54.313,1 toneladas (MPA, 2010; Lopera-Barrero et al., 2011a). Além disso, essa produção é regionalizada e diferenciada (Tavares-Dias, 2011).

O Estado do Amapá apresenta grande potencial para o crescimento da piscicultura continental, por apresentar uma variedade de espécies de interesse zootécnico, disponibilidade de recursos hídricos e clima propício ao longo de todo ano, sem período de entressafra como ocorre em outras regiões brasileiras (CEDRS, 2008; Gama, 2008; Tavares-Dias, 2011a). Além disso, as iniciativas dessa atividade agropecuária são recentes, pois só ocorreram no início década de 90 com a criação do tambaqui e a introdução da tilápia-do-nilo sem reversão sexual. Em 2010, produziu 1.000 toneladas de tambaqui *C. macropomum*, pirarucu *Arapaima gigas*,

híbrido tambatinga *C. macropomum* x pirapitinga *Piaractus brachypomus* e híbrido tambacu *C. macropomum* x *Piaractus mesopotamicus* (Tavares-Dias, 2011).

A maior parte das pisciculturas do Estado do Amapá usa o cultivo intensivo (Tavares-Dias, 2011), que se caracteriza por apresentar altas densidades de estocagens dos animais, que pode torná-los mais susceptíveis ao estresse e, conseqüentemente, às infecções parasitárias. Assim, no cultivo as doenças parasitárias podem ser fatores limitantes à produção, por acarretar perdas econômicas ou mesmo gastos excessivos com tratamentos quimioterápicos (Tavares-Dias et al., 2001a,b). Além disso, outro problema da piscicultura tem sido a escassez de dados sobre diagnóstico epidemiológico, o que dificulta a profilaxia e tratamento dos peixes (Lizama et al., 2006; Lizama et al., 2007). Todos esses fatores podem ocasionar grandes perdas na produção de peixes. Portanto, é necessário estudar a fauna parasitária de tambaqui e tambatinga de pisciculturas de Macapá (AP), bem como as variações sazonais dessas infecções, para interferir de forma mais eficiente na profilaxia e tratamento de possíveis doenças que podem estar ocorrendo nos peixes destes estabelecimentos de cultivo, garantindo uma melhor produção.

1.1 O TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) E SUA FAUNA PARASITÁRIA

O tambaqui é uma espécie nativa da Amazônia geralmente encontrada em lagos e rios de águas brancas. Peixe de grande porte pode chegar a medir até 1 m de comprimento e pesar mais de 30 kg, o que o coloca como o segundo maior peixe de escamas da América do Sul (Graef, 1995; Fischer et al., 2003; Varella et al., 2003; Santos et al., 2006a; Godoi et al., 2012; Santos et al., 2013). Tem hábito alimentar onívoro, alimenta-se geralmente de frutos e zooplâncton, devido à presença de dentes molariformes e estômago bastante espesso, o que possibilita aos adultos consumir até 9% do seu peso em alimentação. Peixes de hábitos diurnos e migratórios, a sua desova ocorre em cardumes em meio a vegetação, como forma de proteger os futuros alevinos dos diferentes predadores (Santos et al., 2006a; Soares et al., 2008; Lopera-Barrero et al., 2011b).

Na piscicultura amazônica o tambaqui tem grande importância econômica, pois pode atingir chegar a 1.000 g no primeiro ano e 1.500-3.000 g no segundo ano de cultivo. É também um peixe com outras excelentes características para o cultivo,

tais como boa aceitação de rações comerciais, bom sabor e textura da carne e fácil adaptação (Graef, 1995; Varella et al., 2003; Chagas, et al., 2005; Cavero et al., 2009; Lopera-Barrero et al., 2011a; Godoi et al., 2012), fatores que favorecem seu elevado valor comercial.

O *C. macropomum* cultivado em diferentes regiões do Brasil tem sido infectado por diversas espécies de parasitos dos mais variados grupos taxonômicos. Entre os protozoários há registro da ocorrência de parasitismo por *Trichodina* sp. (Ceccarelli et al., 1990; Békési, 1992a; Eiras et al., 1995; Martins e Romero, 1996), *Piscinoodinium pillulare* (Martins e Romero, 1996; Schalch e Moraes, 2005; Santos et al., 2013), *Ichthyophthirius multifiliis* (Ceccarelli et al., 1990; Békési, 1992a; Martins e Romero 1996; Tavares-Dias et al., 2006a; Santos et al., 2013) e *Chilodonella* sp. (Martins e Romero, 1996; Martins et al., 2000). Assim, os protozoários estão entre os principais grupos de parasitos que causam danos consideráveis em peixes de cultivo de todo o mundo, pois sua reprodução direta é favorecida quando o equilíbrio na relação hospedeiro-parasito-ambiente é afetado (Onaka, 2009; Eiras et al., 2010; Schalch e Garcia, 2011). Em geral, a baixa qualidade da água, a elevada densidade de estocagem, a falta de assepsia e o excesso de matéria orgânica, bem como a alimentação inadequada, são fatores que estão diretamente relacionados às infecções por esses parasitos (Martins et al., 2000; Luque, 2004; Pavanelli et al., 2008; Onaka, 2009; Schalch e Garcia, 2011). Portanto, como as variações na prevalência, na intensidade e no impacto dessas infecções na saúde dos peixes dependem da interação hospedeiro-parasito-ambiente, dessa forma o surgimento de enfermidades em uma população cultivada é um fenômeno dinâmico e necessita ser monitorado periodicamente.

Dentre os metazoários destacam-se os Myxozoários que já foram observados parasitando o tambaqui podendo ser citado: *Myxobolus colossomatis* (Molnár e Békési, 1993; Tavares-Dias et al., 2006a), *Ichthyobodo necator* (Eiras et al., 1995; Martins et al., 2000) e *Henneguya* sp. (Ceccarelli et al., 1990; Békési, 1992a; Martins e Romero, 1996; Varella et al., 2003). Esses parasitos se caracterizam por possuir o corpo formado por esporos, podendo ser encontrados parasitando células, cavidade interna de vasos, pele, brânquias, baço, fígado, rins, gônadas e outros órgãos internos (Thatcher, 2006; Eiras et al., 2010; Onaka, 2009; Schalch e Garcia, 2011). Os órgãos infectados podem apresentar inchaço com presença de cistos de cores escuras (Onaka, 2009; Eiras et al., 2010).

Entre as espécies de Monogenoidea, o tambaqui tem sido parasitado por *Dactylogyrus* sp. (Ceccarelli et al., 1990; Eiras et al., 1995), *Notozothecium janauachensis* (Cohen e Kohn, 2009; Godoi et al., 2012), *Notozothecium euzeti* (Cohen e Kohn, 2009), *Anacanthorus spathulatus* (Varella et al., 2003; Tavares-Dias et al., 2006; Morais et al., 2009; Godoi et al., 2012; Santos et al., 2013), *Linguadactyloides brinkmanni* (Ceccarelli et al., 1990; Varella et al., 2003; Morais et al., 2009; Godoi et al., 2012), *Mymarothecium boegeri* (Cohen e Kohn, 2005; Cohen e Kohn, 2009; Morais et al., 2009; Godoi et al., 2012; Santos et al., 2013) e *Anacanthorus penilabiatus* (Pamplona-Basilio et al., 2001). Porém, o *L. brinkmanni* (Thatcher, 2006) e o *A. spathulatus* (Morais et al., 2009; Godoi et al., 2012) são considerados os mais patogênicos para este hospedeiro, mas somente primeiro se alimenta de sangue (Thatcher, 2006). Contudo, todos os monogenoideas possuem um aparelho de fixação, na parte posterior do corpo, chamado de haptor, uma estrutura em forma de âncora, composta de vários ganchos que provocam ferimento no local de fixação no hospedeiro (Thatcher, 2006; Pavanelli et al., 2008; Onaka, 2009; Eiras et al., 2010). Esses helmintos podem ser encontrados nas brânquias, superfície do corpo, nadadeiras e narinas, causando hemorragias e edemas nos filamentos branquiais, o que prejudica a respiração do hospedeiro (Onaka, 2009; Eiras et al., 2010; Schalch e Garcia, 2011).

Entre as espécies de Crustacea que parasitam o tambaqui em pisciculturas estão os branquiurus *Argulus* sp. (Ceccarelli et al., 1990; Malta e Varella, 2001; Martins et al., 2000) e *Dolops* sp. (Martins e Romero, 1996), os copépodes *Gamidactylus jaraquensis* (Varella et al., 2003), *Ergasilus* sp. (Varella et al., 2003), *Lernaea cyprinacea* (Békési, 1992a; Martins e Romero, 1996; Bastos et al., 1996; Martins et al., 2000) e *Perulernaea gamitanae* (Benetton e Malta, 1999; Morais et al., 2011; Tavares-Dias, et al., 2011; Godoi et al., 2012). Em geral, os crustáceos podem ser vistos a olho nu. Esses parasitos podem causar danos nas brânquias dos peixes, principalmente os que possuem fase de copepodito, pois nesse período se movimentam muito no corpo do hospedeiro. Quando presentes nas brânquias podem reduzir a função respiratória devido à sua fixação e ação alimentar dos fluídos (Pavanelli et al., 2008; Onaka, 2009; Eiras et al. 2010).

Além dessas espécies de parasitos, o tambaqui pode ser parasitado por espécies de endohelmintos Trematoda (Békési, 1992a) e Cestoda não identificados (Békési, 1992b; Martins e Romero, 1996), além de Acanthocephala

Neoechinorhynchus buttnerae (Malta et al., 2001). Como esses parasitos tem ciclo de vida complexo, são menos frequentes em peixes de cultivo se comparados aos de ambiente natural. Em geral, a gravidade das doenças causadas por esses endohelmintos depende do órgão infectado, da espécie de parasito e dos níveis de infecção (Onaka, 2009; Eiras et al., 2010). Porém, alevinos cultivados no Vietnã foram parasitados por metacercárias não identificadas de Digenea (Thien et al., 2009), não sendo esses parasitos comuns em cultivo. Esses parasitos podem ocorrer no tegumento e nas brânquias dos peixes hospedeiros. Quando no tegumento, provocam degeneração, necrose das células e inflamação e nas brânquias ocasiona hiperplasia e inflamação, causando déficit respiratório quando ocorrem infecções severas (Luque, 2004; Schalch e Moraes, 2005; Pavanelli et al., 2008; Eiras et al., 2010; Schalch e Garcia, 2011).

1.2 O HÍBRIDO TAMBATINGA E SUA FAUNA PARASITÁRIA

Nos últimos anos a produção de híbridos a partir do cruzamento do tambaqui *C. macropomum* com a pirapitinga *P. brachypomus* ou com o pacu *Piaractus mesopotamicus* vem crescendo em alguns estados devido ao grande interesse dos piscicultores brasileiros (Cruz et al., 2006; Campos, 2011; Hashimoto et al., 2012), indústrias de pescado dos Estado do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, bem como pela demanda dos pesque-pagues do Estado de São Paulo (Ribeiro, 2005). O híbrido tambatinga é considerado o terceiro maior peixe da Amazônia com ótimas características para a criação. Este tipo de cruzamento tem a finalidade de produzir peixes com características mais favoráveis para o cultivo, tais como crescimento mais rápido, maior resistência às doenças, tolerância às variações de temperatura, melhor qualidade da carne e melhores taxas de produtividade. Além de características externas apreciadas pelos consumidores e indústrias de pescados, tais como coloração, formato dos indivíduos, rendimento da carcaça que podem resultar em produtos diferenciados e mais atraentes para o mercado consumidor (Toledo-Filho et al., 1996; Porto-Foresti et al., 2011).

O híbrido tambatinga é um peixe de coloração clara, com a ponta das nadadeiras caudal e anal avermelhadas, coloração herdada da pirapitinga. Tem hábito alimentar onívoro, especialmente frugívoro-herbívoro (Silva-Acuña e Guevara, 2002; Cruz et al., 2006; Araripe, 2009) e pode alcançar até 80 cm de comprimento

padrão e mais de 15 kg de peso corporal (Cruz et al., 2006). Dessa forma, esse peixe híbrido apresenta características de ambas às espécies parentais, mantendo a vantagem de maior resistência às doenças adquirida da pirapitinga e o crescimento do tambaqui (Silva-Acuña e Guevara, 2002; Hashimoto et al., 2012). Assim, vem sendo cultivado principalmente nos estados do Amapá, Pará, Tocantins e Piauí, Estado do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (Ibama, 2007).

Apesar da importância econômica desse híbrido para a piscicultura do Brasil, ainda não se conhece de forma mais abrangente os parasitos que este peixe alberga. Porém, em híbridos tambatinga cultivados na Venezuela foi relatada a ocorrência de monogenoidea *A. spatulatus*, protozoários *Trichodina* sp. e *Epistylis* sp., mixosporídeos *Myxobolus* sp., *Heneguya* sp. e crustáceos *Ergasilus* sp. (Centeno et al., 2004). Enquanto que no Brasil foram encontradas apenas *L. brinkmanni* (Dias et al., 2012), *M. boegeri* (Cohen e Kohn, 2009). Como a intensificação do cultivo pode causar aumento dos problemas de doenças nos peixes (Martins et al., 2000; Tavares-Dias et al., 2001a,b; Schalch e Garcia, 2011), há eminente necessidade de redobrar os cuidados com o manejo e as condições sanitárias nas pisciculturas.

Nos peixes, a composição da comunidade parasitária depende também de vários outros fatores relacionados ao ambiente além da qualidade da água. Pode ser influenciada pela disponibilidade de oxigênio dissolvido, variações na temperatura e pH, nível da água e efeitos da sazonalidade, e a fatores relacionados ao hospedeiro (habitat, comportamento alimentar, fisiologia, idade e sexo); bem como a fatores relacionados aos parasitos (disponibilidade de larvas infectantes, de hospedeiros individuais, da resposta imune do hospedeiro ao estabelecimento da larva e da mortalidade natural dos parasitos) (Takemoto et al., 2004; Carvalho et al., 2010; Vital et al., 2011). Portanto, são importantes os estudos epidemiológicos e sazonais para o desenvolvimento de técnicas profiláticas e manejo sanitário adequados, principalmente em peixes de pisciculturas do Estado do Amapá, onde as parasitoses são ainda desconhecidas.

1.3 EFEITOS DA SAZONALIDADE EM INFECÇÕES PARASITÁRIAS

Na Amazônia, situada inteiramente dentro da região tropical da América do Sul, as variáveis climatológicas mais importantes são a atividade convectiva

(formação das nuvens) e a precipitação pluviométrica. O regime de precipitação exibe máximas anuais bem pronunciadas durante os meses de verão (dezembro, janeiro e fevereiro) e outono (março, abril e maio), sendo que os valores mínimos anuais ocorrem durante os meses de inverno (junho, julho e agosto) e primavera (setembro, outubro e novembro). No estado do Amapá, a estação chuvosa ocorre durante os períodos de dezembro a maio e a estação de estiagem no período de junho a novembro (Souza e Cunha, 2010). Assim, as variações sazonais dos níveis de chuvas podem promover alterações na estrutura e composição da fauna da região (Malta, 1982), incluindo a comunidade de parasitos e peixes hospedeiros (Ferrari-Hoeinghaus et al., 2006; Vital et al., 2011).

Na região Neotropical, são poucos os estudos relativos à variação sazonal de parasitos em peixes de água doce (Carvalho et al., 2010). No Brasil, em *Oreochromis niloticus* de pisciculturas de Franca (SP), Tavares-Dias et al. (2001a) observaram que as infecções causadas por *I. multifilis* ocorreram somente no outono e *Trichodina* sp. somente no inverno. Nesse mesmo hospedeiro na região do Noroeste do Paraná, Leonardo et al. (2006) detectaram infecções por *I. multifilis* no outono e inverno. Similarmente, em *O. niloticus* de Santa Catarina, Jerônimo et al. (2011) encontraram infecções por *P. pilulare*, *Trichodina magna* e *T. compacta* ocorrendo no outono e inverno. Em *Leporinus macrocephalus* da região Sudeste, a intensidade de *P. pilulare* foi maior na primavera, enquanto em *Piaractus mesopotamicus* foi maior no verão. Já as infecções por *Trichodina* sp., nestes dois hospedeiros ocorreram durante todo o ano; enquanto em tambacu o parasitismo por *Trichodina* sp. ocorreu somente nos meses de outono (Tavares-Dias et al., 2001a). Em *L. macrocephalus* de piscicultura de Guariba (SP) o *P. pilulare* teve maior prevalência na primavera e verão, mas em *P. mesopotamicus* ocorreu na primavera e inverno. Em híbrido tambacu houve maior prevalência de *P. pilulare* no período de primavera e verão (Schalch e Moraes, 2005). Porém, Lizama et al. (2007) não observaram variação sazonal na ocorrência de infecções parasitárias em *P. mesopotamicus* e *L. macrocephalus* de piscicultura do município de Assis (SP). Portanto, como ocorrem diferenças nas temperaturas ambientais de acordo com as regiões geográficas brasileiras, assim um mesmo hospedeiro pode apresentar padrões diferenciados dessas infecções parasitárias.

Na Turquia, os maiores índices de parasitismo por *I. multifilis* em *Onchorhynchus mykiss* ocorreram nos meses de verão e outono (Ogut et al., 2005).

Em *O. mykiss* e *Salmo trutta* do Rio Colorado, EUA, foi descrito a maior ocorrência de *Trichodina* sp. no período de maior elevação da temperatura (Schisler et al., 1999). No México, estudos conduzidos em *Sciades guatemalensis* mostraram variação sazonal na abundância e diversidade de parasitos em resposta ao período seco e chuvoso. A variação sazonal também afetou o comportamento e os hábitos alimentares desse hospedeiro (Violante-González et al., 2008).

Em *O. niloticus* cultivados no Estado de Santa Catarina, as infecções por espécies de monogenoideas estiveram presentes durante todo ano, atingindo prevalência de 100%, durante o inverno e primavera (Jerônimo et al., 2011). Em *Geophagus brasiliensis* do Rio Guandu no Estado do Rio Janeiro o monogenoidea *Sciadicleithrum guanduensis* não foi encontrado durante o inverno, alcançando maior prevalência na primavera quando ocorre a elevação da temperatura (Carvalho et al., 2010). Em híbrido tambacu cultivados no Estado de São Paulo houve maior prevalência de monogenoideas no período de primavera e verão; mas em *C. macropomum* houve somente o aumento da intensidade desses parasitos no período na primavera e verão (Schalch e Moraes, 2005).

Algumas espécies Monogenoidea encontram boas condições de reprodução em elevadas temperaturas da água, mas outras espécies são sensíveis às baixas temperaturas (Oztuürk e Altunel, 2006). Em *L. macrocephalus* e *P. mesopotamicus*, a prevalência de Monogenoidea não foi influenciada pela sazonalidade, mas a intensidade foi menor no inverno. Porém, em *P. mesopotamicus*, a intensidade do monogenoidea Dactylogyridae *Anacanthorus penilabiatus* aumentou na primavera e verão, devido ao aumento da temperatura (Tavares-Dias et al., 2001b; Schalch e Moraes, 2005). Em *P. nattereri* os maiores índices de infecção por Dactylogyridae *Amphithecium microphalum*, *A. brachycirrum*, *A. calycium*, *A. catalaoensis*, *A. junki*, *Pithanothecium amazonensis* e *Rhinoxenus piranhus* ocorreram no período da estiagem (Vital et al., 2011), quando as temperaturas são mais altas. Em *Rutilus rutilus*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Blicca bjoerkna* e *Vimba vimba* os Dactylogyridae *Dactylogyrus cornu*, *D. difformis* e *D. sphyrna* também apresentaram picos máximos de infecção no período de verão, quando as temperaturas foram mais elevadas; enquanto *D. crucifer* teve maior pico de infecção na primavera e outono, mas não houve infecção no verão (Oztuürk e Altunel, 2006). Em *Gobio gobio*, a intensidade de *Dactylogyrus cryptomeres* aumentou com a elevação da temperatura ambiental, enquanto a intensidade de

Gyrodactylus gobii, *G. gobiensis* e *G. gasterostei* mostrou correlação negativa com a temperatura da água (Blažek et al., 2008). Portanto, as espécies de Dactylogyridae parecem apresentar um padrão intra-anual bem definido, com aumento da intensidade nos períodos mais quentes do ano e redução durante os períodos de temperaturas menores.

Na piscicultura, o conhecimento da distribuição sazonal de parasitos pode auxiliar na realização de um programa eficiente de controle das parasitoses nos peixes por meio de medidas profiláticas e de tratamentos, visando uma melhoria da produção (Jerônimo et al., 2011) e produtividade.

1.4 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA E A OCORRÊNCIA DE PARASITOS

A qualidade da água é um fator preponderante para a criação de peixes, pois esses dependem diretamente do meio aquático para realizar todas as suas funções biológicas. Assim, variáveis abióticas como temperatura, oxigênio dissolvido e pH, quando fora da faixa de conforto, são fatores limitantes para a produção de peixes (Lizama et al., 2007; Graça e Machado, 2007). A baixa qualidade ambiental pode comprometer os mecanismos de defesa dos peixes e causar epizootias quando em infecções severas (Tavares-Dias et al., 2001a,b; Lima e Leite, 2006; Schalch e Garcia, 2011).

Em híbrido tambacu o parasitismo por monogenoideas, *P. pillulare* e mixosporídeos foi favorecido pelas altas temperaturas anuais (Schalch e Moraes, 2005). Em tambaqui houve grande mortalidade causada por aumento da intensidade de parasitos devido à variação da temperatura da água dos viveiros (Ceccarelli et al., 1990). Em *Gobio gobio*, a dinâmica populacional de monogenoideas é influenciada pela temperatura da água, o que afeta diretamente a reprodução e sobrevivência desses parasitos (Blažek et al., 2008).

Em viveiros de pisciculturas a variação dos níveis de oxigênio dissolvido (OD) pode ser influenciada por vários fatores entre eles a descarga de matéria orgânica, temperatura e/ou eutrofização (Baldisseroto, 2002; Kubitzka, 2003a; Garcia et al., 2009; Schalch e Garcia, 2011). Estudos conduzidos em *C. macropomum* mostraram que os peixes podem sobreviver por horas em até 0,5 mg/L de oxigênio dissolvido, utilizando a expansão do lábio inferior, que auxilia na taxa de ventilação,

aumentando a passagem da água mais oxigenada através das brânquias, além da expansão das redes de capilares que podem auxiliar na absorção de oxigênio na superfície da água (Saint-Paul, 1986). Porém, níveis de OD abaixo de 3-4 mg/L tornam os peixes mais estressados e mais suscetíveis às doenças parasitárias e infecciosas (Kubitza, 2000; Kubitza, 2003b; Schalch e Garcia, 2011).

Os níveis de oxigênio dissolvido de viveiros de cultivo de *Cyprinus carpio* mostrou correlação positiva com as infecções por *Ergasilus* sp. (Singhal et al., 1986). Além disso, influencia o comportamento de *Gyrodactylus* sp. presente nas brânquias, aumentando a postura de ovos. Em *Xiphophorus* spp. foi demonstrada correlação negativa entre a intensidade de *Trichodina* sp. e os níveis de oxigênio dissolvido na água (Garcia et al., 2009).

O pH da água é outro fator preponderante para o cultivo, pois valores abaixo de 4,0 ou acima de 10,0 são letais para praticamente todas as espécies de cultivo (Lizama et al., 2007). O tambaqui que é uma espécie que apresenta melhor desempenho em pH entre 4,0 e 6,0 (Aride et al., 2006), mas mostra boa adaptação a variações de pH da água (Kubitza, 2004), uma vez que vive em ambientes de baixo pH na região amazônica. Correlação positiva do pH com os níveis de infecções por *I. multifiliis* foi descrita em *Notemigonus crysolencas*, bem como em *C. carpio* parasitada por *Gyrodactylus* sp. e *Ergasilus* sp. (Singhal et al., 1986). Porém, em *Xiphophorus* spp. houve correlação negativa entre a infecção por *I. multifiliis* e o pH, após a realização de calagem (Garcia et al., 2009). Portanto, no cultivo é necessário o monitoramento constante dos parâmetros físico-químicos da água, para evitar perdas econômicas na propriedade.

1.5 FATOR DE CONDIÇÃO E SAÚDE DE PEIXES

O fator de condição é um indicador do bem estar do peixe (Le Cren, 1951; Lizama et al., 2006; Guidelli et al., 2011; Silva et al., 2011a,b) que pode apontar como está a qualidade do ambiente e o uso dos recursos alimentares (Tavares-Dias et al., 2000; Guidelli et al., 2011). Assim, pode ser útil para detectar a espécie de parasito que afeta a saúde do peixe hospedeiro (Santos e Brasil-Sato, 2006; Guidelli et al., 2011).

Em *O. niloticus* parasitados por *Trichodina* sp., *L. macrocephalus* parasitados por Monogenoidea e *P. mesopotamicus* parasitados por Monogenoidea e

P. pilulare houve redução do fator de condição (Tavares-Dias et al., 2000). Em *Mugil platanus*, o fator de condição foi reduzido devido a presença de parasitos Copepoda, Monogenoidea e *Trichodina* sp. (Ranzani-Paiva et al., 2004). Em *P. mesopotamicus* parasitados por Nematoda houve correlação positiva da intensidade desses parasitos com o fator de condição (Schalch e Garcia, 2011). Porém, em *Semaprochilodus insignis* não houve diferença no fator de condição relativo (Kn) de peixes não parasitados e parasitados por *Gyrodactylus gemini* e *Procamallanus inopinatus* (Silva et al., 2011a). Similarmente, em *Oxydoras niger* o parasitismo por *I. multifiliis*, *Chilodonella* sp., Monogenoidea *Cosmetocleithrum* spp., *Paracavisona impudica*, *Cucullanus grandistomis*, *Proteocephalus kuyukuyu* e *Dadaytrema* sp. não influenciou o Kn (Silva et al., 2011b).

Em *Metynnis lippincottianus* não houve diferenças entre Kn de peixes não-parasitados e parasitados por *Procamallanus inopinatus* e *Contracaecum* sp., no entanto para o parasito *Dadayus pacupeva* e *Spinoxyuris oxydoras* houve diferença significativa, onde os maiores valores de Kn foram encontrado em peixes parasitados. Essa correlação positiva da abundância de *D. Pacupeva* e *S. oxydoras* é porque os parasitos causaram poucos danos ao hospedeiro (Moreira et al., 2010). Em *Prochilodus lineatus* parasitado por Monogenoidea *Pseudocapsaloideum Rhinonastes*, copépode *Gamispatulus* sp. e digenético *Saccocoelioides magnorchis* houve correlação positiva do fator de condição com a abundância de parasitos, sugerindo que os peixes maiores e com maiores valores do fator de condição suportam níveis de parasitismo relativamente mais elevados (Lizama et al., 2006).

2 PROBLEMA

Como está composta a fauna de parasitos em tambaqui e híbrido tambatinga cultivados do município de Macapá? Quais são os fatores que estão causando o parasitismo nesses dois peixes. Estes parasitos sofrem variação sazonal quando comparados os períodos chuvoso e estiagem. Os parasitos podem estar afetando negativamente esses peixes hospedeiros?

3 HIPÓTESES

- A fauna parasitária de tambaqui e de tambatinga em cultivo é composta por espécies de protozoários e metazoários, parasitos comuns no cultivo;
- A fauna parasitária de tambaqui e tambatinga em cultivo são compostas por espécies parasitos similares, devido ao parentesco;
- A sazonalidade (estação chuvosa e estiagem) influencia a prevalência e abundância de protozoários e Monogenoidea parasitos de tambaqui e híbrido tambatinga cultivados.
- O fator de condição do tambaqui e híbrido tambatinga parasitados é negativamente influenciado pelo parasitismo.

4 OBJETIVOS

4.1 GERAL

Avaliar a fauna parasitária de tambaqui e híbrido tambatinga cultivados em pisciculturas do município de Macapá, Estado do Amapá, região da Amazônia oriental, Brasil, visando o incremento da produção.

4.2 ESPECÍFICOS

- Identificar as espécies de parasitos que acometem tambaqui e híbrido tambatinga e determinar os níveis de infecção;
- Determinar possíveis fatores causadores dos níveis de infecção;
- Avaliar quais as espécies de parasitos do tambaqui e tambatinga sofrem influência sazonal do período chuvoso e estiagem;
- Comparar o fator de condição relativo de tambaqui e híbrido tambatinga parasitados e não parasitados.

REFERÊNCIAS

- Araripe MNBA. Redução da proteína bruta e relações metionina+cistina e treonina digestíveis com a lisina digestível em rações para alevinos de tambatinga [Tese]. Universidade Federal do Piauí; 2009.
- Aride PHR, Roubach R, Nozawa SR, Val AI. Tambaqui growth and survival when exposed to different photoperiods. *Acta amaz.* 2006; 36(3): 381-384.
- Baldisserotto B. Temperatura. Fisiologia de peixes aplicadas a piscicultura. Editora UFSM. Rio grande do Sul; 2002: p. 1 - 69.
- Bastos PAMB, Clemente SCS, Lima FC. Aspectos anátomo-patológicos da parasitose por *Lernaea cyprinacea* (Crustácea: Copepoda) em tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). *Rev Bras Ciê Vet.* 1996; 3: 15 - 21.
- Békési L. Evaluation of data on ichthyopathological analyses in the Brazilian northeast. *Ciên e Cult.* 1992a; 44(6): 400 - 403.
- Békési L, Feitosa VA, Cabral AB. Metacestodosis caused by plerocercoids of Proteocephalidae (Cestoda) in fish fry cultured in large scale in the Brazilian northeast. *Parasite Hung.* 1992b; 25: 9 - 13.
- Benetton MLF, Malta JCO. Morfologia dos estagios de náuplio e copepodito de *Perulernaea gamitanae* Thatcher & Paredes, 1985 (Crustacea: Lernaeidae), parasita de tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), (Osteichthyes: Characidae), cultivados em laboratório. *Acta Amaz.* 1999; 29(1): 97 - 121.
- Blažek R, Jarkovský J, Koubková B, Gelnar M. Seasonal variation in parasite occurrence and microhabitat distribution of monogenean parasites of gudgeon *Gobio gobio* (L.) *Helminthologia.* 2008; 45(4): 185 – 191.
- Campos JL. A produção de peixes nativos no Brasil. *Rev ABCC.* 2011; XIII (2): 52 - 54.
- Carvalho AR, Tavares LER, Luque JL. Variação sazonal dos metazoários parasitos de *Geophagus brasiliensis* (Perciformes: Cichlidae) no Rio Guandu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Scie Biol Sci.* 2010; 32(2): 159-167.
- Cavero BAS, Rubim AML, Pereira TM. Criação comercial de tambaqui *Colossoma macropomum* (1818). In.: Tavares-Dias, M. Manejo e sanidade de peixes em cultivo. Embrapa-Amapá; 2009. p. 33 - 46.
- Ceccarelli PS, Figueira LB, Ferraz LCLB, Oliveira CA. Observações sobre a ocorrência de parasitos no CEPTA entre 1983 e 1990. *Boletim Técnico do Cepta.* 1990; 3: 43 – 55.
- Centeno L, Silva-Acuña A, Silva-Acuña R, Pérez JL. Fauna ectoparasitaria associada a *Colossoma macropomum* y al híbrido de *C. macropomum* x *Piaractus*

brachypomus, cultivados em el Estado Delta Amacuro, Venezuela. Bioagro. 2004; 16(2): 121-126.

Chagas EC, Gomes LC, Martins Junior H, Roubach R, Lourenço JNP. Desempenho de tambaqui cultivado em tanques-rede, em lago de várzea, sob diferentes taxas de Alimentação. Pesq Agropec Bras. 2005; 40(8): 833 - 835.

Cohen SC, Kohn A. On Dactylogyridae (Monogenea) of four species of characid fishes from Brasil. Check List. 2009; 5(2): 351 - 356.

Cohen SC, Kohn A. A new species of *Mymarothecium* and new host and geographical records for *M. viatorum* (Monogenea: Dactylogyridae), parasites of freshwater fishes in Brazil. Folia Parasit. 2005; 52: 307 - 310.

Conselho Estadual de Desenvolvimento Rural Sustentável – CEDRS. Diagnóstico e estabelecimento de políticas públicas – 2008-2023. Amapá; 2008. p. 1 - 66.

Cruz AG, Melo AEEF, Sobreira CB, Mazeto MD, Naoe LK. Densidade x biomassa: piscicultura. Seagro. Boletim Técnico, Palmas (TO), 2006. 13p.

Dias MKR, Tavares-Dias M, Marchiori N. First report of *Linguadactyloides brinkmanni* (Monogeneoidea: Linguadactyloidinae) on hybrids of *Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus* (Characidae) from South America. Braz. J Aquat Sci Technol. 2012; 16: 61-64.

Eiras EC, Takemoto RM, Pavanelli GC. Métodos de Estudos e técnicas Laboratoriais em parasitos de peixes. 2º edição. Maringá; 2000. 199p.

Eiras JC, Ranzani-Paiva MJT, Ishikawa CM, Alexandrino AC, Eiras AC. Ectoparasites of semi-intensively farmed tropical freshwater fish *Piaractus mesopotamicus*, *Prochilodus lineatus* and *Colossoma macropomum* in Brazil. Bull Eur Assn Fish Pat. 1995; 15(5): 148 - 151.

Eiras JC, Takemoto RM, Pavanelli GC. Diversidade de parasitos de peixe de água doce. Cicletec, Maringá; 2010. p. 1 - 289.

Food and Agriculture Organization – FAO. Fisheries resources: trends in production, utilization and trade. World review of fisheries and Aquaculturea. Roma; 2010 p. 3 - 87.

Ferrari-Hoeringhaus AP, Takemoto RM, Oliveira LC, Mayrakis MC, Baumgartner G. Host-parasite relationships of monogeneans in gills of *Astyanax altiparanae* and *Rhamdia quellen* of the São Francisco River, Brazil. Parasite. 2006; 13(1): 315 - 320.

Fischer C, Malta JCO, Varella AMB. Fauna parasitária do tambaqui *Colossoma macropomum* (Curvier,1818) (Characiformes: Characidae) do médio rio Solimões, Estado do Amazonas (AM) e do baixo rio Amazonas Estado do Pará (PA), e seu potencial como indicadores biológicos. Acta Amaz. 2003; 33(4): 651 – 662.

Gama CS. A Criação de Tilápias no Estado do Amapá como fonte de risco ambiental. *Acta Amaz.* 2008; 38(3): 525 - 530.

Garcia F, Fujimoto RY, Martins ML, Moraes FR. Protozoan parasites of *Xiphophorus* spp. (Poeciliidae) and their relation with water characteristics. *Arq Bras Med Vet Zoot.* 2009; 6(1): 156-162.

Graça RJ, Machado MH. Ocorrência e aspectos ecológicos de metazoários parasitos de peixes do Lago do Parque do Ingá, Maringá, Estado do Paraná. Maringá. *Acta Sci Biol Sci.* 2007; 29(3): 321- 326.

Graef EW. As espécies de peixes com potenciais para a criação no Amazonas. In: Val AL, Honczaryk A. Criação de Peixes na Amazônia. Manaus: INPA; 1995. p. 29-41.

Godoi MMIM, Engracia V, Lizama MLAP, Takemoto RM. Parasite-host relationship between the tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier 1818) and ectoparasites, collected from fish farms in the City of Rolim de Moura, State of Rondônia, Western Amazon, Brazil. *Acta Amaz.* 2012; 42(4): 515 – 524.

Guidelli G, Tavechio WLG, Takemoto RM, Pavanelli GC. Relative condition factor and parasitism in anostomid fishes from the floodplain of the Upper Paraná River, Brazil. *Vet Parasitol.* 2011; 177(2): 145 - 151.

Hashimoto DT, Senhorini JA, Foresti F, Porto-Foresti F. Interspecific fish hybrids in Brazil: management of genetic resources for sustainable use. *Rev Aquaculture.* 2012; 4: 108 – 118.

Instituto Brasileiro de Meio Ambiente - Ibama. Estatística de pesca. Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Brasília: Ibama; 2007: 51 - 59.

Jerônimo GT, Speck GM, Cechinel MM, Gonçalves ELT, Martins ML. Seasonal variation on the ectoparasitic communities of Nile tilapia cultured in three regions in Southern Brazil. *Braz J Biol.* 2011; 71(2): 365 - 373.

Kubitza F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo de Tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. *Panorama da aquicultura.* Rio de Janeiro; 2004; 82(14): 49 - 55.

Kubitza F. Dinâmica do oxigênio dissolvido. Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões. Jundiaí- São Paulo; 2003b, p. 28-46.

Kubitza F. Indicadores da qualidade das fontes de água para aqüicultura. Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões. Jundiaí- São Paulo; 2003a. p.177 - 185.

Kubitza LMM. Principais parasitoses em tilápia. In: Kubitza F. Tilápia: aquaculture tecnologia e planejamento na produção comercial. Jundiaí - São Paulo; 2000. p. 179 – 234.

Le Cren ED. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). J Anim Ecol. 1951; 20: 201-219.

Leonardo JML, Pereira JC, Krajevieski ME. Ocorrência de Ectoparasitas e estacionalidade em alevinos de tilápia - do - Nilo (*Oreochromis niloticus*) após a reversão sexual na região do Noroeste do Paraná. Cesumar. 2006; 8(2): 185-191.

Lima LC, Leite RC. Boas coletas garantem bons diagnósticos. Panorama da aquicultura. 2006; 96(16): 24 - 29.

Lizama MAP, Takemoto RM, Pavanelli G. Parasitism influence on the hepato, splenosomatic and weight/length relation and relative condition factor of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Prochilodontidae) of the upper Paraná river floodplain, Brazil. Rev Bras Parasit Vet. 2006; 15(3): 116 - 122.

Lizama MAP, Takemoto RM, Rizane-Paiva MJT, Ayroza LM, Pavanelli GC. Relação parasito-hospedeiro em peixes de piscicultura da região de Assis, estado de São Paulo, Brasil. Acta Sci Biol Sci. 2007; 29(2): 223 - 231.

Lopera - Barrero NM, Ribeiro RP, Povh JA, Vargas LDM, Poveda-Parra AR, Digmayer M. O Brasil na produção aquícola mundial. In: Lopera-Barrero NM. et al. (ed.). Produção de organismos aquáticos: uma visão geral no Brasil e no mundo. Guaíba. Agrolivros, 2011a. p. 97-141.

Lopera - Barrero NM, Ribeiro RP, Povh JA, Vargas LDM, Poveda-Parra AR, Digmayer M. As principais espécies produzidas no Brasil. In: Lopera - Barrero, NM. et al. (ed.). Produção de organismos aquáticos: uma visão geral no Brasil e no mundo. Guaíba. Agrolivros, 2011b. p.143 – 215.

Luque JL. Biologia e epidemiologia e controles de parasitos de peixes. Rev Bras Parasitol Vet. 2004; 13(1):161-165.

Malta JCO, Varella AMB. *Argulus chicomendesi* sp. (Crustacea: Argulidae) parasita de peixes da Amazônia Brasileira. Acta Amaz. 2001; 30(1): 481 - 498.

Malta JCO. Os argulídeos (Crustacea: Branchiura) da Amazônia Brasileira. 2. Aspectos da ecologia de *Dolops geayi* Bouvier, 1897 e *Argulus juparanaensis* Castro, 1950. Acta Amazon. 1982; 12(4): 701-705.

Malta JCO, Gomes ALS, Andrade SMS. Infestação maciça por acantocéfalos *Neochinorhynchus buttnerae* Golvan, 1956, (Eoacanthocephala: Neochinorhynchidae) em tambaquis jovens, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados na Amazônia central. Acta Amaz. 2001; 31(1):133-143.

Martins ML, Romero NG. Efectos del parasitismo sobre el tejido branquial en peces cultivados: Estudios parasitologico e histopatológicos. Rev Bras Zool. 1996; 13 (3): 489 - 500.

Martins ML, Moraes FR, Fujimoto RY, Onaka EM, Nomura, DT, Silva CAH, Schalch SHC. Parasitic infections in cultivated freshwater fishes a survey of diagnosed cases from 1993 to 1998. *Rev Bras Parasitol Vet.* 2000; 9(1): 23 - 28.

Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA. Produção pesqueira e aquícola. Estatística 2008 e 2009. Brasília; DF, 2010. p. 1 - 30.

Molnár K, Békési L. Description of a new *Myxobolus* species, *M. colossomatis* sp. from the teleost *Colossoma macropomum* of the Amazon River basin. *J Appl Ichth.* 1993; 9(1) 57 – 63.

Moraes AM, Varella AMB, Malta JCO. *Perulernaea gamitanae* (Crustacea: Lernaedidae) parasitizing *Colossoma macropomum* (Osteichthyes: Serrasalminae) raised in captivity in the Brazilian Amazon. *Bio Geral Exper.* 2011; 11(1): 23 – 28.

Morais AM, Varella AMB, Villacorta-Correa MA, Malta JCO. A fauna de parasitos em juvenis de tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Characidae: Serrasalminae) criados em tanques-rede em lago de várzea da Amazônia central. *Bio Geral Exper.* 2009; 9(1): 14-23.

Moreira LHA, Yamada FH, Ceschini TL, Takemoto RM, Pavanelli GC. The influence of parasitism on the relative condition factor (Kn) of *Metynnis lippincottianus* (Characidae) from two aquatic environments: the upper Parana river floodplain and Corvo and Guairacá rivers, Brazil. *Acta Scie Biol Sci.* 2010; 32(1): 83 - 86.

Ogut H, Akyol A, Alkan MZ. Seasonality of *Ichthyophthirius multifiliis* in trout (*Oncorhynchus mykiss*) farms of the eastern Black Sea region of Turkey. *Turk J Fish Aquat Sci.* 2005; 5(1): 23 - 27.

Onaka EM. Principais parasitoses em peixes de água doce no Brasil. In: Tavares-Dias, M. Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo. Embrapa - Amapá, Macapá; 2009. p. 526 - 574.

Ozturk MO, Altunel F. N. Occurrence of *Dactylogyrus* infection linked to seasonal changes and host fish size on four cyprinid fishes in lake manyas, Turkey. *Acta Zool Acad Sci Hung.* 2006; 56(4): 407- 415.

Pamplona - Basilio MC, Kohn A, Feitosa VA. New host records and description of the egg of *Anacanthorus penilabiatus* (Monogenea: Dactylogyridae). *Mem Inst Oswaldo Cruz.* Rio de Janeiro; 2001; 96(5): 667 – 668.

Pavanelli GC, Eiras JC, Takemoto RM. Parasitoses. Doenças de peixe: profilaxia, diagnóstico e tratamento. 3º edição. Maringá; 2008. p. 1 – 132.

Porto-Forestti F, Hashimoto DT, Prado FD, Foresti FA. Híbridação interespecífica em peixes. *Panorama da aquicultura.* 2011; 126: 28 - 33.

Quaresma JE, Coelho MA, Aquini EM, Curiacos APJ, Toshio LI, Routledge EA, B, Alvarez G, Suplicy FM, Vinatea LA. Aquicultura Sustentável: Construindo um Conceito. *Anais Aquic Bras.* 1998; 98(2): 178 -187.

Ranzani-Paiva MTJ, Silva-Souza AT. Hematologia de Peixes Brasileiros. In: Ranzani-Paiva MJT, Takemoto RM, Lizama MLA. P. Sanidade de Organismos Aquáticos. Ed. Varela, São Paulo; 2004; p. 89 - 120.

Ribeiro MAG. Viabilidade do cultivo de peixes em tanques-rede no Estado de São Paulo. In: Cardoso EL. Cultivo de peixes em tanques-rede: desafio e oportunidades para um desenvolvimento sustentável. EPAMIG: Belo Horizonte; 2005. p. 33 - 40.

Saint-Paul U. The Neotropical Serrasalmid *Colossoma macropomum*: a promising species for fish culture in Amazonia. *Analy Res Devel*. 1986; 22(1): 7 - 35.

Santos EF, Tavares-Dias M, Pinheiro DA, Neves LR, Marinho RGB, Dias MKR. Fauna parasitária de tambaqui *Colossoma macropomum* (Characidae) cultivado em tanque-rede no estado do Amapá, Amazônia oriental. *Acta Amaz*. 2013; 43(1): 107-114.

Santos GME, Santos ACM. Sustentabilidade da pesca da Amazônia. *Estud Av*. 2005;19:165 - 182.

Santos GM, Ferreira EJ, Zuanon JA. Peixes comerciais de Manaus. Manaus, IBAMA/AM, Pró-varzea. 2006a. 167p.

Santos MD, Brasil-Sato MC. Parasitic community of *Franciscodoras marmoratus* (Reinhardt, 1874) (Pisces: Siluriformes, Doradidae) from the upper São Francisco River, Brazil. *Braz J Biol*. 2006b; 66 (3): 931 – 938.

Schalch SHC, Garcia F. Enfermidade de peixes. In: Ayroza LMS. Piscicultura. Manual Técnico. Canti. São Paulo; 2011. p. 99-130.

Schalch SHC, Moraes FR. Distribuição sazonal de parasitos branquiais em diferentes espécies de peixes em pesque-pague do município de Guariba, Brasil. *Rev Bras Parasit Vet*. 2005; 14(4): 141–146.

Schisler GJ, Walker PG, Chittum LA, Bergersen EP. Gill ectoparasites of juvenile rainbow trout and brown trout in the upper Colorado River. *J Aquat Anim Healt*. 1999; 11: 170-174.

Silva AMO, Tavares-Dias M, Fernandes JS. Helminthes parasitizing *Semaprochilodus insignis* Jardine, 1841(Osteichthyes: Prochilodontidae) from the central Amazonia (Brazil), and their relationship with the host. *Neotrop Helmint*. 2011a; 5(2): 225 – 233.

Silva A, Tavares-Dias M, Jerônimo GT, Martins ML. Parasite diversity in *Oxydoras niger* (Osteichthyes: Doradidae) from the basin of Solimões River, Amazonas state, Brazil, and the relationship between monogenoidean and condition factor. *Braz J Biol*. 2011b; 71(3): 791 - 796.

Silva-Acuña A, Guevara M. Evolución de los dietas comerciales sobre el crecimiento del híbrido de *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*. *Zoot Trop*. 2002; 20(4): 357 – 372.

Singhal RN, Jeet S, Davies RW. The relationships between changes in selected physico-chemical properties of water and the occurrence of fish parasites in Haryana, India. *Trop Ecol.* 1986; 27: 1 - 9.

Soares MGM, Costa EL, Siqueira-Souza FK, Anjos HDB, Yamamoto, KC, Freitas, CEC. Peixes de lagos do médio Rio Solimões. 2ª ed. Instituto Piatam, Manaus; 2008. p. 1-160.

Souza EB, Cunha AC. Climatologia de precipitação no estado do Amapá e mecanismos climáticos de grande escala. In: Cunha AC, Souza EB, Cunha HF A. Tempo, clima e recursos hídricos: resultados do Projeto REMETAP no estado do Amapá- Macapá: IEPA, 2010: p.177-195.

Takemoto RM, Lizama MAP, Guidelli GM. Parasitos de peixes de águas continentais. In: Ranzani-Paiva MJT, Takemoto RM, Lizama MAP. Sanidade de organismos aquáticos. Editora Varela. São Paulo; 2004. p. 179 - 197.

Tavares-Dias M. Piscicultura continental no Estado do Amapá: diagnóstico e perspectivas. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 81. Macapá: Embrapa; 2011.

Tavares-Dias M, Lemos JRG, Andrade SMS, Aquino-Pereira SL. Ocorrência de ectoparasitos em *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (Characidae) cultivados em estação de pisciculturas na Amazônia central. CIVA 2006 (<http://www.civa2006.org>). 2006; 726 - 731.

Tavares-Dias M, Martins ML, Moraes FR, Kronka SN. Fator de condição e relação hepato e esplênossomática em teleósteos de água doce naturalmente parasitados. *Acta Sci Biol Sci.* 2000; 22(2): 533-537.

Tavares-Dias M, Moraes FR, Kronka SN. Fauna Parasitária de peixes oriundos de “pesque-pague” do município de Franca, Estado de São, Brasil. II. Metazoários. *Rev Bras Zool.* 2001a; 18 (supl. 1): 81-95.

Tavares-Dias M, Martins ML, Moraes FR. Fauna Parasitária de peixes oriundos de “pesque-pague” do município de Franca, Estado de São, Brasil. II. Protozoários. *Rev Bras Zool.* 2001b; 18 (supl. 1): 67-79.

Tavares-Dias M, Neves LR, Santos EF, Dias MKR, Marinho RGB, Ono EA. *Perulernaea gamitanae* (Copepoda: Lernaeidae) parasitizing tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Characidae) and the hybrids tambacu and tambatinga, cultured in Northern Brazil. *Arq Bras Med Vet Zoot.* 2011; 63(4): 998 - 995.

Thatcher VE. Amazon fish parasites. 2º edition. Sofia, Moscow: Pensoft Publishers; 2006. p. 1- 508.

Thien PC, Dalsgaard A, Nhan NT Olsen A, Murrell KD. Prevalence of zoonotic trematode parasites in fish fry and juveniles in fish farms of the Mekong Delta, Vietnam. *Aquacult.* 2009; 295: 1–5.

Toledo-Filho AS, Almeida-Toledo LF, Foresti F, Calcagnotto D, Fontteles-Santos SBA, Bernardino G. Cadernos de Ictiogenética nº 4: Programas genéticos de seleção, hibridação e endocruzamento aplicados à Piscicultura. Departamento de Biologia – CCS/USP; 1996. p. 1- 49.

Varella MBA, Peiro SN, Malta SN. Monitoramento da parasitofauna de *Colossoma macropomum* (Curvier, 1818) (Osteichthyes: Charidae) cultivado em tanques rede em um lago de várzea na Amazônia. Aquabio. XII Simpósio Brasileiro de Aquicultura. Goiânia, 2003; 2: 95-105.

Vieira IM, Souza BS. Gestão de Recursos Pesqueiros. Sustentabilidade e gestão ambiental no Amapá, Saberes Tucuju. Macapá: GEA/SEMA; 2002. p. 68 - 83.

Vieira JS, Gomieiro JS, Dionisio MA, Logato PV. Aspectos Gerais da Piscicultura. Departamento de Pós-Praduação em Zootecnia, da UFLA, 2004. p. 1 – 32.

Violante-González J, Aguirre-Macedo ML, Vidal-Martínez VM. The temporal variation in the helminth parasite communities of pacific fat sleeper *Dormitator latifrons* from Tres Palos lagoon, Guerrero, Mexico. J Trop Biol. 2008; 94: 326 –334.

Vital JF, Varella AMB, Porto DB, Malta JCO. Sazonalidade da fauna de metazoários de *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1858) no Lago Piranha (Amazonas, Brasil) e a avaliação de seu potencial como indicadora da saúde do ambiente. Biota Neotrop. 2011; 11(1): 199 – 204.

CAPÍTULO 1

Parasitos protozoários e metazoários em tambaqui de oito pisciculturas do Norte do Brasil

Parasitas protozoários e metazoários em tambaqui de oito pisciculturas do Norte do Brasil

Márcia Kelly Reis Dias-Grigório ⁽¹⁾; Marcos Tavares-Dias^(1,2), Ligia Rigor Neves⁽²⁾;
Renata das Graças Barbosa Marinho⁽¹⁾ e Evandro Freitas Santos ⁽¹⁾

¹Laboratório de Aquicultura e Pesca, Rodovia Juscelino Kubitschek, km 5, 2600, 68903-419, Macapá, AP, Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical (PPGBIO), Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Rodovia Juscelino Kubitschek km 2, 68902-280 - Macapá, AP, Brasil.

Correspondência para: Marcos Tavares Dias

Embrapa Amapá. Rodovia Juscelino Kubitschek, km 5, 2600, 68903-419, Macapá, AP, Brasil. E-mails: marcos.tavares@embrapa.br; mtavaresdias @pq.cnpq.br

Resumo - O presente estudo avaliou a parasitofauna e relação hospedeiro- parasito em *Colossoma macropomum* de pisciculturas do Estado do Amapá, Brasil. Foram coletados 12.242.559,0 parasitos e 87,4% de peixes estavam parasitados por uma ou mais espécies de parasitos tais como *Ichthyophthirius multifiliis*, *Piscinoodinium pillulare*, *Trichodina* sp. e *Tetrahymena* sp. (Protozoa), *Anacanthorus spathulatus*, *Linguadactyloides brinkmanni*, *Mymarothecium boegeri* e *Notozothecium janauachensis* (Monogenoidea), *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* (Nematoda) e *Perulernaea gamitanae* (Copepoda) e *Braga patagonica* (Isopoda). A maior dominância foi *I. multifiliis* e o maiores níveis de parasitismo foram causados por *I. multifiliis*, *P. pillulare*, espécies de monogenoideas e *P. gamitanae*, os quais mostraram dispersão agregada. Porém, o parasitismo não influenciou o fator de condição relativo (Kn) dos peixes, pois a prevalência de parasitos foi maior nos peixes maiores e com melhores condições corporais. Nas oito pisciculturas estudadas houve diferenças quanto aos níveis de infecções parasitárias, manejo e qualidade da água, que foram aqui discutidas. Este foi o primeiro relato de *Tetrahymena* sp. e *P. (S.) inopinatus* para *C. macropomum*.

Termos de indexação: agregação, *Colossoma macropomum*, fator de condição, *Ichthyophthirius multifiliis*, monogenoidea, protozoários, sanidade.

Introdução

Colossoma macropomum (tambaqui) é uma espécie nativa da Amazônia que possui hábito alimentar onívoro (Soares et al. 2008), facilitando seu cultivo intensivo, devido a sua boa aceitação as rações artificiais (Chagas et al., 2005; Lopera-Barrero et al., 2011; Santos et al., 2013). Todas essas características favoráveis ao cultivo intensivo fazem do tambaqui o peixe nativo mais produzido no Brasil, principalmente na Amazônia. A sua produção nacional aumentou em 66,0%, no período de 2007 para 2009 (Lopera-Barrero et al., 2011), e em 2010 foi 54.313,1 toneladas (MPA, 2012). Porém, a perspectiva é de crescimento contínuo também para os próximos anos.

Na Amazônia, *C. macropomum* vem sendo cultivado em viveiros (Tavares-Dias et al., 2006; Delgado et al., 2011; Godoi et al., 2012) e tanques-rede (Varella et al., 2003; Moraes et al., 2009; Santos et al., 2013). Devido a intensificação do cultivo intensivo, os problemas relativos às infecções por ectoparasitos tem aumentado (Tavares-Dias et al., 2006; Moraes et al., 2009; Delgado et al., 2011; Godoi et al., 2012; Santos et al., 2013), agravando consideravelmente quando o manejo e os baixos níveis de oxigênio dissolvido na água são inadequados para cultivo desse peixe (Moraes et al., 2009; Santos et al., 2013). Os parasitos podem influenciar negativamente a alimentação e a taxa de crescimento dos hospedeiros cultivados, além de reduzir as condições corporais e a qualidade dos peixes, interferindo então na sua produtividade e comercialização. Assim, nas pisciculturas é necessário identificar os agentes causadores de infecções parasitárias e avaliar as condições sanitárias, para implantar e/ou melhorar as medidas profiláticas e sanitárias adotadas (Tavares-Dias et al., 2001a,b; Delgado et al., 2011), para interferir de forma eficiente no processo.

No Estado do Amapá, a produção da piscicultura é de aproximadamente 10 toneladas e o cultivo de *C. macropomum* corresponde a 50% dessa produção. Porém, em geral, o manejo e os padrões sanitários desses estabelecimentos cultivo tem sido inadequados, o que pode levar a perdas econômicas causadas parasitoses (Tavares-Dias, 2011). Assim, o objetivo desse estudo foi identificar os parasitos de *C. macropomum* em oito pisciculturas do município de Macapá, Estado do Amapá, Brasil, bem como avaliar a relação hospedeiro-parasito e condições de sanidade dessas pisciculturas.

Material e métodos

De setembro de 2009 a abril de 2011, trimestralmente, 10 *C. macropomum* foram coletados em cada uma das oito pisciculturas do município de Macapá, Estado do Amapá (Brasil). Todos os peixes coletados foram examinados e feita a análise parasitológica em cada piscicultura que tinham diferentes características de manejo (Tabela 1).

Em cada peixe necropsiado foram examinados a boca, opérculos, brânquias e trato gastrointestinal. As brânquias foram removidas, fixadas em formol 5% e analisadas com auxílio de estereomicroscópio e microscópio de luz comum. O trato gastrointestinal foi removido para detectar endoparasitos. A metodologia empregada para coleta, fixação e preparação dos parasitos para identificação (Eiras et al., 2006; Thatcher, 2006), bem como quantificação dos parasitos seguiu recomendações prévias da literatura (Tavares-Dias et al., 2001a,b).

Os descritores parasitários usado foram os recomendados por Rohde et al. (1995) e Bush et al. (1997). O índice de dispersão (ID) e o índice de discrepância (D) de Poulin foram calculados usando o software Quantitative Parasitology 3.0, para detectar o padrão de distribuição de cada infracomunidade de parasitos (Rózsa et al., 2000), em espécies com prevalência $\geq 10\%$ (Bush, 1990). A significância do ID, para cada espécie de parasito, foi testada pelo estatístico d (Ludwig & Reynolds, 1988).

Os dados de peso (g) e comprimento total (cm) foram usados para calcular a equação da relação peso-comprimento e o fator de condição relativo (Kn) de peixes parasitados e não parasitados (Le-Cren, 1951). A diferença nos valores de Kn entre peixes parasitados e não parasitados foi comparada pelo teste de Mann-Whitney (U). O coeficiente de Pearson (r) foi usado para determinar possíveis correlações da abundância de parasitos com o comprimento, peso corporal e Kn dos hospedeiros (Zar, 2010). A existência de correlação entre o comprimento dos peixes e a prevalência de infecção parasitária total foi testada usando o coeficiente de Pearson (r), com prévia transformação angular dos dados de prevalência ($\arcsin \sqrt{x}$) e separação das amostras em 16 classes de comprimento.

Em cada piscicultura, durante as coletas de peixes, foram determinados o pH usando pHmetro digital (pH-100, YSI), temperatura e níveis de oxigênio

dissolvido usando oxímetro digital (DO-200, YSI). Para comparação desses parâmetros entre pisciculturas foi usada análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Holm-Sidak quando as foram diferenças significativas ($p < 0,05$). Todas as análises estatísticas foram feitas usando o software Sigma Stat (Versão 3.5).

Resultados e Discussão

Nas oito pisciculturas de Macapá (AP) a temperatura média da água dos viveiros de *C. macropomum* foi similar, como o esperado, mas pH foi menor somente em uma das propriedades. Os níveis médio de oxigênio foram também similares em todas as pisciculturas, mas na maioria delas foram inferiores a 3 mg/L, (Figura 1). *Colossoma macropomum* é um peixe que apresenta melhor desempenho zootécnico em cultivo com pH ácido, variando de 4,0 a 6,0 (Aride et al., 2006). Porém, os baixos valores de oxigênio aqui encontrados são inadequados para o cultivo de peixes tropicais (Ayroza & Scorvo, 2011), incluindo *C. macropomum*, que embora desenvolva adaptação fisiológica (formação de prolapso labial) a tais condições ambientais adversas, pode ter seu crescimento influenciado negativamente. Além disso, o estresse ambiental associado às flutuações de temperatura, níveis de oxigênio e pH, alta densidade de estocagem e manejo inadequado podem aumentar a suscetibilidade dos peixes às infecções parasitárias no cultivo (Tavares-Dias et al., 2001a,b; Banu & Khan, 2004; Modu et al., 2012), principalmente aos ectoparasitos.

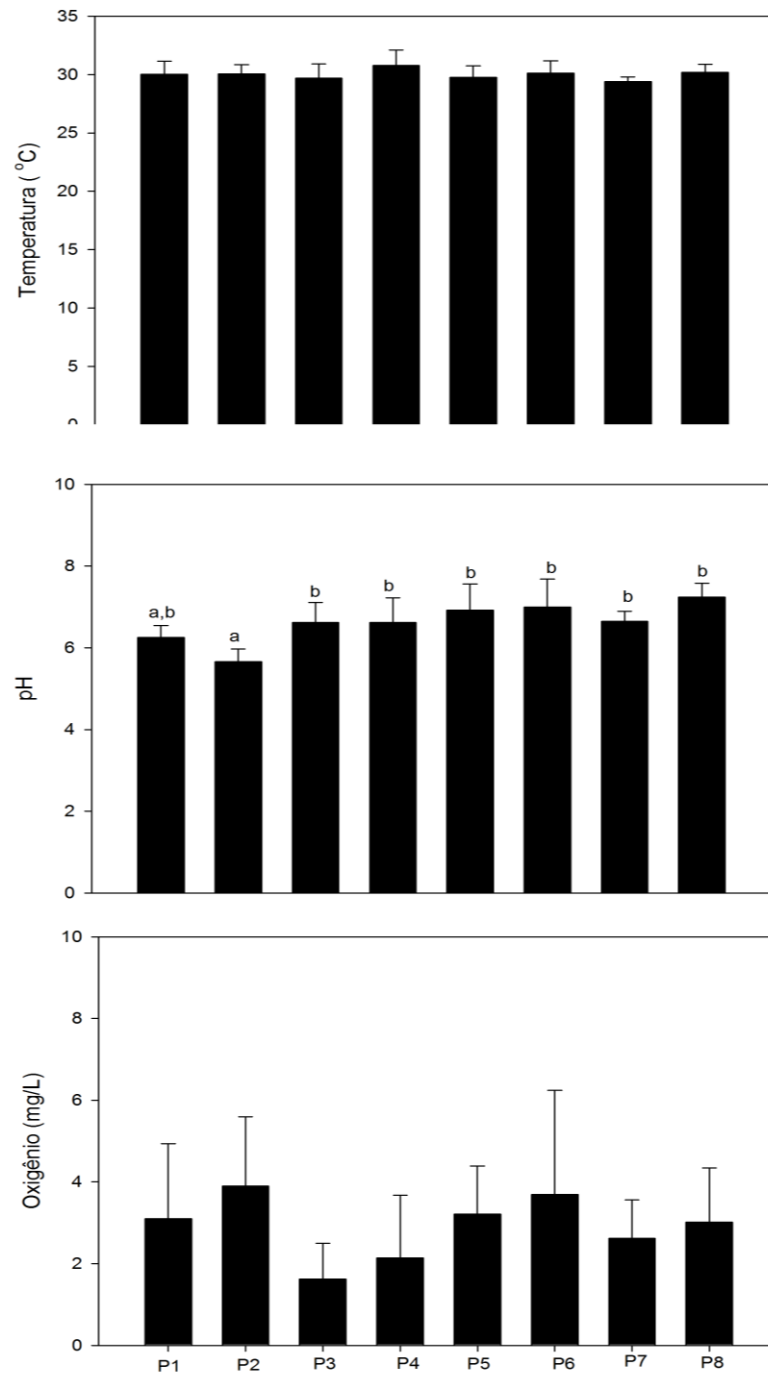


Figura 1. Parâmetros de qualidade da água em viveiros de *Colossoma macropomum* de pisciculturas de Macapá, Estado do Amapá, Brasil. Média \pm desvio padrão. Letras distintas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

Nas oito pisciculturas foi coletado um total de 473 *C. macropomum*, com peso e comprimento variados, pois esses peixes estavam em duas fases do cultivo, a alevinagem e recria. As densidades de estocagem e o manejo variaram, mas a

elevada prevalência parasitária total foi alta, sendo similar entre as pisciculturas (Tabela 1), devido o tipo de manejo utilizado nos cultivos e o pouco domínio da atividade por parte dos produtores. Prevalência (100%) parasitária elevada foi também relatada para *C. macropomum* de duas pisciculturas do Estado Rondônia (93%) (Godoi et al., 2012) e de piscicultura de tanque-rede do Estado do Amapá (96,5%) (Santos et al., 2013).

No período de estudo, houve uma ocorrência de mortalidade em tambaqui de uma das pisciculturas (P4), quando 11 mil alevinos (± 5 cm) foram transportados de forma inadequada, ou seja, em horário (12 e 14 horas) com temperaturas elevadas e sem uso de oxigênio nos tanques de transporte, pois nenhum peixe examinado estava parasitado. Recente levantamento aponta que mortalidade de tambaqui ocorreu em 26,4% das pisciculturas do Estado do Amapá, no período de 2000-2010, causando prejuízos estimados em cerca de R\$ 80.000,00. Em geral, essas perdas ocorreram devido aos baixos níveis de oxigênio dissolvido na água, superpopulação e transporte inadequado. A maioria dos piscicultores além da pouca experiência na atividade não tem assistência técnica (Tavares-Dias, 2011), assim realiza manejo nutricional e alimentar inadequados. Portanto, como o transporte e manejo são procedimentos indispensáveis em qualquer piscicultura, então devem ser conduzidos de forma parcimoniosa, para evitar perdas econômicas.

Em *C. macropomum* examinados foram encontrados quatro espécies de Protista, quatro espécies de Monogenoidea, um Nematoda e duas espécies de Crustacea. Em tambaqui de tanques-rede no Estado do Amapá, Santos et al. (2013) descreveram somente duas espécies de Protistas, duas espécies de Monogenoideas e uma espécie de Hirudinea. Para esse mesmo hospedeiro de viveiros do Estado do Amazonas, Tavares-Dias et al. (2006) relataram somente uma espécie um Protista, um Monogenoidea e um Myxosporea. Godoi et al. (2012) identificaram seis espécies de Monogenoidea e uma espécie de Crustacea para tambaqui cultivado no Estado de Rondônia. Portanto, em tambaqui de cultivo há uma maior diversidade de espécies de ectoparasitos, os quais possuem ciclo de vida direto, pois nesse ambiente artificial é menos frequente a presença de endoparasitos, devido à ausência ou baixa ocorrência dos estágios infectantes em hospedeiros intermediários dos endohelmintos, parasitos com ciclo de vida heteroxênico.

Tabela 1. Valores médios \pm desvio padrão do peso e comprimento, localização geográfica, densidade de estocagem e prevalência (P) parasitária total em *Colosssoma macropomum* de oito pisciculturas no Estado do Amapá, Brasil. PE: peixes examinados; PP: peixes parasitados; P: Prevalência.

Pisciculturas	Coordenadas geográficas	Peso (g)	Comprimento (cm)	Densidade (peixe/m ²)	PE/PP	P (%)
P1	00°08'42,3"N-051°06'04,2"W	527,3 \pm 279,42	29,7 \pm 6,29	2,5	54/54	100
P2	0°0'21,7"S-051°07'23,1"W	514,1 \pm 385,1	26,6 \pm 9,52	2,0	59/58	98,3
P3	0°00'13,5"S-051°06'12,8"W	884,7 \pm 676,73	33,1 \pm 13,78	2,8	68/56	82,8
P4	00°01'48,3"S-051°07'52,9"W	332,9 \pm 265,98	22,6 \pm 9,73	2,0	68/61	89,7
P5	0°04'15,4"N-051°02'16,9"W	303,8 \pm 145,53	26,4 \pm 4,5	2,8	70/65	92,9
P6	0°02'31,4"S-051°07'34,4"W	747,4 \pm 485,09	32,8 \pm 8,48	2,3	71/70	98,6
P7	00°00'13,2"S-051°06'10,9"W	397,3 \pm 168,92	27,9 \pm 4,8	0,8	52/51	98,1
P8	0°00'04,5"N-051°05'52,1"W	384,3 \pm 219,35	37,2 \pm 43,9	1,5	31/23	74,2

Os espécimes de *C. macropomum* de oito pisciculturas estavam parasitados por *Ichthyophthirius multifiliis*, *Piscinoodinium pillulare*, *Trichodina* sp., *Tetrahymena* sp. (Ciliophora), *Anacanthorus spathulatus*, *Linguadactyloides brinkmanni*, *Mymarothecium boegeri*, *Notozothecium janauachensis* (Dactylogyridae), *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus* (Camallanidae), *Perulernaea gamitanae* (Lerneidae) e *Braga patagonica* (Cymothoidae). Os elevados níveis de infecção por *I. multifiliis* foram similares em todas as oito pisciculturas. Porém, os níveis de infecções por *P. pillulare* foram mais elevadas somente em 25% das pisciculturas (Tabelas 2-3), devido à baixa qualidade ambiental que favorece a proliferação de ambos protozoários de transmissão horizontal (Colorni, 2008; Santos et al., 2013), principalmente em peixes cultivados em elevadas densidades de estocagem e pobre condição de manejo (Banu & Khan, 2004), como ocorreu com os peixes do presente estudo.

Os ciliados *Trichodina* sp. (prevalência 13,2% e intensidade média de 1.023 ± 823) e *Tetrahymena* sp. (prevalência de 19,1% e intensidade média de 6.249 ± 6.513) ocorreram somente em uma das pisciculturas (P4). Em cultivo, elevada proliferação desses protozoários ocorre, principalmente, devido a baixa qualidade da água, eutrofização ambiental (Tavares-Dias et al., 2001a), bem como em peixes debilitados (Colorni, 2008) pelos efeitos dessas condições ambientais adversas.

Tabela 2. Protozoários parasitos das brânquias de *Colosssoma macropomum* em oito pisciculturas de Macapá, estado do Amapá, Brasil. PE: Peixes examinados, PP: Peixes parasitados, IM: Intensidade média, AM: Abundancia média, NTP: Número total de parasitos.

Pisciculturas	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>					<i>Piscinoodinium pillulare</i>				
	PE/PP	P(%)	IM	AM	NTP	PE/PP	P (%)	IM	AM	NTP
P1	54/53	98,1	174.955	171.715	9.272.628,0	54/21	38,9	73.203	28.468	1.537.255,0
P2	58/48	82,8	272.541	225551	13.081.986,0	58/41	70,7	86.533	61.170	3.547.866,0
P3	68/56	82,4	357.589	294.485	20.025.001,0	68/34	50,0	75.458	37.729	2.565.573,0
P4	68/61	89,7	236.790	212.414	14.444.183,0	68/37	54,4	62.116	33.798	2.298.295,0
P5	70/63	90,0	194.314	174.881	12.241.708,0	70/21	30,0	17.909	5.373	376.090,0
P6	71/67	94,4	373.837	352.775	25.047.053,0	71/37	52,1	54.725	28.518	2.024.816,0
P7	52/51	98,1	136.917	134.283	6.982.743,0	52/38	73,1	25.265	18.463	960.077,0
P8	31/22	71,0	323.778	229.778	7.123.124,0	31/13	41,9	35.132	14.733	456.722,0

Nas brânquias de *C. macropomum*, as espécies de Monogenoidea encontradas foram *A. spathulatus*, *M. boegeri*, *N. janauachensis* e *L. brinkmanni*, mas somente *A. spathulatus* foi coletado desse peixe em todas as oito pisciculturas. *Mymarothecium boegeri* não ocorreu somente em duas pisciculturas (P2 e P8), enquanto *L. brinkmanni* foi coletado em peixes de quatro pisciculturas (P1, P3, P4 e P6) e *N. janauachensis* em peixes de três delas (P1, P3 e P6). Embora não tenha sido possível determinar a prevalência para cada espécie desses monogenoideas, observou-se que *L. brinkmanni* e *N. janauachensis* foram os menos prevalentes nas amostras. Tais diferenças quanto a prevalência dessas espécies de monogenoideas foram também descritas por Moraes et al. (2009), para *C. macropomum* de tanque-rede em lago do Estado do Amazonas. Porém, entre as pisciculturas do Estado do Amapá, a prevalência de espécies de monogenoideas foi similar, enquanto a intensidade desses parasitos foi maior em três propriedades (Tabela 3), com manejo diferenciado.

Procamallanus (S.) *inopinatus* foram coletados no intestino de *C. macropomum* de 75,0% das pisciculturas de Macapá (AP), mas a maior prevalência foi em peixes de uma das pisciculturas (P5), provavelmente devido à maior presença de estágios infectantes desse nematoide, pois os viveiros da propriedade são abastecidos com água proveniente de um rio e sua área de planície, onde existem esses artrópodes. Os quironomídeos são hospedeiros intermediários de *P. (S.) inopinatus* (Moreira et al., 2009), um nematoide com baixa especificidade parasitária que necessita dos peixes como hospedeiros paratênicos ou definitivos (Silva et al., 2011). Porém, as espécies de Camallanidae podem ser prejudiciais aos peixes cultivados, pois quando em presença de grande quantidade de hospedeiros intermediários contendo estágios infectantes, nesse ambiente artificial, pode causar elevado parasitismo.

Tabela 3. Helmintos parasitos de *Colosssoma macropomum* em oito pisciculturas de Macapá, Estado do Amapá, Brasil. PE: Peixes examinados, PP: Peixes parasitados, IM: Intensidade média, NTP: Número total de parasitos.

Pisciculturas	Monogenoidea					<i>Procamallanus (S.) inopinatus</i>				
	PE/PP	P (%)	IM	AM	NTP	PE/PP	P (%)	IM	AM	NTP
P1	54/54	100	570,5	570,5	30.805	54/0	0	0	0	0
P2	58/57	98,3	108,6	106,7	6.190	58/1	1,7	1,0	0,02	1
P3	68/56	82,4	492,5	405,6	27.579	68/0	0	0	0	0
P4	68/61	89,7	372,1	333,8	22.698	68/3	4,4	2,0	0,09	6
P5	70/65	92,9	164,1	152,4	10.667	70/18	25,7	1,0	0,2	18
P6	71/70	98,6	804,3	793,0	56.303	71/3	4,2	2,7	0,1	8
P7	52/51	98,1	168,1	164,9	8.575	52/3	5,8	2,7	0,1	8
P8	31/23	74,2	166,2	123,3	3.822	31/1	3,2	1,0	0,03	1

Lerneideos *P. gamitanae* foram encontrados parasitando tambaqui somente de duas pisciculturas (P4 e P6). Em peixes da piscicultura (P4) parasitaram somente a boca (prevalência= 10,3% e intensidade média=1,8 ± 1,07) dos peixes em baixos níveis de infecção. Porém, na outra piscicultura (P6) parasitaram a boca (prevalência 64,3% e intensidade média 4,9 ± 3,2) e também as brânquias (prevalência 47,1% e intensidade média 2,2 ± 1,4). Todavia, tambaqui da piscicultura P6 foi a fonte da introdução de *P. gamitanae* para os viveiros da piscicultura P4, quando essa adquiriu peixes infectados para recria. Tais resultados denotam a grande importância da quarentena, para evitar a transferência de parasitos entre pisciculturas, mas em geral, esse procedimento não é adotado na maioria das pisciculturas, levando então à necessidade de tratamentos quimioterápicos, os quais podem ser dispendiosos. Para eliminação e controle de *P. gamitanae* na piscicultura, 100g/1.000m³ de Diflubenzuron em três tratamentos consecutivos podem ser usados (Tavares-Dias et al., 2011), pois os copepoditos podem sobreviver por até sete dias sem o seu hospedeiro.

Tambaqui de somente uma piscicultura (P6) foi parasito por isópodes *B. patagonica*, mas em baixa prevalência (16,0%) e intensidade de 2,0 parasitos/hospedeiro. Esses parasitos foram encontrados na região dorsal dos hospedeiros, próximo à nadadeira dorsal e causaram a perda das escamas e pele, provocando um grave processo inflamatório no local. Porém, esses parasitos podem causar também a perda de sangue, redução dos filamentos branquiais e da eficiência respiratória, além de reduzir o crescimento dos peixes (Carvalho et al., 2004), consequências indesejáveis na piscicultura. A fonte desses parasitos no corpo de *C. macropomum* foi os peixes silvestres (*Hoplias malabaricus*, espécies de Curimatidae e *Ancestrorhynchus* spp.), portadores de infecção branquial de *P. patagonica*, vindos do igarapé que abastece a piscicultura. Todavia, esses isópodes não ocorrem usualmente em peixes de cultivo.

Em tambaqui de pisciculturas do Estado do Amapá houve dominância de *I. multifiliis*, seguida por *P. pillulare* (Tabela 4). Elevada prevalência de ambos os ciliados foram similares aquelas descritas para esse mesmo hospedeiro cultivado em tanque-rede (Santos et al., 2013), enquanto a intensidade média e abundância aqui foram superiores, como o esperado, devido a baixa qualidade ambiental nos cultivos. Os níveis de infecção por *Tetrahymena* sp. foram similares aos descritos

para *Carnegiella strigata*, enquanto os níveis de *Trichodina* sp. foram similares aos de *Carnegiella martae* (Tavares-Dias et al., 2010), ambos hospedeiros coletados do Rio Negro. Porém, *Tetrahymena* sp. é um ciliado com rara ocorrência em espécies de peixes brasileiros, em contraste a *Trichodina* sp., que parasita populações naturais e de cultivo.

Nas brânquias de *C. macropomum* os níveis de monogenoideas foram elevados (Tabela 4), e prevalência foi similar aquela descrita para esse hospedeiro de tanques-rede do Lago Paru, AM (Moraes et al., 2009) e Rio Matapi, AP (Santos et al., 2013) e de viveiros do Estado de Rondônia (Godoi et al., 2012). Porém, a intensidade média e a abundância média foram maiores que a desses três estudos, devido ao ambiente de cultivo diferenciado. O parasitismo por espécies de monogenoideas é favorecido por pH e baixos níveis de oxigênio nos viveiros de cultivo (Banu e Khan, 2004; Modu et al., 2012), além das altas temperaturas da região.

Camalanideos *P. (S.) inopinatus* foram os únicos endoparasitos coletados de *C. macropomum* cultivados no Estado do Amapá (Tabela 4), mas tiveram baixos níveis de infecção. Porém, peixes onívoros como *C. macropomum* são menos parasitados por nematoides se comparados aos carnívoros, os quais são predadores de peixes hospedeiros intermediários (Silva et al., 2011). Embora *P. (S.) inopinatus* seja o nematoide mais comum parasitando populações de peixes de ambiente natural no Brasil (Eiras et al., 2010; Silva et al., 2011), sua ocorrência tem sido pouco frequente em peixes cultivados. Este é o primeiro relato de *P. (S.) inopinatus* em *C. macropomum* e ocorreu em cultivo na Amazônia oriental.

Em geral, *C. macropomum* cultivados no Estado do Amapá o parasitismo por *P. gamitanae* e *B. patagonica* foram baixos (Tabela 4). Esses níveis de parasitismo por *P. gamitanae* foram similares aos descritos para tambaqui cultivado no Estado de Rondônia (Godoi et al., 2012). Porém, foram maiores se comparados aos desse mesmo hospedeiro cultivado no Estado do Amazonas (Moraes et al., 2011). Em alevinos de tambaqui cultivados na Amazônia peruana, elevados níveis de infecção por *P. gamitanae* causaram a mortalidade em 100% dos peixes (Delgado et al. 2011). Esse lerneídeo que tem especificidade parasitária, pois infecta *C. macropomum* e seus híbridos tais como tambacu e tambatinga (Tavares-Dias et al., 2011) e pode causar processo inflamatório, hiperplasia e anemia branquial,

levando os peixes à morte (Delgado et al., 2011; Moraes et al., 2011; Tavares-Dias et al., 2011), principalmente alevinos com elevada infecção.

Em relação à riqueza de espécies na comunidade, houve predominância de hospedeiros parasitados por duas espécies (*I. multifiliis* e Monogeneoidea) e três espécies de parasitos (*I. multifiliis*, Monogeneoidea, *P. pillulare*). Os peixes tiveram o máximo de cinco espécies de parasitos por hospedeiro (Figura 2), embora tenham sido coletadas oito espécies de parasitos em *C. macropomum*.

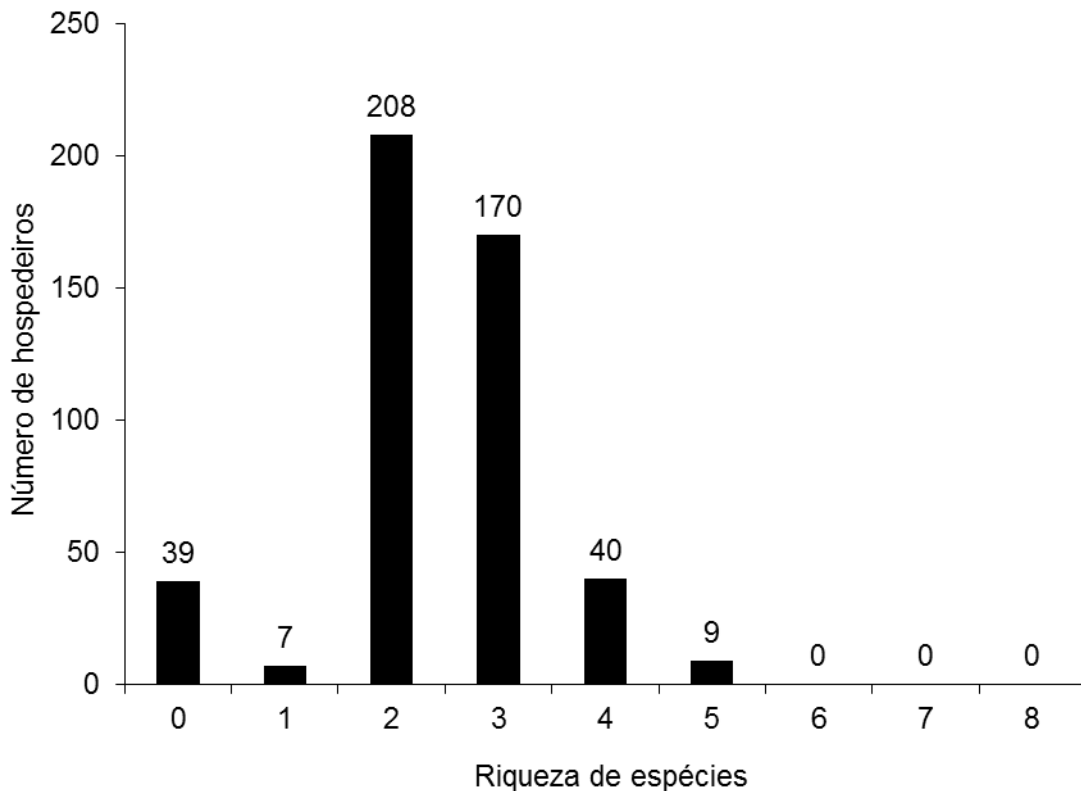


Figura 2. Riqueza da comunidade de parasitos em *Colossoma macropomum* de pisciculturas de Macapá, Estado do Amapá, Brasil.

Tabela 4. Índices parasitológicos de *Colosssoma macropomum* em pisciculturas do Estado do Amapá, Brasil. PE: Peixes examinados, PP: Peixes parasitados, IM: Intensidade média, DP: Desvio padrão, AM: Abundância média NTP: Número total de parasitos, DR: dominância relativa. Sítio de infecção.

Parasitos	SI	PE/PP	P (%)	IM ± DP	AM	NTP	DR
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	Brânquias	473/424	89,6	255.232,1 ± 246.808,4	228.792,0	108.218.426,0	0,8852763
<i>Piscinoodinium pillulare</i>	Brânquias	473/245	51,8	56.191,0 ± 62.266,7	29.105,0	13.766.694,0	0,1126178
<i>Tetrahymena</i> sp.	Brânquias	473/13	2,7	6.249,0 ± 1.457,6	172,0	81.233	0,0006645
<i>Trichodina</i> sp.	Brânquias	473/147	1,9	1023,0 ± 176,2	19,5	9.203	0,0000753
Monogenoidea	Brânquias	473/424	89,6	393,0 ± 652,1	352,3	166.639	0,0013632
<i>Procamallanus</i> (S.) <i>inopinatus</i>	Intestino	473/19	4,0	2,2 ± 0,66	0,09	42	0,0000003
<i>Perulernaea gamitanae</i>	Brânquias	473/33	6,9	2,2 ± 0,68	0,2	73	0,0000006
<i>Perulernaea gamitanae</i>	Boca	473/53	11,2	4,5 ± 1,70	0,5	237	0,0000029
<i>Braga patagonica</i>	Corpo	473/12	2,5	1,0 ± 0,16	0,03	12	-

Em *C. macropomum* cultivados, as infracomunidades de *I. multifiliis*, *P. pillulare*, Monogenoidea e *P. gamitanae* apresentaram padrão de dispersão agregado (Tabela 5), sugerindo estabilidade na dinâmica da relação hospedeiro-parasito. Esse padrão de dispersão geralmente é influenciado por fatores genéticos, ambientais e imunológicos dos hospedeiros (Moller, 2006), assim é o mais comum em peixes de cultivo. Porém, em cultivo, os fatores influenciando esse padrão de dispersão dos ectoparasitos são preponderantemente o ambiente e a agregação dos peixes.

Tabela 5. Índice de dispersão (ID), estatístico d e índice de discrepância (D) para as infracomunidades em *Colossoma macropomum* (n=473) de pisciculturas do Estado do Amapá, Brasil.

Parasitos	ID	d	D
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	16.125	92.67	0.400
<i>Piscinoodinium pillulare</i>	22.114	113.93	0.665
Monogenoidea	13.323	81.45	0.446
<i>Perulernaea gamitanae</i>	5.717	42.755	0.924

Em *C. macropomum*, a prevalência total de parasitos aumentou com comprimento ($r=0,4487$; $p=0,0001$) dos hospedeiros. Com o crescimento dos peixes em tamanho e peso houve aumento da abundância de *I. multifiliis*, *P. pillulare* e monogenoideas (Tabela 6), devido ao acúmulo desses ectoparasitos nas brânquias dos hospedeiros (Rohde et al., 1995; Godoi et al., 2012). Similarmente, para *C. macropomum*, foi relatada correlação positiva da abundância de *A. spathulatus* com o comprimento padrão (Godoi et al., 2012) e da intensidade de *P. pillulare* com comprimento total dos hospedeiros (Santos et al., 2013). Portanto, o tamanho dos hospedeiros, um reflexo de sua idade, pode ser um importante fator na variação da abundância e intensidade das infracomunidades parasitárias (Santos et al., 2013).

Em *C. macropomum*, a equação que descreve a relação peso-comprimento foi $y=0,0519x^{2,6468}$; $R^2=0,741$, e mostra crescimento do tipo alométrico negativo, assim como em peixes parasitados ($y=,0884x^{2,5025}$; $R^2=0,784$) e não parasitados ($y=0,0549x^{2,356}$; $R^2=0,582$). Tais resultados indicam um maior

incremento em massa corporal dos peixes que em comprimento. O Kn de *C. macropomum* parasitados (Kn= 0,999 ± 0,068) e não parasitados (Kn= 0,928 ± 0,335) não foi diferente ($U=5412.5$; $p=0,188$), indicando que os parasitos tiveram baixa patogenicidade para os hospedeiros, inclusive *P. gamitanae*, que é pouco patogênica para hospedeiros maiores. Além disso, Kn foi positivamente correlacionado com a abundância de espécies de Monogenoidea, *I. multifiliis* e *P. pillulare* (Tabela 6), indicando que hospedeiros com melhores condições corporais suportam maiores níveis de parasitismo. Resultados similares foram descritos para tambaqui de outros cultivos intensivo (Godoi et al., 2012; Santos et al., 2013).

Tabela 6. Coeficiente da correlação de Pearson (r) da abundância dos principais parasitos com o comprimento total, peso corporal e Kn de *Colossoma macropomum* (n=473) de pisciculturas do Estado do Amapá, Brasil.

Parasitos	Comprimento		Peso corporal		Kn	
	r	p	r	p	r	p
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	0,2604	0,0001	0,4201	0,0001	0,1765	0,0002
<i>Piscinoodinium pillulare</i>	0,1520	0,0011	0,2653	0,0001	0,1033	0,0271
Monogenoidea	0,1360	0,0035	0,2667	0,0001	0,1082	0,0206
<i>Perulernaea gamitanae</i>	0,1690	0,0003	0,3238	0,0001	0,0833	0,0743

Conclusões

1. Em *C. macropomum*, houve presença de grande diversidade de parasitos constituída por quatro espécies de Protista, quatro Monogenoidea, um Nematoda e dois Crustacea, em níveis elevados de infecção. Porém, o parasitismo não afetou as condições corporais dos hospedeiros.
2. As diferenças qualitativas e quantitativas no ectoparasitismo em tambaqui foram influenciadas principalmente pelo manejo diferenciado (por exemplo, qualidade e quantidade da alimentação, qualidade sanitária dos viveiros) das pisciculturas, além de baixos níveis de oxigênio dissolvido e diferenças quanto à origem da água de abastecimento dos viveiros.
3. Estes são os primeiros dados sobre padrão de distribuição de parasitos em tambaqui cultivados e mostram a necessidade de adoção de medidas profiláticas

adequadas nas pisciculturas investigadas, para evitando perdas econômicas por epizootias.

4. Além disso, é o primeiro relato do ciliado *Tetrahymena* sp. e *P. (S.) inopinatus* para *C. macropomum* cultivado no Brasil, e amplia a distribuição desse ciliado para a Amazônia oriental.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido de acordo com os princípios adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA). Os autores são gratos ao CNPq pelo suporte financeiro (Processo: 578159/2008-2) e pela bolsa PQ concedida a Tavares-Dias, M.

Referências

- ARIDE, P.H.R.; ROUBACH, R.; NOZAWA, S.R.; VAL, A.L. Tambaqui growth and survival when exposed to different photoperiods. **Acta amazonica**, v.36, p. 381 - 384, 2006.
- AYROZA, D.M.M.R.; SCORVO, C.M.F. Qualidade da água para fins de piscicultura. In: AYROZA, D.M.M.R. **Piscicultura. Manual Técnico 79**. Editora Canti: São Paulo, p.51-76, 2011.
- BANU, A.N.H.; KHAN M.H. Water quality, stocking and parasites of freshwater fish in four selected areas of Bangladesh. **Pakistan Journal Biology Science**, v. 7, p. 436 – 440, 2004.
- BUSH, A.O.; AHO, J.M.; KENNEDY, C.R. Ecological versus phylogenetic determinants of helminth parasite community richness. **Evolutiva Ecologia**, v. 4, p. 1-20, 1990.
- BUSH, A.O.; LAFFERTY, K.D.; LOTZ, J.M.; SHOSTAK, W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. **Journal of Parasitology**, v. 83, p. 575 - 583, 1997.
- CARVALHO, L.N.; ARRUDA, R.; DEL-CLARO, K. Host-parasite interactions between the piranha *Pygocentrus nattereri* (Characiformes: Characidae) and isopods and branchiurans (Crustacea) in the Rio Araguaia basin, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 2, p. 93 - 98, 2004.

- CHAGAS, E.C.; GOMES, L.C.; MARTINS JUNIOR, H.; ROUBACH, R.; LOURENÇO, J.N.P. Desempenho de tambaqui cultivado em tanques-rede, em lago de várzea, sob diferentes taxas de alimentação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 8, p.833 - 835, 2005.
- COLORNI, A. Diseases caused by Ciliophora. In: EIRAS, J.C.; SEGNER, H.; WAHLI, T.; KAPOOR, B.G. **Fish Diseases**. Ed. Science Publishers, p. 570 – 602, 2008.
- DELGADO, P.M.; DELGADO, J.P.M.; ROSA, J.V.A.; ORBE, I. Infestación masiva por *Perulernaea gamitanae* (Crustacea: Cyclopoida: Lernaeyidae) en juveniles de gamitana, cultivados en la Amazonia peruana. **Veterinária México**, v. 42, p. 59-64, 2011.
- EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. **Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes**. 2ª Ed. Maringá: Eduem, 2006. 199p.
- EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. **Diversidade dos parasitos de peixes de água doce do Brasil**. Maringá: Clichetec, 2010. 333p.
- GODOI, M.M.I.M.; ENGRACIA, V.; LIZAMA, M.L.A. P.; TAKEMOTO, R.M. Parasite-host relationship between the tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier 1818) and ectoparasites, collected from fish farms in the City of Rolim de Moura, State of Rondônia, Western Amazon, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 42, p. 515 – 524, 2012.
- LE-CREN, E.D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology**, v. 20, p. 201-219, 1951.
- LOPERA-BARRERO, N.M.; RIBEIRO, R.P.; POVH, J.A.; VARGAS, L.D. M.; POVEDA-PARRA, A.R.; DIGMAYER, M. As principais espécies produzidas no Brasil, In: LOPERA-BARRERO, N. M.; RIBEIRO, R. P.; POVH, J. A.; VARGAS, L. D. M.; POVEDA-PARRA, A. R.; DIGMAYER, M. **Produção de organismos aquáticos: uma visão geral no Brasil e no mundo**. Agrolivros, Guaíba, 2011. p.143-215.
- LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. **Statistical Ecology: A primer on methods and computing**. New York, Wiley-Interscience Pub, 1988, 337p.
- MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA-MPA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura: Brasil 2010**. Brasília, 2012, 128p.

- MORAIS A.M.; VARELLA, A.M.B.; VILLACORTA-CORREA, M.A.; MALTA, J.C. DE O. A fauna de parasitos em juvenis de tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Characidae: Serrasalminae) criados em tanques-rede em Lago de várzea da Amazônia central. **Biologia Geral e experimental**, v. 9, p. 14 -23, 2009.
- MORAES, A.M; VARELLA, A.M.B.; MALTA, J.C. de O. *Perulernaea gamitanae* (Crustacea: Lernaeidae) parasitizing *Colossoma macropomum* (Osteichthyes: Serrasalminae) raised in captivity in the Brazilian Amazon. **Biologia Geral e Experimental**, v.11, 2011.
- MOREIRA, L.H.A.; TAKEMOTO, R.M.; YAMADA, F.H.; CESCHINI, T.L.; PAVANELLI, G.C. Ecological aspects of metazoan endoparasites of *Metynnis lippincottianus* (Cope, 1870) (Characidae) from Upper Paraná River floodplain, Brazil. **Helminthologia**, v. 46, p. 214-219, 2009.
- MODU, B.M.; SIFUL, M.; KASIN, M.K.; HASSAN, M.; SHAHOROM-HARRISON, F.M. Effects of water quality and monogenean parasite in gills of freshwater cat fish, *Hemibagrus nemurus* Valenciennes 1840. **Current Research Journal of Biological Sciences**, v.4, p. 242 - 246, 2012.
- MOLLER, A.P. Parasitism and the regulation of host populations. In: THOMAS, F.; RENAUD, F.; GUÉGAN, J.F. Parasitism and ecosystems, Oxford University Press, New York. p. 43 - 53, 2006.
- ROHDE, K.; HAYWARD, C.; HEAP, M. Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. **Journal Parasitological**, v. 25, p. 945 - 970, 1995.
- RÓZSA, L.; REICZIGEL, J.; MAJOROS, G. Quantifying parasites in samples of hosts. **The Journal of Parasitology**, v. 86, p. 228 - 232, 2000.
- SANTOS, E.F.; TAVARES-DIAS, M.; PINHEIRO, D.A.; NEVES, L.R. MARINHO, R.G.B.; DIAS, M.K.R. Fauna parasitária de tambaqui *Colossoma macropomum* (Characidae) cultivado em tanque-rede no estado do Amapá, Amazônia oriental. **Acta Amazonica**, v. 43, p. 107-114, 2013.
- SILVA, A.M.O.; TAVARES-DIAS, M.; FERNANDES, J.S. Helminthes parasitizing *Semaprochilodus insignis* Jardine, 1841 (Osteichthyes: Prochilodontidae) from the central Amazonia (Brazil), and their relationship with the host. **Neotropical Helminthology**, v. 5, p. 225 - 233, 2011.

- SOARES, M. G. M.; COSTA E. L.; SIQUEIRA-SOUZA, F. K.; ANJOS, H. D. B.; YAMAMOTO, K. C.; FREITAS, C. E. C. **Peixes de lagos do médio Rio Solimões**. Instituto Piatam, 2ª ed. Revisada, Manaus. 2008. 160p.
- TAVARES-DIAS, M. Piscicultura continental no Estado do Amapá: diagnóstico e perspectivas. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, **81**. 2011. 38 p.
- TAVARES-DIAS M.; LEMOS, J.R.G; MARTINS, M.L. Parasitic fauna of eight species of ornamental freshwater fish species from the middle Negro River in the Brazilian Amazon region. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.19, p.103-107, 2010.
- TAVARES-DIAS, M.; LEMOS, J.R.G.; ANDRADE, S.M.S.; AQUINO-PEREIRA, S.L. Ocorrência de ectoparasitos em *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (Characidae) cultivados em estação de pisciculturas na Amazônia central. **CIVA 2006** (<http://www.civa2006.org>), p. 726-731, 2006a.
- TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M. L.; MORAES, F.R. Fauna Parasitária de peixes oriundos de “pesque-pague” do município de Franca, Estado de São, Brasil. II. Protozoários. **Revista Brasileira Zoologia**, v. 18, p. 67-79, 2001b.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R; KRONKA, S. N. Fauna Parasitária de peixes oriundos de “pesque-pague” do município de Franca, Estado de São, Brasil. II. Metazoários. **Revista Brasileira Zoologia**, v. 18, p. 81-95, 2001a.
- TAVARES-DIAS, M.; NEVES, L. R.; SANTOS, E. F., DIAS, M. K. R.; MARINHO, R. G. B., ONO, E. A. *Perulernaea gamitanae* (Copepoda: Lernaecidae) parasitizing tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Characidae) and the hybrids tambacu and tambatinga, cultured in northern Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p. 988 - 995, 2011.
- THATCHER, V. E. **Amazon fish parasites**. 2º edition. Sofia, Moscow: Pensoft Publishers, 2006. 508p.
- VARELLA, M.B.A.; PEIRO, S.N.; MALTA, S.N. Monitoramento da parasitofauna de *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Osteichthyes: Charidae) cultivado em tanques rede em um lago de várzea na Amazônia. Aquabio. **XII Simpósio Brasileiro de Aquicultura**. v. 2, p. 95-105, 2003.
- ZAR, J.H. Biostatistical analysis. 5th ed. Prentice Hall, New Jersey. 2010, 944 p.

CAPÍTULO 2

**Parasitos em híbrido de *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*
(tambatinga) de pisciculturas da Amazônia oriental, Brasil**

Parasitas em híbrido de *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* (tambatinga) de pisciculturas da Amazônia oriental, Brasil

Márcia K. R. Dias-Grigório^{1,2}, Marcos Tavares-Dias^{1, 2}, Ligia R. Neves², Renata G. B. Marinho^{1,2}, Douglas A. Pinheiro³

¹Laboratório de Aquicultura e Pesca, Embrapa Amapá. Rodovia Juscelino Kubitschek km 5, N°2600, Universidade, Macapá, AP, 68906-970, Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical (PPGBIO), Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Rodovia Juscelino Kubitschek km 5, N°2600, Universidade, Macapá, AP , 68906-970, Brasil.

³Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Avenida Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, Coroado I, Manaus, AM, 69077-000, Brasil.

Correspondência para: Marcos Tavares Dias

Embrapa Amapá. Rodovia Juscelino Kubitschek, km 5, 2600, 68903-419, Macapá, AP, Brasil. e-mails: marcos.tavares@embrapa.br; mtavaresdias@pq.cnpq.br

RESUMO - O presente estudo avaliou a fauna parasitária e a relação hospedeiro-parasito em híbrido de *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* (tambatinga). Essa avaliação foi realizada em peixes de 10 pisciculturas da região de Macapá, estado do Amapá (região Norte do Brasil), onde os níveis de infecção foram comparados. 63,1% dos peixes estavam parasitados e 49.299.189,0 parasitos foram coletados entre *Ichthyophthirius multifiliis*, *Piscinoodinium pillulare*, *Trichodina* sp., *Tetrahymena* sp. (Protozoa), *Anacanthorus spathulatus*, *Linguadactyloides brinkmanni*, *Mymarothecium boegeri*, *Notozothecium janauachensis* (Monogenoidea), *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* (Nematoda), *Neoechinorhynchus buttnerae* (Acanthocephala) e *Perulernaea gamitanae* (Crustacea). Porém, a dominância foi de *I. multifiliis*, seguida por *P. pillulare* e espécies de monogenoidea, todos esses parasitos apresentaram um padrão de dispersão agregado. Houve correlação positiva do comprimento dos peixes com a prevalência total de parasitos, indicando que os peixes maiores foram mais parasitados, assim os níveis infecções não afetou o tipo de crescimento dos peixes, bem como o fator de condição relativo (Kn). Os padrões de infecção entre peixes das diferentes pisciculturas, bem como os fatores relacionados foram também discutidos aqui. A ocorrência de ectoparasitos foi favorecida pelo manejo, baixa qualidade ambiental e pobre condição sanitária nos viveiros, mas a presença de espécies de endoparasitos foi devido ao abastecimento diretamente com água de corpos naturais. Este foi primeiro relato de *A. spathulatus*, *P. (S.) inopinatus*, *N. buttnerae* e *N. janauachensis* para esse peixe no Brasil.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: Agregação, Cultivo, Parasitos, Monogenoidea, Sanidade.

INTRODUÇÃO

A aquicultura é o setor produtivo que mais cresce no mundo, em torno de 6,5% ao ano (Leung & Beates 2012). No Brasil, a aquicultura teve um incremento de 15,3% somente em 2010 (MPA 2012), principalmente influenciada pela produção da piscicultura. Apesar da rica diversidade de espécies nativas e domínio da reprodução de algumas espécies nativas de importância zootécnica, o cultivo de peixes híbridos tem espaço garantido nas pisciculturas de diversas regiões brasileiras, influenciado por seus fatores zootécnicos mais favoráveis para a criação intensiva (Pinheiro et al. 1991, Porto-Foresti et al. 2011, Hashimoto et al. 2012). Entre esses peixes estão o híbrido produzido a partir do cruzamento de *C. macropomum* com *Piaractus brachypomus* (pirapitinga), conhecido como tambatinga, que tem superioridade em relação às suas espécies parentais quanto ao crescimento e produtividade (Hashimoto et al. 2012, Dias et al. 2012).

Híbrido tambatinga é um peixe de grande porte, podendo medir até 80 cm de comprimento e pesar mais de 15 kg (Cruz et al. 2006, Dias et al. 2012). Apresenta características favoráveis ao cultivo intensivo tais como crescimento rápido, rusticidade, tolerância às variações de temperatura e níveis de oxigênio (Silva-Acuña & Guevara 2002, Porto-Foresti et al. 2011, Dias et al. 2012), e como tem melhor rendimento de carcaça também, despertou grande interesse das indústrias de pescado. Conseqüentemente, a produção desse híbrido vem crescendo, pois em 2010 chegou a 4.915,6 toneladas, representando aumento de 28,5% em relação a 2008 (MPA 2012). No Estado do Amapá, é o segundo peixe mais cultivado, depois do tambaqui, mas seu manejo inadequado tem sido documentado em boa parte das pisciculturas, devido a pouca experiência dos produtores e a falta de assistência técnica. Tais procedimentos inadequados têm causado baixo crescimento desse peixe e perdas econômicas no cultivo (Tavares-Dias, 2011).

Para a produção nacional, embora as doenças sejam a principal ameaça, os padrões epidemiológicos são ainda desconhecidos para os peixes cultivados. Todavia, países tropicais sofrem proporcionalmente as maiores perdas na aquicultura devido ao rápido surgimento de doenças causadas por espécies de parasitos com maior patogenicidade e o menor tempo para mitigar as perdas, se comparados aos países de clima temperado (Leung & Beates 2012). Apesar da

importância econômica do híbrido tambatinga, estudos sobre seus parasitos são ainda reduzidos. Na Venezuela, Centeno et al. (2004) descreveram infecções por *Anacanthorus spatulatus* (Monogenoidea), *Trichodina* sp., *Epistylis* sp. (Protozoa), *Myxobolus* sp. (Myxosporea) e *Ergasilus* sp. (Crustacea) para híbridos tambatinga cultivados. No Brasil, Cohen & Kohn (2009) relataram a ocorrência de *Mymarothecium boegeri* (Monogenoidea) em dois indivíduos de tambatinga cultivados em Sobral (CE). Recentemente, Dias et al. (2012) descreveram o primeiro registro da ocorrência de *Linguadactyloides brinkmanni* em híbridos tambatinga cultivados no Brasil. O presente estudo avaliou a fauna parasitária e relação hospedeiro-parasito em híbrido tambatinga cultivados em 10 pisciculturas da região da Amazônia oriental, no Norte do Brasil.

MATERIAL & MÉTODOS

Foram coletados trimestralmente em cada piscicultura 10 espécimes de híbrido tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) em 10 pisciculturas do município de Macapá, Estado do Amapá (Brasil), no período de setembro de 2009 a abril de 2011. Todos os peixes foram examinados e aplicados os procedimentos de análise parasitológica. As pisciculturas investigadas apresentavam características e manejo diferenciados (Tabela 1).

Em cada peixe necropsiado foram examinados a boca, opérculos, brânquias e trato gastrointestinal. As brânquias foram removidas, fixadas em formol 5% e analisadas com auxílio de estereomicroscópio e microscópio. O trato gastrointestinal removido foi examinado imediatamente em estereomicroscópio e os endoparasitos coletados e fixados. A metodologia empregada para coleta, fixação e preparação dos parasitos para identificação (Eiras et al. 2006, Thatcher 2006), bem como a contagem dos parasitos seguiu recomendações da literatura especializada (Tavares-Dias et al. 2001a,b).

Os descritores parasitários usado foram os recomendados por Rohde et al. (1995) e Bush et al. (1997). O índice de dispersão (ID) e índice de discrepância (D) de Poulin foram calculados usando o software Quantitative Parasitology 3.0, para detectar o padrão de distribuição de cada infracomunidade de parasitos (Rózsa et al. 2000) com prevalência $\geq 10\%$ (Bush 1990). A significância do ID, para cada espécie de parasito, foi testada pelo estatístico *d* (Ludwig & Reynolds 1988).

Os dados de peso (g) e comprimento total (cm) foram usados para calcular a equação da relação peso-comprimento e fator de condição relativo (Kn) de peixes parasitados e não parasitados (Le-Cren 1951). A diferença nos valores de Kn, entre peixes parasitados e não parasitados, foi comparada pelo teste de Mann-Whitney (U). O coeficiente de Pearson (r) foi usado para determinar possíveis correlações da abundância de parasitos com comprimento, peso e Kn dos hospedeiros (Zar 2010). A existência de correlação entre o comprimento total dos hospedeiros e a prevalência de infecção parasitária total foi testada usando o coeficiente de Pearson (r), com prévia transformação angular dos dados de prevalência (arco seno \sqrt{x}) e separação das amostras em 16 classes de comprimento.

Em cada piscicultura, durante as coletas dos peixes, foram determinados o pH usando pHmetro digital (pH- 100, YSI, USA), temperatura e níveis de oxigênio dissolvido usando oxímetro digital (DO-200, YSI, USA). Para comparação desses parâmetros entre pisciculturas foi usada análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Dunn, quando houve diferenças significativas ($P < 0,05$). Todas as análises estatísticas foram feitas usando o software Sigma Stat (Versão 3.5).

RESULTADOS

Nos viveiros de cultivo das 10 pisciculturas os valores médio da temperatura e oxigênio dissolvidos foram similares, porém os níveis de oxigênio estiveram abaixo de 3mg/L na maioria das propriedades. Os valores médio de pH mostraram diferenças significativas ($P < 0,05$) somente em viveiros de duas pisciculturas (Figura 1).

Os peixes foram cultivados em diferentes densidades de estocagem e apresentavam tamanhos variados, devido as diferentes fases de cultivo (alevinagem e recria) amostradas. Assim, a prevalência parasitária total variou entre as pisciculturas investigadas (Tabela 1).

Em uma das pisciculturas (P4), durante o período deste estudo, cinco mil alevinos (± 5 cm) morreram após transporte inadequado, em temperaturas elevadas (12 e 14 horas) e sem o uso de oxigênio nos tanques de transporte, mas nenhum peixe examinado estava parasitado.

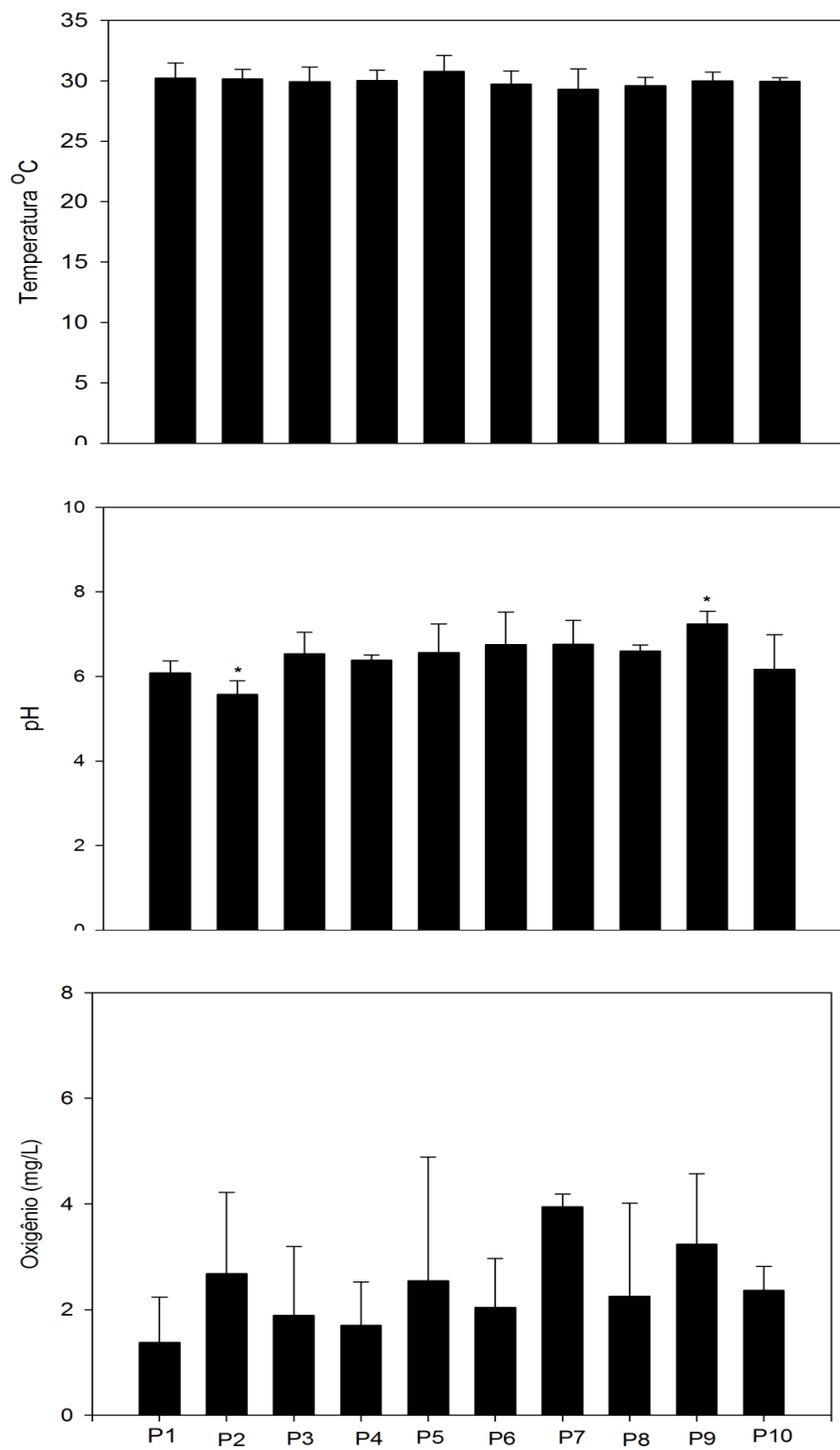


Figura 1. Parâmetros de qualidade da água nos viveiros de tambatinga das pisciculturas de Macapá, Estado do Amapá, Brasil. Média \pm desvio padrão. * Indica diferença significativa ($P < 0,05$).

Tabela 1. Valores médios \pm desvio padrão de peso e comprimento, localização geográfica, densidade de estocagem e prevalência (P) parasitária total em híbridos tambatinga de 10 pisciculturas do Estado do Amapá, Brasil.

Pisciculturas	Coordenadas geográficas	Peso (g)	Comprimento (cm)	Densidade (peixe/m ²)	P (%)
P1	00°08'42.3"N, 051°06'04.2"W	687,4 \pm 459,23	31,6 \pm 7,86	2,5	86,0
P2	0°0'21.7"S, 051°07'23.1"W	461,4 \pm 340,4	27,8 \pm 8,4	2,0	58,3
P3	0°00'13.5"S, 051°06'12.8"W	986,7 \pm 597,75	34,3 \pm 11,45	2,8	59,1
P4	0°05'02"N, 051°02'44.2"W	542,8 \pm 372,24	28,5 \pm 8,44	0,6	100,0
P5	00°01'48.3"S, 051°07'52.9"W	244 \pm 188,91	17,5 \pm 7,64	2,0	79,2
P6	0°04'15.4"N, 051°02'16.9"W	470,9 \pm 235,27	29,3 \pm 6,13	2,8	69,1
P7	0°02'31.4"S, 051°07'34.4"W	898 \pm 630,79	32,6 \pm 11,93	1,2	86,2
P8	00°00'13.2"S, 051°06'10.9"W	62,8 \pm 66,13	11,31 \pm 6,24	0,8	13,3
P9	0°00'04.5"N, 051°05'52.1"W	334,3 \pm 237,2	20,2 \pm 6,24	1,5	77,1
P10	0°06'32.64"N, 051°03'40.66"W	491,95 \pm 493	25,2 \pm 13,32	1,2	50,0

Nas 10 pisciculturas, os peixes examinados estavam parasitados por *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876; *Piscinoodinium pillulare* (Schäperclaus, 1954) Lom, 1981; *Trichodina* Enrenberg, 1838; *Tetrahymena* Ferguson, 1940 (Protozoa), *Anacanthorus spathulatus* Kritsky, Thatcher & Kayton 1979; *Linguadactyloides brinkmanni* Thatcher & Kritsky, 1983; *Mymarothecium boegeri* Cohen & Kohn 2005 e *Notozothecium janauachensis* Belmont-Jégu, Domingues & Martins 2004 (Monogenoidea), *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928 (Nematoda), *Neoechinorhynchus buttnerae* Golvan, 1956 (Acanthocephala) e *Perulernaea gamitanae* Thatcher & Paredes, 1985 (Crustacea). As infecções por *I. multifiliis* foram similares em peixes de 70% das pisciculturas, enquanto que os níveis de parasitismo por *P. pillulare* foram menores em peixes de duas pisciculturas, mas não ocorreu em outras duas (Tabelas 2-3). Baixa prevalência e intensidade de *Trichodina* sp. (prevalência 5,2% e intensidade média de 1.220 ± 2009 parasitos/peixe) e *Tetrahymena* sp. (prevalência de 7,8% e intensidade média de 505 ± 441 parasitos/peixe) ocorreram somente em uma piscicultura (P5).

Tabela 2. Protozoários parasitos das brânquias de híbrido tambatinga em 10 pisciculturas do Estado do Amapá, Amazônia oriental (Brasil). PE: Peixes examinados, PP: Peixes parasitados, IM: Intensidade média, AM: Abundância média, NTP: Número total de parasitos.

Pisciculturas	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>					<i>Piscinoodinium pillulare</i>				
	PE/PP	P (%)	IM	AM	NTP	PE/PP	P (%)	IM	AM	NTP
P1	57/49	86,0	88.026	75.671	431.3267	57/23	40,4	41.872	16.896	963.047
P2	60/32	46,7	59.737	31.860	1.911.598	60/28	46,7	13.639	7.274	436.456
P3	66/39	59,1	323.119	190.934	12.601.657	66/10	15,2	247.162	37.448	2.471.617
P4	32/21	65,6	17.969	11.792	377.351	32/0	0	0	0	0
P5	77/56	72,7	140.225	101.982	7.852.587	77/28	36,4	13.596	4.944	380.696
P6	68/43	63,2	125.697	79.485	5.404.991	68/29	42,6	49.560	21.136	1.437.251
P7	58/26	44,8	326.783	146.489	8.496.369	58/10	17,2	4.551	785	45.513
P8	30/4	13,3	92.632	12.351	370.526	30/4	13,3	16.062	2.142	64.248
P9	35/14	40,0	109.512	43.804	1.533.168	35/5	14,3	68.446	9.778	342.230
P10	20/9	45,0	28.708	12.919	258.372	20/0	0	0	0	0

A prevalência de espécies de monogenoideas foi elevada nas brânquias de híbridos tambatinga de 80% das pisciculturas (Tabela 3), mas somente *A. spathulatus* parasitou esse híbrido de todas as pisciculturas. Porém, *M. boegeri* ocorreu em peixes de 60,0% das pisciculturas (P1, P3, P5, P6, P7 e P8), *L. brinkmanni* em 30,0% (P1, P3 e P5) e *N. janauachensis* em 30,0% (P1, P3 e P7).

Procamallanus (S.) inopinatus ocorreu no intestino de híbridos tambatinga de somente três pisciculturas e com níveis de infecção similares (Tabela 3). Porém, *N. buttnerae* mostrou elevada prevalência (43,8%) e intensidade média (44 ± 39 parasitos/peixe) no intestino de peixes de somente uma das pisciculturas (P4).

Tabela 3. Helmintos parasitos de híbridos tambatinga em 10 pisciculturas do Estado do Amapá, Amazônia oriental (Brasil). PE: Peixes examinados, PP: Peixes parasitados, IM: Intensidade média, AM: Abundância média NTP: Número total de parasitos.

Pisciculturas	Monogenoidea					<i>Procamallanus (S.) inopinatus</i>				
	PE/PP	P (%)	IM	AM	NTP	PE/PP	P (%)	IM	AM	NTP
P1	57/49	86,0	77	66	3.777	57/0	0	0	0	0
P2	60/25	41,7	57	33	1.984	60/0	0	0	0	0
P3	66/39	59,1	194	115	7.562	66/0	0	0	0	0
P4	32/21	65,6	129	85	2.716	32/0	0	0	0	0
P5	77/61	79,2	108	86	6.605	77/5	6,5	2	0,1	9
P6	68/47	69,1	129	89	6.079	68/0	0	0	0	0
P7	58/31	53,4	90	48	2.782	58/1	1,7	1	0,02	1
P8	30/4	13,3	5	0,4	14	30/0	0	0	0	0
P9	35/22	62,9	33	20	691	35/1	2,9	4	0,1	4
P10	20/10	50,0	14	7	139	20/0	0	0	0	0

Perulernaea gamitanae foi coletado das brânquias e boca do híbrido tambatinga de duas pisciculturas (P5 e P7), mas os níveis de parasitismo diferiram entre ambas as propriedades. Em peixes da P5 os parasitos foram observados na boca (prevalência 13,2% e intensidade média 3 ± 2 parasitos/peixe) e brânquias (prevalência 6,5% e intensidade média 2 ± 1 parasitos/peixe) dos peixes, mas em peixes da P7 o parasitismo foi maior, tanto na boca (prevalência 53,4% e intensidade média 16 ± 12 parasitos/peixe) como nas brânquias (prevalência 34,5% e intensidade média 10 ± 6 parasitos/peixe).

Acantocéfalos *N. buttnerae* foram encontrados em peixes de apenas uma piscicultura (P4). Houve elevados níveis de infecção, pois a prevalência foi de 43,7% e um total de 622 parasitos foi coletado de 14 peixes parasitados (intensidade média 44,4 parasito/peixe).

Em híbridos de tambatinga, houve dominância de *I. multifiliis*, seguido por *P. pillulare* e espécies de monogonoideas (Tabela 4). Além disso, houve correlação positiva do comprimento dos hospedeiros com a prevalência parasitária total ($r=0,571$; $P=0,0001$), bem como da abundância de monogonoideas como a abundância de *I. multifiliis* ($r=0,4320$; $p=0,0001$) e *P. pillulare* ($r=0,3599$; $p=0,0001$).

Tabela 4. Índices parasitológicos em híbridos tambatinga cultivados no Estado do Amapá, Amazônia oriental (Brasil). SI: Sítio de infecção, PE: Peixes examinados, PP: Peixes parasitados, IM: Intensidade média, DP: Desvio padrão, AM: Abundância média TP: Número total de parasitos, DR: dominância relativa.

Parasitos	SI	PE/PP	P (%)	IM ± DP	AM	NTP	DR
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	Brânquias	503/293	58,3	85.725,4 ± 15.1828,8	147.167	43.119.886,0	0,874592
<i>Piscinoodinium pillulare</i>	Brânquias	503/141	28,0	12.208,9 ± 43.006,2	43.554	6.141.058,0	0,124558
<i>Tetrahymena</i> sp.	Brânquias	503/6	1,2	6,6 ± 74,7	555	3.332	0,000068
<i>Trichodina</i> sp.	Brânquias	503/4	0,8	9,7 ± 189,4	1.220	1.220	0,000099
Monogenoidea	Brânquias	503/317	63,0	64,3 ± 97,6	102	32.344	0,000656
<i>Procamallanus (S.) inopinatus</i>	Intestino	503/7	1,4	0.03 ± 0,23	2	14	-
<i>Neoechinorhynchus buttnerae</i>	Intestino	503/14	2,8	1,2 ± 9,7	44	622	0,000013
<i>Perulernaea gamitanae</i>	Brânquias	503/25	5,0	0,4 ± 2,3	9	215	0,000004
<i>Perulernaea gamitanae</i>	Boca	503/40	8,0	0,99 ± 4,82	12	498	0,000010

Em relação á riqueza de espécies na comunidade, houve predominância de hospedeiros não parasitados e parasitados por duas (*I. multifiliis* e Monogeneoidea) e três espécies (*I. multifiliis*, Monogeneoidea e *P. pillulare*). Os peixes tiveram o máximo de cinco espécies de parasitos por hospedeiros (Figura 2), mas oito espécies de parasitos foram coletadas.

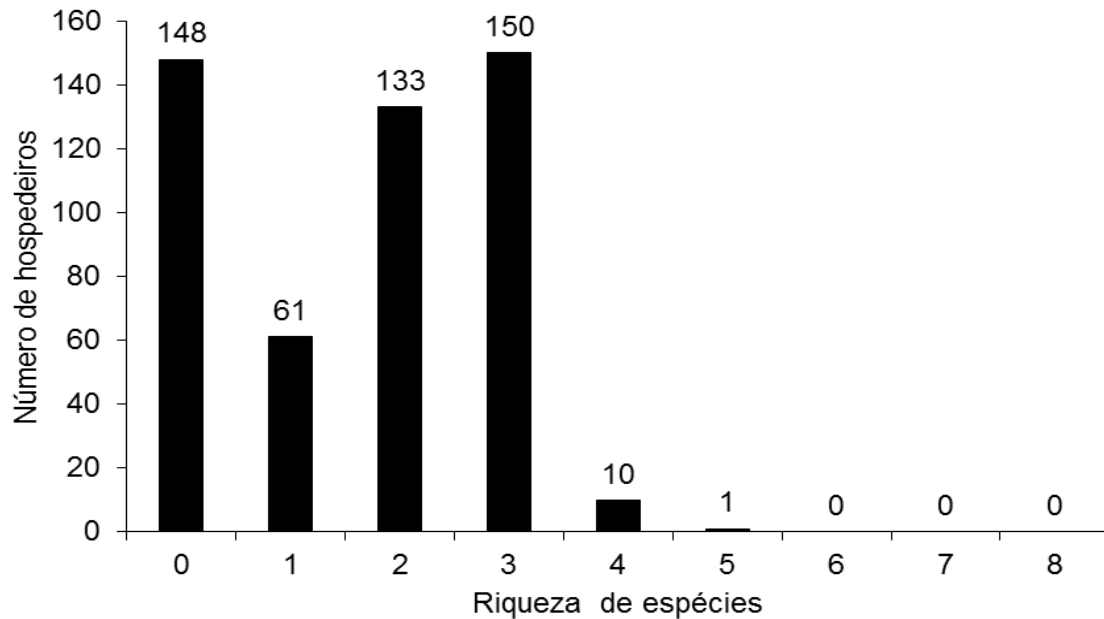


Figura 2. Riqueza da comunidade de parasitos protozoários e metazoários em híbridos tambatinga de pisciculturas do Estado do Amapá, Amazônia oriental (Brasil).

Híbridos tambatinga mostraram padrão de distribuição agregado para as principais espécies de parasitos (Tabela 5).

Tabela 5. Índice de dispersão (ID), estatístico *d* e índice de discrepância (D) para híbridos tambatinga (n=503) de pisciculturas do Estado do Amapá, Amazônia oriental (Brasil).

Parasitos	ID	<i>d</i>	D
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	16.812	98.25	0.595
<i>Piscinoodinium pillulare</i>	11.556	76.04	0.804
Monogeneoidea	8.969	63.22	0.641
<i>Perulernaea gamitanae</i>	6.730	50.53	0.950

A relação peso-comprimento foi alométrica negativa ($y=0,0657x^{2,628}$; $R^2=0,841$) para híbridos tambatinga, bem como para peixes não parasitados ($y=0.0294x^{2.8555}$; $R^2= 0.975$) e parasitados ($y=0.0664x^{2.6251}$; $R^2=0,841$), indicando maior incremento em massa corporal que em tamanho. Não houve diferença significativa ($U=22013.5$; $P=0,233$) entre o Kn de peixes parasitados ($Kn= 1,011 \pm 0,158$) e não parasitados ($Kn=1,071 \pm 0,561$). A abundância de espécies de monogenoideas, *I. multifiliis*, *P. pillulare* e *P. gamitanae* mostrou correlação positiva com o comprimento total, peso corporal e Kn dos peixes (Tabela 6).

Tabela 6. Coeficiente da correlação de Pearson (r) da abundância de parasitos com os parâmetros corporais de híbrido tambatinga (n=503) em pisciculturas do Estado do Amapá, na Amazônia oriental (Brasil).

Parasitos	Comprimento		Peso corporal		Kn	
	r	p	r	p	r	p
<i>I. multifiliis</i>	0.3234	0.0001	0.3189	0.0001	0.2516	0.0001
<i>P. pillulare</i>	0.2383	0.0001	0.3187	0.0001	0.1847	0.0001
Monogenoidea	0.2310	0.0001	0.1925	0.0001	0.2278	0.0001
<i>P. gamitanae</i>	0.2815	0.0001	0.3685	0.0001	0.1828	0.0001

DISCUSSÃO

Em híbridos tambatinga cultivados, no Estado do Amapá, foram encontradas 11 espécies de parasitos, mas houve uma dominância dos ectoparasitos *I. multifiliis*, *P. pillulare*, monogenoideas e *P. gamitanae*, os quais mostraram padrão de distribuição agregado. Porém, essa diversidade e riqueza de espécies foi maior que a descrita para esse mesmo hospedeiro cultivado na Venezuela e parasitado somente por *A. spatulatus*, *Trichodina* sp., *Epistylis* sp., *Myxobolus* sp. e *Ergasilus* sp (Centeno et al. 2004). Os peixes podem ser parasitados por diversas espécies de parasitos, os quais podem estar dispersos de forma diferente nos hospedeiros (Rohde et al. 1995, Moller 2006). A dispersão agregada dos parasitos está relacionada, principalmente, a sua estratégia e

reprodução direta, heterogeneidade dos peixes quanto a suscetibilidade aos parasitos e ao sistema imunológico dos hospedeiros, de forma que esse padrão de agregação estabiliza a dinâmica da relação hospedeiro-parasito, realizando o controle da população de hospedeiros (Moller 2006).

Em híbridos tambatinga, os níveis de infecções por *I. multifiliis*, *P. pillulare*, *Trichodina* sp., *Tetrahymena* e espécies de monogenoideas apresentaram padrão diferenciado entre as diferentes pisciculturas, principalmente naquelas com os mais baixos níveis de oxigênio dissolvido e pobres condições de sanidade. Além disso, as pisciculturas apresentaram manejo diferenciado, principalmente no que se refere à densidade de estocagem dos peixes, qualidade e quantidade da alimentação, pois em algumas propriedades eles permaneciam por certo período sem alimentação balanceada (ração) ou eram alimentados com rações feitas artesanalmente, com matéria prima de pouco valor nutritivo. Tais problemas de manejo são ocasionados pelo elevado custo da ração artificial balanceada na região e pela falta de assistência técnica, além do amadorismo dos produtores, pois muito estão nessa atividade há pouco tempo, (Tavares-Dias 2011). Contudo, em nenhuma piscicultura os peixes apresentaram sinais clínicos de doenças, comprovando a propalada rusticidade desse híbrido no cultivo (Silva-Acuña & Guevara 2002, Porto-Foresti et al. 2011, Dias et al. 2012).

Os Monogenoidea parasitando as brânquias de híbridos tambatinga (n=503) deste estudo foram *A. spathulatus*, *M. boegeri*, *N. janauachensis* e *L. brinkmanni*, mas *A. spathulatus* e *M. boegeri* ocorrem em peixes de 100% e 60,0% dos peixes, respectivamente. Já *L. brinkmanni* e *N. janauachensis* parasitaram peixes de apenas 30,0% das propriedades investigadas. Porém, *A. spathulatus* foi o único monogenoidea parasitando as brânquias de híbridos tambatinga (n=128) cultivados na Venezuela (Centeno et al. 2004) e a prevalência foi similar a das espécies de monogenoideas do presente estudo, enquanto que para esse mesmo hospedeiro (n=2) cultivado em Sobral, Estado do Ceará (Brasil), somente *M. boegeri* foi relatado (Cohen & Kohn 2009). Tais diferenças são, portanto devido ao baixo número de peixes examinados em Sobral (CE) e ao ambiente diferenciado desses três estudos.

Anacanthorus spathulatus é uma espécie de monogenoidea patogênico, uma vez que pode causar redução na capacidade respiratória dos hospedeiros

(Morais et al. 2009, Dias et al., 2012; Santos et al. 2013), assim como *L. brinkmanni* que penetra dos filamento branquiais dos peixes provocando reação inflamatória severa e grave hiperplasia acompanhada por hemorragias (Centeno et al. 2004, Thatcher 2006; Dias et al., 2012). Portanto, em peixes de cultivo, é necessário medidas no controle desses parasitos e melhorias sanitárias, principalmente quando os peixes estiverem infectados por ambos monogenoideas, evitando assim o aumento da abundância desses nas brânquias. Como os monogenoideas são ectoparasitos de ciclo de vida direto sua reprodução é favorecida pela elevada temperatura e baixos níveis de oxigênio na água dos viveiros (Banu & Khan 2004, Modu et al. 2012), principalmente em regiões tropicais como a Amazônia onde as temperaturas são elevadas e constante. Além disso, o aumento da abundância de monogenoideas favoreceu a proliferação de *I. multifiliis* e *P. pillulare*, ectoparasitos mais prevalentes nesse estudo, pois são oportunistas.

Perulernaea gamitanae ocorreu nas brânquias e boca de híbridos tambatinga de apenas duas pisciculturas, mas o maior nível de infecção foi em peixes da propriedade P7, que introduziu esses parasitos em viveiros do outro cultivo (P5), que adquiriu espécimes de tambaqui infectados que é o hospedeiro específico desse lerneídeo amazônico. Esses resultados demonstram a grande importância da quarentena e cuidados profiláticos, geralmente negligenciados por boa parte das pisciculturas da região deste estudo (Tavares-Dias 2011), como também de outras regiões. Porém, os níveis de parasitismo moderado em híbridos tambatinga do Estado do Amapá foram maiores que aqueles descritos para *C. macropomum* cultivados em Rondônia (Godoi et al. 2012). Portanto, devido a todos esses resultados e o constante transporte de alevinos, entre as pisciculturas de produção de alevinos e recria no Estado do Amapá, cuidados sanitários adequados devem ser tomados para evitar a transmissão de *P. gamitanae* para outras propriedades. Elevado parasitismo por esses lerneídeos causaram epizootia em alevinos de *C. macropomum* cultivados no Peru, levando a perdas econômicas (Delgado et al. 2011), pois a elevada agregação (discrepância=0,950) desses parasitos, como o que foi observada no presente estudo, pode comprometer a saúde dos peixes nos primeiros estágios de vida. Porém, isso não ocorreu em híbridos tambatinga aqui estudados, pois os peixes maiores é que foram mais parasitados e tinham melhores condições corporais.

Procamallanus (S.) *inopinatus* ocorreu somente em híbridos tambatinga em três pisciculturas e em baixo nível de infecção, indicando baixa presença de hospedeiros intermediários no ambiente, como esperado em cultivo. Além disso, em peixes de uma das pisciculturas (P4) foram observados elevados níveis de infecções por acantocéfalos *N. buttnerae* (prevalência= 43,7% e intensidade média= 44,4). Porém, em alevinos de *C. macropomum* cultivados em tanques de barragem no Estado do Amazonas foi relatada elevada prevalência (100%) e intensidade (30 a 406 parasito/peixe) de *N. buttnerae* causando mortalidade, devido a ocorrência de obstrução intestinal (Malta et al. 2001). Esse mesmo acantocéfalo também foi encontrado parasitando híbridos tambacu (prevalência= 12,5% e intensidade média de 18,5) (Silva et al. 2013) da mesma piscicultura do presente estudo. *Neoechinorhynchus buttnerae* não foi ainda relatado infectando híbrido tambatinga de outras localidades, até o presente momento. As espécies de *Neoechinorhynchus* são comuns em populações natureza onde há presença de hospedeiros intermediários. O ciclo de vida desses endohelmintos é complexo, envolvendo os ostracoides que são hospedeiros intermediários e os peixes como o híbrido tambatinga são então hospedeiros definitivos (Martínez-Aquino et al. 2009), uma vez que larvas (cistacantos) e adultos foram coletados do intestinos desse peixe.

Apesar do parasitismo o Kn de híbridos tambatinga, cultivados no Estado do Amapá, não foi influenciado, pois a maior abundância de *I. multifiliis*, *P. pillulare*, monogenoideas e *P. gamitanae* foi observada em hospedeiros com maior valores de Kn e maior tamanho corporal, indicando que os parasitos não foram tão patogênicos. Resultados similares foram relatados para *C. macropomum* cultivados quando parasitados por esses mesmos parasitos (Godoi et al. 2012; Santos et al. 2013). Porém, Pojmanska (1994) observaram que a abundância de espécies de protozoários, em geral, é maior em peixes menores e os crustáceos ectoparasitos parasitam os peixes maiores, enquanto os monogenoideas parasitam tanto alevinos como peixes maiores, dependendo da espécie dos monogenoideas dactilogirídeos encontrados.

CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo mostraram que em híbridos tambatinga houve elevado nível de infecção por *I. multifiliis*; moderado para *P. gamitanae*, *P. pillulare* e

Monogenoidea e baixo para *Tetrahymena* sp. e *Trichodina*. A presença desses ectoparasitos com ciclo de vida direto foi favorecida pela baixa qualidade da água e pobre condição sanitária no ambiente de cultivo. Embora a maioria das pisciculturas use corpos d'água naturais (rio, igarapé e várzea) para abastecimento dos viveiros, a diversidade de endohelmintos foi baixa, pois são parasitos com ciclo de vida dependente de hospedeiros intermediários, que quando presentes no ambiente de cultivo podem ocorrer geralmente em baixa abundância. Esses dados parasitários e o padrão de distribuição indicam a necessidade de adoção de medidas profiláticas adequadas nas pisciculturas estudadas, para evitar perdas econômicas por epizootias. Este estudo é o primeiro relato de *A. spathulatus*, *P. (S.) inopinatus*, *N. buttnerae* e *N. janauachensis* para híbrido tambatinga no Brasil, e o terceiro registro de *M. boegeri* para esse hospedeiro.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido de acordo com os princípios adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA). Os autores são gratos ao CNPq pelo suporte financeiro (Processo: 578159/2008-2) e bolsa PQ concedida a Tavares-Dias, M.

REFERÊNCIAS

- Banu A.N.H. & Khan MH. 2004. Water quality, stocking and parasites of freshwater fish in four selected areas of Bangladesh. *Pakistan J. Biol. Sci.* 7: 436 - 440.
- Bush A.O, Aho J.M. & Kennedy C.R. 1990. Ecological versus phylogenetic determinants of helminth parasite community richness. *Ecol. Evol.* 4: 1 - 20.
- Bush A.O, Lafferty K.D, Lotz J.M. & Shostak W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *J. Parasitol.* 83: 575 - 583.
- Centeno L., Silva-Acuña A., Silva-Acuña, R. & Pérez J.L. 2004. Fauna ectoparasitaria asociada a *Colossoma macropomum* y al híbrido de *C. macropomum* x *Piaractus brachypomus*, cultivados em el Estado Delta Amacuro, Venezuela. *Bioagro* 16(2): 121-126.
- Cohen S.C. & Kohn A. 2009. On Dactylogyridae (Monogenea) of four species of characid fishes from Brazil. *Check List.* 5(2): 351- 356.

- Cruz A.G., Melo A.E.E.F., Sobreira C.B., Mazeto M.D. & Naoe L.K. 2006. Densidade x biomassa: piscicultura. Seagro Boletim Técnico, Palmas (TO).13p.
- Delgado P.M., Delgado J.P.M., Rosa J.V.A. & Orbe I. 2011. Infestación masiva por *Perulernaea gamitanae* (Crustacea: Cyclopoida: Lernaeyidae) en juveniles de gamitana, cultivados en la Amazonia peruana. Vet. Méx., 42: 59 – 64.
- Dias M.K.R., Tavares-Dias M. & Marchiori N. 2012. First report of *Linguadactyloides brinkmanni* (Monogenoidea: Linguadactyloidea) on hybrids of *Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus* (characidae) from South America. *Braz. J. Aquat Sci. Technol.*, 16: 61-64.
- Eiras J.C., Takemoto R.M. & Pavanelli G.C. 2006. Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes. 2ª Ed. Eduem.Maringá: 199p.
- Godoi M.M.I.M., Engracia V., Lizama M.L.A.P. & Takemoto R.M. 2012. Parasite-host relationship between the tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier 1818) and ectoparasites, collected from fish farms in the City of Rolim de Moura, State of Rondônia, Western Amazon, Brazil. *Acta Amaz.* 42: 515 – 524.
- Hashimoto D.T., Senhorini J.A., Foresti F. & Porto-Foresti F. 2012. Interspecific fish hybrids in Brazil: management of genetic resources for sustainable use. *Rev. Aquacult.* 2012; 4: 108 – 118.
- Le-Cren E.D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol.* 20: 201 - 219.
- Leung T.L.F. & Bates A.E. 2012. More rapid and severe disease outbreaks for aquaculture at the tropics: implications for food security. *J. Appl. Ecol.* 50: 215 – 222.
- Ludwig J.A. & Reynolds J.F. 1988. *Statistical Ecology: A primer on methods and computing.* New York, Wiley-Interscience Pub. 337p.
- Malta J.C.O., Gomes A.L.S. & Andrade S.M.S. 2001. Infestação maciça por acantocéfalos *Neochinorhynchus buttnerae* Golvan, 1956, (Eoacanthocephala: Neochinorhynchidae) em tambaquis jovens, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados na Amazônia central. *Acta Amaz.* 31: 133 - 143.
- Martínez-Aquino A., Reyna-Fabián M.E., Rosas-Valdez R., Razo-Mendivil U., Pérez-Ponce De León G. & Garcíavarela M. 2009. Detecting a complex of cryptic species within *Neochinorhynchus golvani* (Acanthocephala:

- Neoechinorhynchidae) inferred from ITSs and LSU rDNA gene sequences. The J. Parasitol. 5: 1040 – 1047.
- Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA. 2012. Boletim estatístico da pesca e aquicultura - Brasil 2010. Brasília, DF, 128p.
- Modu B.M., Siful M., Kasin M.K., Hassan M. & Shahorom-Harrison FM. 2012. Effects of water quality and monogenean parasite in gills of freshwater cat fish, *Hemibagrus nemurus* Valenciennes 1840. Cur. Res. J. Biol. Sci. 4: 242 - 246.
- Moller A.P. 2006. Parasitism and the regulation of host populations. In: Thomas F., Renaud F. & Guégan J. F. Parasitism and ecosystems, Oxford University Press, New York. p. 43 - 53.
- Morais A.M., Varella A.M.B., Villacorta-Correa M.A. & Malta J.C.O. 2009. A fauna de parasitos em juvenis de tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Characidae: Serrasalminae) criados em tanques-rede em Lago de várzea da Amazônia central. Bio. Geral exper. 9: 14 - 23.
- Pinheiro M.H.P., Silva J.W., Nobre M.I.S. & Pinheiro F.A. 1991. Cultivo de híbridos tambaqui, *Colossoma macropomum* CUVIER, 1818, com a pirapitinga, *Piaractus brachypomum* CUVIER, 1818, na densidade de 5.000 peixes/ha. Rev. Cien. Agro. 22: 77-87.
- Pojmanska T. 1994. Infection of common carp, and three introduced herbivorous fish from Zabieniec fish farm, in relation to their sizes. Acta Parasitol. 39:16 – 24.
- Rohde K., Hayward C. & HEAP M. 1995. Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. J. Parasitol. 25: 945 - 970.
- Rózsa L., Reiczigel J. & Majoros G. 2000. Quantifying parasites in samples of hosts. The J. Parasitol. 86: 228 - 232.
- Santos E.F., Tavares-Dias M., Pinheiro D.A., Neves L.R., Marinho R.G.B. & Dias, M.K.R. 2013. Fauna parasitária de tambaqui *Colossoma macropomum* (Characidae) cultivado em tanque-rede no estado do Amapá, Amazônia oriental. Acta Amaz. 43: 107 - 114.
- Silva-Acuna A. & Guevara M. 2002. Evolución de las dietas comerciales sobre el crecimiento de híbrido de *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*. Zootec. Trop. 20: 449 - 459.
- Porto-Forestti F., Hashimoto, D.T., Prado F.D. & Foresti, F. 2011. A hibridação interespecífica em peixes. Pan. aquic. 21(126): 28-33.

- Thatcher V.E. 2006. Amazon fish parasites. 2° ed. Sofia, Moscow: Pensoft Publishers. 508p.
- Tavares-Dias M., Martins M.L. & Moraes F.R. 2001b. Fauna Parasitária de peixes oriundos de “pesque-pague” do município de Franca, Estado de São, Brasil. II. Protozoários. Rev. Bras. Zool. 18 (supl. 1): 67 - 79.
- Tavares-Dias M., Moraes F.R. & Kronka S. N. 2001a. Fauna Parasitária de peixes oriundos de “pesque-pague” do município de Franca, Estado de São, Brasil. II. Metazoários. Rev Bras Zool. 18 (supl. 1): 81-95.
- Tavares-Dias M. Piscicultura continental no Estado do Amapá: diagnóstico e perspectivas. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 81. 2011.
- Zar J.H. Biostatistical analysis. 1999. 4°ed, New Jersey, Prentice-Hall. 944p.

CAPITULO 3

Sazonalidade de parasitos em duas espécies de peixes da Amazônia oriental

Sazonalidade de parasitos em duas espécies de peixes da Amazônia oriental

Márcia Kelly Reis Dias-Grigório; Marcos Tavares-Dias

¹Laboratório de Aquicultura e Pesca, Embrapa Amapá. Rodovia Juscelino Kubitschek km 5, N°2600, Universidade, Macapá, AP, 68906-970, Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical (PPGBIO), Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Rodovia Juscelino Kubitschek km 5, N°2600, Universidade, Macapá, AP , 68906-970, Brasil.

Correspondência para: Marcos Tavares Dias

Embrapa Amapá. Rodovia Juscelino Kubitschek, km 5, 2600, 68903-419, Macapá, AP, Brasil. E-mails: marcos.tavares@embrapa.br; mtavaresdias@pq.cnpq.br

Resumo

Este estudo teve como objetivo principal investigar a influência da estação chuvosa e estiagem nas infracomunidades de parasitos de duas espécies de peixes cultivados na região de sistema do Rio Amazonas, Brasil. Durante 18 meses foram coletados e examinados espécimes de *Colossoma macropomum* e híbrido *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*. Esses peixes tiveram a comunidade parasitária constituída por espécies similares de ectoparasitos, que mostraram dispersão agregada, mas o híbrido foi menos parasitado. Para ambos os hospedeiros a diversidade de Brillouin (H_B), riqueza de espécies, índice de uniformidade (E) e índice de dominância (d) foram similares na estação chuvosa e estiagem, exceto a dominância em híbrido *C. macropomum* x *P. brachypomus* que foi maior na estação de estiagem. Houve uma dominância de *Ichthyophthirius multifiliis*, seguida por *Piscinoodinium pillulare*, em ambos os peixes estudados, mas em *C. macropomum* ocorreu maior prevalência e abundância na estação da estiagem, mas em híbrido de *C. macropomum* x *P. brachypomus* somente a prevalência de *I. multifiliis* aumentou nesse período. A abundância de espécies de monogenoideas (*Anacanthorus spathulatus*, *Linguadactyloides brinkmanni*, *Mymarothecium* e *Notozothecium janauachensis*) foi maior durante a estiagem nas brânquias de *C. macropomum*, mas em híbrido *C. macropomum* x *P. brachypomus* a prevalência aumentou na estiagem. Embora tenha ocorrido elevada agregação (discrepância próxima de 1.0) de lerneídeos *Perulernaea gamitanae* em ambos os hospedeiros somente em híbrido *C. macropomum* x *P. brachypomus* houve padrão sazonal, pois a prevalência foi maior na estação chuvosa. A baixa prevalência e abundância dos ectoparasitas *Tetrahymena* sp., *Trichodina* sp. e *Braga patagonica*, bem como dos endoparasitos *Procamallalus (Spirocamallanus) inopinatus* e *Neoechinorhynchus buttnerae* não foram afetadas pela sazonalidade. Tais informações são de aplicabilidade práticas nos sistemas de produção desses peixes de grande importância econômica, pois indicam o melhor momento para se conduzir o manejo profilático e tratamento contra os parasitos, evitando perdas econômicas nas pisciculturas.

Palavras-chave: peixe de água doce, parasitos, estação chuvosa e estiagem.

Introdução

Os parasitos ocorrem em variados ambientes naturais e artificiais e interagem com diversos fatores ambientais e não ambientais que influenciam sua presença ou ausência, alterando a sua estrutura na comunidade. Fatores ambientais afetam a fisiologia e as condições biológicas dos peixes, aumentando sua susceptibilidade a diferentes espécies de parasitos do ambiente natural (Kadlec et al., 2003; Violante-González et al., 2008; Violante-González et al., 2009; Vital et al., 2011; Rakauskas e Blazeevicius, 2009; Smit e Luus-Powell, 2012) e de cultivo (Valtonen e Koskiwaara, 1994; Banu e Kham, 2004; Godoi et al., 2012), além de influenciar a presença de invertebrados, os hospedeiros intermediários de parasitos de ciclo de vida indireto (Kadlec et al., 2003; Violante-González et al., 2008; Rakauskas e Blazeevicius, 2009; Smit e Luus-Powell, 2012). Por isso, os efeitos das alterações ambientais sobre as comunidades de parasitos tem recebido maior atenção (Malta e Varella, 1983; Valtonen e Koskiwaara, 1994; Kadlec et al., 2003; Violante-González et al., 2008; Violante-González et al., 2009; Vital et al., 2011), especialmente em relação à variação sazonal.

Em região de clima temperado, a temperatura influencia no ciclo de vida dos parasitos com padrão de infecção definido ao longo do ano (Valtonen e Koskiwaara, 1994; Kadlec et al., 2003; Rakauskas e Blazeevicius, 2009; Smit e Luus-Powell, 2012). Variação sazonal dos níveis de chuvas é um fator ambiental preponderante na dinâmica sazonal das comunidades de parasitos (Malta e Varella, 1983; Violante-González et al., 2008; Violante-González et al., 2009; Vital et al., 2011) em diferentes regiões, onde as chuvas promovem mudanças drásticas na qualidade do ambiente e na fisiologia dos peixes hospedeiros.

Na Amazônia, situada na região da floresta tropical da América do Sul, as variáveis climatológicas mais importantes são a atividade convectiva (formação das nuvens) e a precipitação pluviométrica (Fu e Li, 2004; Souza e Cunha, 2010). Na Amazônia oriental, o regime de precipitação pluviométrica exhibe máximas anuais bem pronunciadas durante os meses de verão (dezembro, janeiro e fevereiro) e outono (março, abril e maio), enquanto os valores mínimos anuais ocorrem durante os meses de inverno (junho, julho e agosto) e primavera (setembro, outubro e novembro) (Souza e Cunha, 2010). Alguns poucos estudos conduzidos em lagos amazônicos mostraram flutuações sazonais influenciando o padrão de infecção por

espécies de Argulidae (Malta, 1982; Malta e Varella, 1983), Monogenoidea e Nematoda (Vital et al., 2011). Portanto, os efeitos da estação chuvosa e estiagem tem sido um dos aspectos menos estudado na ecologia das comunidades de parasitos em espécies de peixes na Amazônia.

Os parasitos podem prejudicar as condições (Valtonen e Koskiwaara, 1994) e os aspectos corporais dos peixes, interferindo na sua qualidade e prejudicando sua comercialização tanto para populações naturais como no cultivo, causando perdas econômicas significativas para a pesca e aquicultura. Assim, determinar se permanecem constantes ou não os níveis de infecção para as diferentes infracomunidades de parasitos nos peixes são fundamentais para prever o período de reprodução dos parasitos e implantar métodos profilaxia de forma adequada em sistemas de produção. A proposta deste estudo foi avaliar a influência da sazonalidade na estrutura da comunidade de parasitos em duas espécies de peixes de 10 pisciculturas localizadas em um sistema de rio, o Rio Amazonas, Norte do Brasil, região da Amazônia oriental.

Material e métodos

Peixes e área de estudo

No período de outubro de 2009 a abril de 2011 foram coletados peixes em 10 pisciculturas do estado do Amapá, onde 70% são abastecidas com água de um tributário do Rio Amazonas, Norte do Brasil, região da Amazônia oriental. Um total de 976 peixes foi examinado, sendo 473 *Colossoma macropomum* ($28,1 \pm 18,5$ cm e $518,2 \pm 354,9$ g) e 503 híbridos de *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* ($26,5 \pm 11,6$ cm e $534,1 \pm 499,0$ g) conhecido como híbrido tambatinga. Na região o clima é de floresta tropical e o período chuvoso ocorre de dezembro a maio (verão e outono) e o período de estiagem de junho a novembro (inverno e outono) (Souza e Cunha, 2010). Esta sazonalidade foi baseada na estação chuvosa e estiagem, pois na Amazônia essa dinâmica nos níveis de chuva pode promover mudanças da qualidade do ambiente (Vital et al., 2011). Em cada coleta de peixes, foram mensurados o pH, temperatura e oxigênio dissolvido usando aparelhos digitais apropriados para cada finalidade. Os índices pluviométricos foram obtidos do Núcleo de Hidrometeorologia e Energias

Renováveis (NHMET) do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA).

Parasitos e procedimentos de amostragem

De cada espécime de peixe necropsiado, a boca, opérculos e brânquias foram examinados, para detectar ectoparasitos. Em seguida, foram também examinadas todas as vísceras e trato gastrointestinal para detectar endoparasitos. Para coleta, fixação, conservação, contagem e coloração dos parasitos foram usadas técnicas previamente descritas (Eiras et al., 2006; Viana e Boeger, 2006).

Análises dos dados

Para analisar a comunidade de parasitos foi considerada a prevalência e abundância, termos que seguiram as recomendações de Bush *et al.* (1997).

Os seguintes descritores para a comunidade de parasitos foram calculados: (1) riqueza de espécies, (2) índice de diversidade de Brillouin (HB), (3) uniformidade associada ao índice de diversidade de Brillouin (E), (4) índice de dominância de Berger-Parker (d) e dominância (percentual de infracomunidades no qual qualquer a espécies de parasita foi numericamente dominante) (Rohde et al., 1995; Magurran, 2004), usando o software Diversity (Pisces Conservation Ltda, UK). O índice de dispersão (ID) e o índice de discrepância (D) de Poulin foram calculados usando o software Quantitative Parasitology 3.0, para detectar o padrão de distribuição de cada infracomunidade de parasitos (Rózsa et al., 2000), em espécies com prevalência $\geq 10\%$ (Bush, 1990). A significância do ID, para cada espécie de parasito, foi testada pelo estatístico d (Ludwig e Reynolds, 1988).

O teste Shapiro-Wilk foi usado para determinar se os dados de abundância de parasitos seguiram um padrão de distribuição normal. As diferenças na prevalência de cada parasito entre o período chuvoso e período de estiagem as estações foram avaliadas usando o teste de Qui-quadrado (χ^2) e as diferenças na abundância parasitária o teste de Mann-Whitney (U). Para cada hospedeiro, as diferenças na riqueza de espécies, diversidade (HB), E e dominância (d), entre período chuvoso e estiagem e entre espécies hospedeiras, foram determinadas usando teste de Mann-

Whitney (*U*) (Zar, 2010). As comparações sazonais de prevalência e abundância parasitária foram feitas somente para parasitos com prevalência >10%.

Dados de peso corporal (g) e comprimento total (cm) foram usados para calcular fator de condição relativo (Kn) dos hospedeiros (Le-Cren, 1951). A diferença dos valores de Kn dos hospedeiros, entre estação chuvosa e estiagem, foi comparada pelo teste de Mann-Whitney (*U*).

Os valores foram descritos como média seguida pelo desvio padrão (\pm DP) e variação (mínimo e máximo). Os testes estatísticos foram realizados usando o software Sigma Stat 3.5.

Resultados

Nos viveiros de *C. macropomum*, na estação de estiagem a temperatura, (\pm DP), pH e oxigênio foram 30.2 ± 0.7 °C, 6.5 ± 0.8 , 2.5 ± 1.8 mg/L, respectivamente, e na estação chuvosa 29.9 ± 1.1 °C, 6.6 ± 0.5 , 3.4 ± 2.7 mg/L, respectivamente. Nos viveiros de híbrido tambatinga, na estação de estiagem a temperatura (\pm DP), pH e oxigênio foram 30.5 ± 1.1 °C, 6.5 ± 0.7 , 2.3 ± 1.3 mg/L, respectivamente, e na estação chuvosa 29.7 ± 0.9 °C , 6.6 ± 0.6 , 3.1 ± 2.1 mg/L, respectivamente. Na estação de estiagem a precipitação pluviométrica foi 77.0 ± 84.2 mm e na estação chuvosa 282.0 ± 90.6 mm.

Colossoma macropomum foi parasitado por protozoários *Ichthyophthirius multifiliis*, *Piscinoodinium pillulare*, *Trichodina* sp. e *Tetrahymena* sp., crustáceos *Perulernaea gamitanae* e *Braga patagonica*, monogenoideas *Anacanthorus spathulatus*, *Linguadactyloides brinkmanni*, *Mymarothecium* e *Notozothecium janauachensis*, nematoide *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus*). Porém, houve dominância de *I. multifiliis* e *P. pillulare*, mas espécies de Monogenodea e *P. gamitanae* foram também abundantes, causando dispersão agregada (Figura 1).

Híbridos *C. macropomum* x *P. brachypomus* foram parasitados pelas mesmas espécies de parasitos, exceção a *Neoechinorhynchus buttnerae* parasitando somente esse híbrido e *B. patagonica* que parasitou somente as brânquias de *C. macropomum*. Porém, houve dominância de *I. multifiliis* e *P. pillulare*, mas espécies de Monogenoidea e *P. gamitanae* foram também abundantes nesse peixe híbrido, com dispersão agregada (Figura 2).

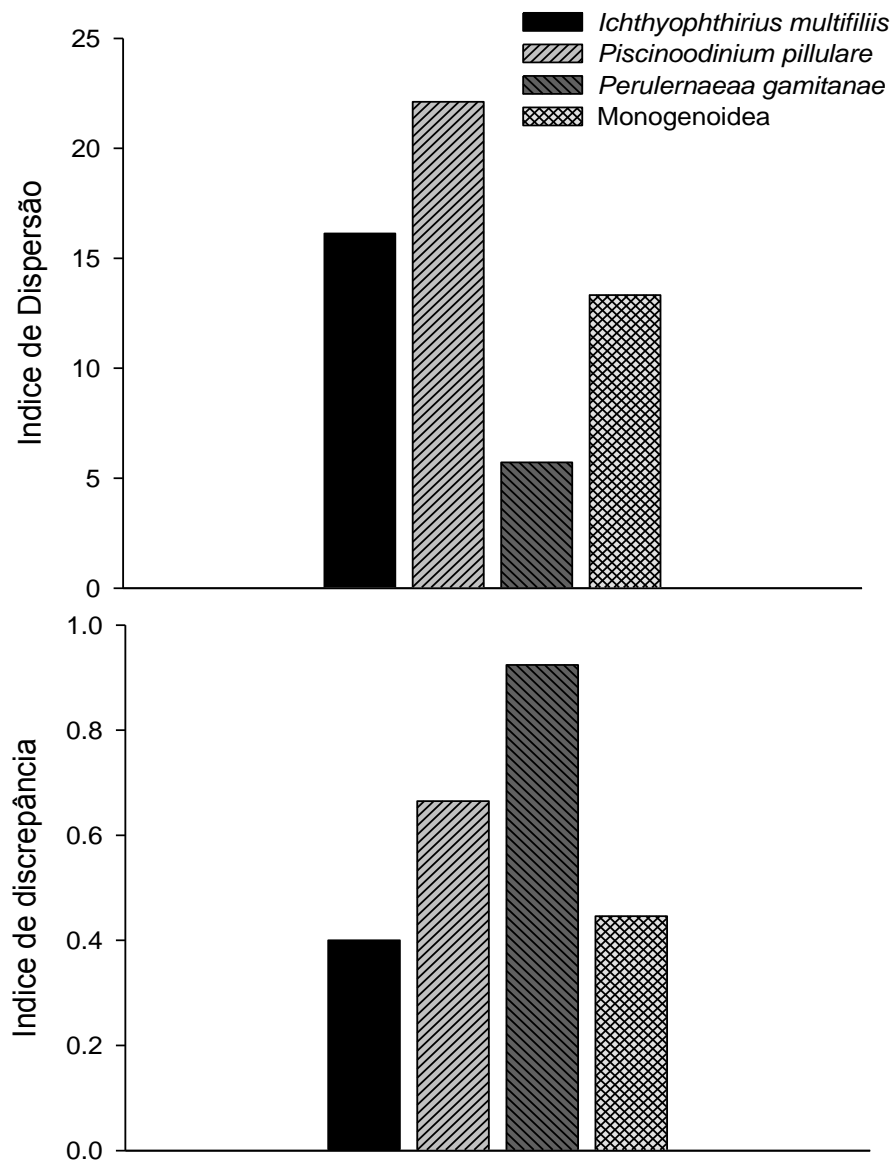


Figura 1. Padrão de distribuição dos parasitos em *Colossoma macropomum* cultivado na Amazônia oriental, Brasil.

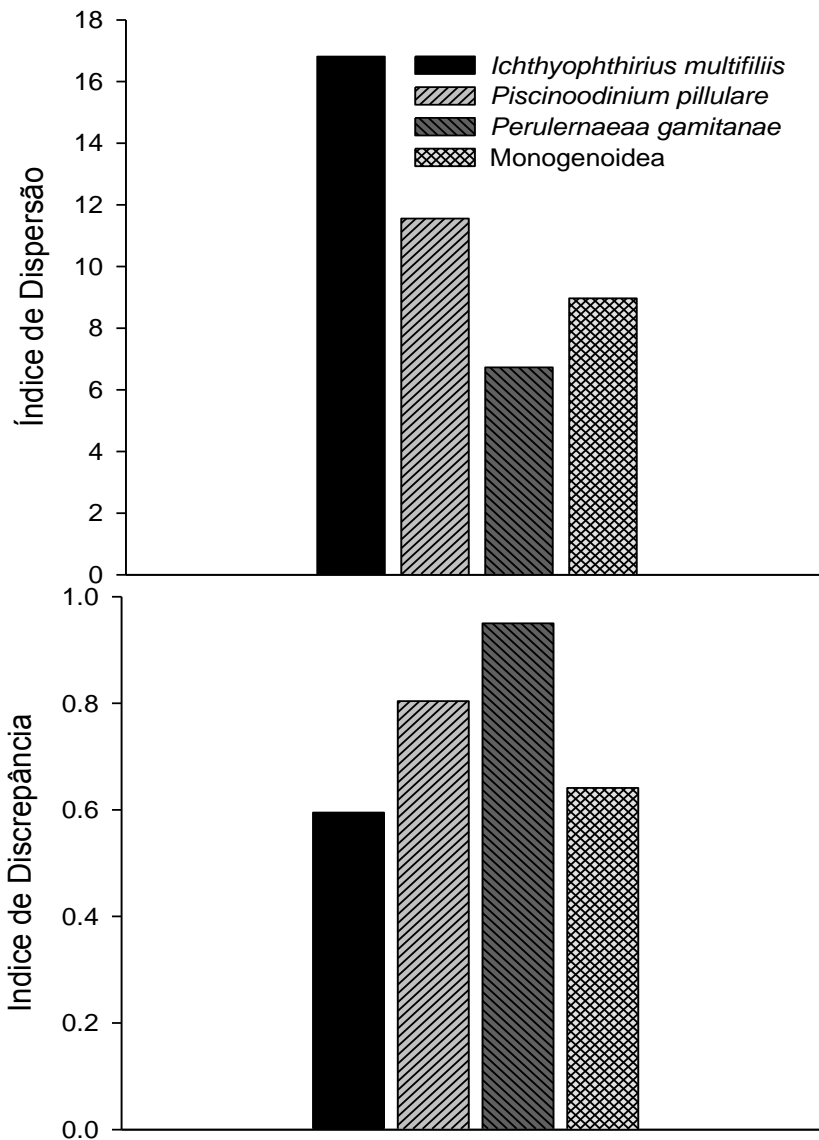


Figura 2. Padrão de distribuição dos parasitos em híbrido *C. macropomum* x *P. brachypomus* cultivado na Amazônia oriental, Brasil.

Em *C. macropomum*, a diversidade de Brillouin ($U= 64059.00$, $p<0,001$), riqueza de espécies ($U= 70164.0$, $p<0,001$) e o índice de uniformidade ($U= 72603.0$, $p<0,001$) foram maiores quando comparados ao híbrido *C. macropomum* x *P. brachypomus*, mas o índice de dominância ($U= 112465.5$, $p=0,053$) foi similar para ambos os hospedeiros (Figura 3).

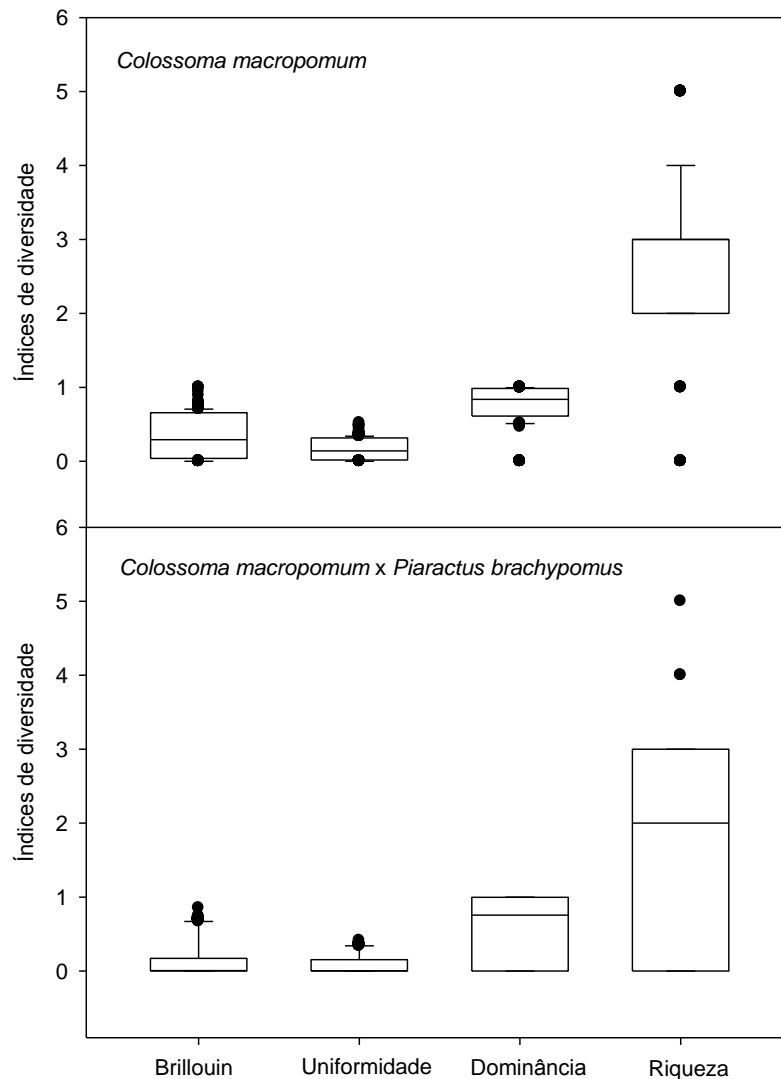


Figura 3. Índices de diversidade de parasitos para dois peixes cultivados na Amazônia oriental, Brasil (Plots representam mediana, variação interquartis (25-75%), mínimo-máximo e outliers).

Nas brânquias de *C. macropomum* houve dominância de *I. multifiliis* e *P. pillulare* nas estações chuvosa e estiagem, mas a maior prevalência e abundância desses protozoários ocorreram na estiagem. A abundância de monogenoideas (*A. spathulatus*, *M. boegeri*, *N. janauachensis* e *L. brinkmanni*) foi maior no período de estiagem. *Trichodina* sp. ocorreu somente na estação de estiagem, enquanto baixa prevalência e abundância de *Tetrahymena* sp., *P. (S.) inopinatus*, *P. gamitanae* e *B. patagonica* foram observadas nas estações chuvosa e estiagem (Tabela 1).

Tabela 1. Variação sazonal dos parasitos em *Colosssoma macropomum* da Amazônia oriental, Brasil. P: Prevalência, AM: Abundância média, D: Dominância, χ^2 : Qui-quadrado, U: teste de Mann-Whitney.* $p < 0,05$ e **0,001.

Parasitos	Estação Chuvosa (n=279)			Estação Estiagem (n=194)			χ^2	U
	P (%)	AM \pm DP (Variação)	D (%)	P (%)	AM \pm DP (Variação)	D (%)		
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	87,1	171.600 \pm 168.657 (0-1.709.480)	90,1	93,3	311.041 \pm 310.598 (0-2.266.280)	87,3	4.74*	20193.0**
<i>Piscinoodinium pillulare</i>	47,3	18.506 \pm 41.741 (0-305.235)	9,7	58,2	44.349 \pm 81.094 (0-514.800)	12,4	5.48*	21128.5**
<i>Tetrahymena</i> sp.	1,1	49 \pm 504 (0-7.072)	0,02	5,2	348 \pm 2.185 (0-21.294)	0,97	-	-
<i>Trichodina</i> sp.	0	0	0	4,6	47 \pm 273 (0-2.673)	0,01	-	-
Monogenoidea	91,0	228 \pm 274 (0-1574)	0,12	87,6	531 \pm 937 (0-6.733)	0,15	1.43	23364.0*
<i>Procamallalus (S.) inopinatus</i>	3,9	0,1 \pm 0,8 (0-10)	-	4,1	0,1 \pm 0,5 (0-5)	-	-	-
<i>Perulernaea gamitanae</i>	17,7	0,5 \pm 1,7 (0-10)	-	19,6	0,8 \pm 2,6 (0-13)	-	0.45	26987.5
<i>Braga patagonica</i>	0,4	0,004 \pm 0,06 (0-1)	-	5,7	0,005 \pm 0,23 (0-1)	-	-	-

Para *C. macropomum*, a riqueza de espécies, diversidade (*HB*), uniformidade (*E*) e dominância (*d*) não mostraram diferenças entre estação chuvosa e estiagem (Tabela 2), pois os parasitos ocorreram em ambas as estações, exceto *Trichodina* sp.

Tabela 2. Diferença sazonal nas infracomunidades de parasitos em *Colossoma macropomum* da Amazônia oriental, Brasil. *U*: teste de Mann-Whitney. Média \pm Desvio Padrão e variação.

Índices de Diversidade	Estação Chuvosa	Estação Estiagem	<i>U</i>	<i>p</i>
Riqueza de espécies	2,5 \pm 0,9 (0-5)	2,7 \pm 1,1 (0-5)	24762.0	0,116
Brillouin (<i>HB</i>)	0,3 \pm 0,3 (0-0,9)	0,4 \pm 0,3 (0-1,0)	26640.5	0,777
Uniformidade (<i>E</i>)	0,1 \pm 0,3 (0-0,4)	0,2 \pm 0,1 (0-0,5)	24240.0	0,499
Dominância de Berger-Parker (<i>d</i>)	0,8 \pm 0,3 (0-1,0)	0,7 \pm 0,2 (0-1,0)	26231.5	0,570

Apesar dos maiores níveis de infecção ocorrerem no período de estiagem, o Kn de *C. macropomum* parasitados não mostrou diferenças significativas ($U= 24603.0$; $p=0,345$) entre estação chuvosa ($0,999 \pm 0,079$) e estiagem ($1,000 \pm 0,038$).

Para híbrido *C. macropomum* x *P. brachypomus*, a dominância foi de *I. multifiliis* e *P. pillulare* durante a estação chuvosa e estiagem, mas a prevalência e abundância de *P. pillulare* não sofreu influência sazonal significativa. Porém, a maior prevalência de *I. multifiliis* foi na estiagem, enquanto a maior abundância foi no período chuvoso. *Trichodina* sp. e *N. buttnerae* ocorreram somente no período de estiagem, enquanto baixa prevalência e abundância de *Tetrahymena* sp. e *P. (S.) inopinatus* foram observadas em ambas as estações. A prevalência de monogenoideas (*A. spathulatus*, *M. boegeri*, *N. janauachensis* e *L. brinkmanni*) e *P. gamitanae* foi maior na estiagem (Tabela 3).

Tabela 3. Variação sazonal dos parasitos em híbrido *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* da Amazônia oriental, Brasil. P: Prevalência, AM: Abundância média, D: Dominância, χ^2 : Qui-quadrado, *U*: teste de Mann-Whitney.* $p < 0,05$; ** $0,001$.

Parasitos	Estação Chuvosa (n=291)			Estação Estiagem (n=222)			χ^2	<i>U</i>
	P (%)	AM \pm DP (Variação)	D (%)	P (%)	AM \pm DP (Variação)	D (%)		
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	42,7	90.431,1 \pm 148.029,2 (0 - 803.068)	90,6	60,3	78.012,0 \pm 156.639,7 (0 - 906.192)	83,3	15.645**	29012.0
<i>Piscinoodinium pillulare</i>	26,7	9.339,9 \pm 21.029,4 (0 - 132.440)	9,3	29,1	15.491,3 \pm 60.270,2 (0 - 451.470)	16,5	0.36	30895.0
<i>Tetrahymena</i> sp.	0,7	7,5 \pm 95,9 (0 - 1.260)	-	1,8	5,4 \pm 47,5 (0 - 567)	-	-	-
<i>Trichodina</i> sp.	0	0	-	1,8	21,5 \pm 285,7(0 - 4.233)	0,2	-	-
Monogenoidea	42,3	69,6 \pm 108,8 (0 - 647)	0,01	70,4	56,3 \pm 81,1 (0 - 512)	0,06	40.149**	29869.5
<i>Procamallalus</i> . (S.) <i>inopinatus</i>	1,8	0,03 \pm 0,2 (0 - 3)	-	0,9	0,03 \pm 0,3 (0 - 4)	-	-	-
<i>Perulernaea gamitanae</i>	19,2	2,1 \pm 8,5 (0 - 70)	0,002	4,9	0,6 \pm 3,7 (0 - 45)	-	23.442**	29281.0
<i>Neoechinorhynchus buttnerae</i>	0	0	0	5,7	2,3 \pm 12,9 (0 - 133)	-	-	-

Em *C. macropomum* x *P. brachypomus*, a riqueza de espécies, índice de diversidade (*HB*) e índice de uniformidade (*E*) não apresentaram diferenças significativas entre as estações, mas o índice de Berger Parker (*d*) foi maior na estiagem (Tabela 4).

Tabela 4. Diferença sazonal nas infracomunidades de parasitos em híbrido *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* da Amazônia oriental, Brasil. *U*: teste de Mann-Whitney. Média ± Desvio Padrão e variação.

Índices de Diversidade	Estação Chuvosa	Estação Estiagem	<i>U</i>	<i>p</i>
Riqueza de espécies	1,5 ± 1,3 (0-5,0)	1,6 ± 1,1 (0-3,0)	26011.0	0,644
Brillouin (<i>HB</i>)	0,2 ± 0,3 (0-0,724)	0,15 ± 0,25 (0-0,8)	28213.0	0,0650
Uniformidade (<i>E</i>)	0,08 ± 0,1 (0-0,4)	0,09 ± 0,13 (0-0,4)	30701.0	0,3360
Dominância de Berger-Parker (<i>d</i>)	0,5 ± 0,4 (0-1,0)	0,7 ± 0,4 (0-1,0)	26250.5	0,0003

O Kn de *C. macropomum* x *P. brachypomus* parasitados não mostrou diferenças significativas ($U= 14314.0$; $p= 0,422$) entre estação chuvosa ($1,000 \pm 0,151$) e estiagem ($1,013 \pm 0,211$), embora os maiores níveis de infecção tenham ocorrido durante a estação de estiagem.

Discussão

Os resultados mostraram que 87,5% e 75% dos parasitos de *C. macropomum* e seu híbrido (*C. macropomum* x *P. brachypomus*), respectivamente, são espécies de ectoparasitos predominantemente de brânquias. Tais resultados confirmam que o sítio de infecção teve efeito significativo na prevalência de espécies de ectoparasitos protozoários e metazoários, os quais são comuns em *C. macropomum* de cultivo (Tavares-Dias et al., 2012; Godoi et al., 2012; Santos et al., 2013), exceto o isopode *B. patagonica* e *Tetrahymena* sp., que são ectoparasitos de população naturais de peixes.

O índice diversidade (*HB*), riqueza de espécies de parasitos e índice de uniformidade (*E*) foram maiores para *C. macropomum* quando comparados os valores encontrados para o híbrido *C. macropomum* x *P. brachypomus*. Porém, ambos os hospedeiros tiveram um comunidade de parasitos constituída por

espécies similares. Além disso, o híbrido *C. macropomum* x *P. brachypomus* foi menos parasitado que sua espécie parental, provavelmente devido a sua maior resistência às infecções parasitárias e tolerância ao manejo intensivo, características favorecidas pela hibridação (Hashimoto et al., 2012). Conseqüentemente, ocorreram diferenças nos padrões sazonais das infracomunidade de parasitos entre esses dois peixes cultivados na Amazônia oriental. Em região de clima temperado, Kadlec et al. (2003) encontraram resposta diferenciada para diversidade e riqueza de infracomunidades de ectoparasitos em três espécies de peixes selvagens relacionadas às condições chuvosas, principalmente espécies de monogonoideas. Em regiões tropicais a prevalência e abundância de parasitos podem aumentar ou diminuir na estação chuvosa ou seca, na dependência da latitude, infracomunidade de parasito e história de vida do hospedeiro (Choudhury e Dick, 2000), entre outros fatores. Porém, os efeitos da estação chuvosa e estiagem tem sido um dos aspectos menos estudados na ecologia das comunidades de parasitos em espécies de peixes tropicais (Violante-González et al., 2008), principalmente na Amazônia.

Ichthyophthirius multifiliis foi o parasito dominante em *C. macropomum* e em híbrido *C. macropomum* x *P. brachypomus* na estação chuvosa e estiagem, seguido por *P. pillulare*, pois são ectoparasitos comuns em ambientes lênticos como o cultivo (Santos et al., 2013). Em *C. macropomum* a prevalência e abundância para ambos os protozoários foram maiores na estação de estiagem. Porém, em híbrido *C. macropomum* x *P. brachypomus* a prevalência de *I. multifiliis* foi maior no período de estiagem, mas abundância aumentou na estação chuvosa, quando houve maior agregação parasitária. Por outro lado, para ambos os hospedeiros a prevalência de *Trichodina* sp. ocorreu somente na estação de estiagem, mas *Tetrahymena* sp. foi observada prevalência e abundância em ambas estações investigadas.

Variações sazonais no nível de chuvas promovem mudanças na qualidade da água dos viveiros de cultivo e no comportamento dos peixes, modificando a relação hospedeiro-parasito e promovendo uma maior agregação dos peixes no período de estiagem, o que facilitou a transmissão horizontal desses protozoários em *C. macropomum* e em híbrido *C. macropomum* x *P. brachypomus*. A estação de estiagem causa uma redução na qualidade da água favorecendo a reprodução de protozoários (Valtonen e Koskiwara, 1994; Banu e Khan, 2004), bem como o aumento da suscetibilidade dos peixes às infecções por tais ectoparasitos,

no cultivo. Por outro lado, em regiões de clima temperado, a variação sazonal da temperatura é o fator preponderante influenciando os níveis de parasitismo por tais ectoparasitos em população de peixes em cultivo (Valtonen e Koskiwaara, 1994; Banu e Kham, 2004) e ambiente natural (Valtonen e Koskiwaara, 1994; Rakauskas e Blazeevicius, 2009) e períodos de chuvas prolongadas causam aumento de estresse ambiental, afetando as comunidades de parasitos (Kadlec et al., 2003).

Espécies de Dactylogyridae (*A. spathulatus*, *M. boegeri*, *N. janauachensis* e *L. brinkmanni*) foram coletados das brânquias de *C. macropomum* e híbridos *C. macropomum* x *P. brachypomus*, tanto na estação chuvosa como na estação de estiagem. Em *C. macropomum* houve maior abundância desses monogenoideas durante a estiagem, devido a maior agregação desses parasitos nas brânquias dos hospedeiros. Porém, híbrido *C. macropomum* x *P. brachypomus* somente prevalência dessas espécies de monogenoideas sofreu influência sazonal, pois foi maior na estiagem. Em população de *Pygocentrus nattereri* de um lago na Amazônia central, foi também relatada maior intensidade e abundância de espécies de monogenoideas não identificadas durante a estação de estiagem, mas a elevada prevalência (100%) na estação chuvosa e estiagem não mostrou padrão sazonal. Tal padrão sazonal ocorre devido à drástica redução dos ambientes de lagos amazônicos durante a estiagem, causando então maior estresse aos peixes que precisam migrar para os rios, para sua sobrevivência (Vital et al., 2011). Similarmente, o padrão sazonal em espécies de dactilogirídeos em *C. macropomum* e híbrido *C. macropomum* x *P. brachypomus* foi influenciado pela estação da estiagem na região devido ao menor fluxo de água nos viveiros, que piorou a qualidade da água, favorecendo a reprodução de tais ectoparasitos de ciclo de vida direto. Estudos demonstram que na Amazônia ocidental, o número de formas jovens de espécies de *A. spathulatus*, *L. brinkmanni*, *Mymarothecium* spp. e *Notozothecium* sp. foi maior na estação de estiagem (Godoi et al., 2012). Portanto, todos esses resultados indicam um padrão bem definido na reprodução das comunidades de dactilogirídeos aqui encontradas, com prevalência e abundância durante as estações chuvosas e estiagem, mas com o maior pico de abundância nos meses de estiagem. Em região de clima temperado, a abundância de *Dactilogyrus* spp. foi fortemente influenciada pelas chuvas, mostrando decréscimo nesse período e aumento com a elevação da temperatura (Kadlec et al., 2003).

Nas brânquias de *C. macropomum* baixa prevalência e abundância de *B. patagonica* ocorreram durante estação chuvosa e estiagem, bem como baixa abundância de *P. gamitanae*, um lerneídeo específico desse peixe que mostrou a mais alta agregação parasitária. Porém, em híbrido *C. macropomum* x *P. brachypomus*, peixes mais susceptíveis a *P. gamitanae* quando comparados a *C. macropomum* (Tavares-Dias et al., 2011), a prevalência desse lerneídeo foi menor na estação de estiagem, quando os parasitos tem maior dificuldade para encontrar hospedeiros, devido a sua menor mobilidade no ambiente com menor fluxo de água. Todavia, apesar dos níveis de infecção moderados desses lerneídeos, houve uma agregação muito alta na boca de ambos hospedeiros e isso pode causar mortalidade desses peixes, principalmente em alevinos e juvenis; assim manejo profilático deve ser adotado.

Padrões de sazonalidade foram detectados para algumas infracomunidade de ectoparasitos em *C. macropomum* e híbrido *C. macropomum* x *P. brachypomus*, tais como ocorrência de espécies com baixa prevalência e abundância de infecção e aumento na prevalência ou nos níveis de infecção durante o período de estiagem. Os altos níveis de infecção foram causados por redução nas condições ambientais durante a estiagem, mas ambos os hospedeiros não mostraram diferenças sazonais nas condições corporais. Porém, tais mudanças nas condições ambientais podem influenciar a resposta imunológica dos hospedeiros às infecções, favorecendo então a proliferação dos parasitos e seu padrão de dispersão agregado. Os resultados revelam ainda uma baixa diversidade de endoparasitos, com ocorrência de duas espécies somente. Baixa prevalência e abundância de *P. (S.) inopinatus* foram observadas em ambas as estações investigadas, enquanto prevalência de larvas e adultos de *N. buttnerae* ocorreu somente no período de estiagem, quando houve maior contato do híbrido *C. macropomum* x *P. brachypomus* com hospedeiros intermediários desses acantocéfalos altamente patogênicos para alevinos e juvenis.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido de acordo com os princípios adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA). Os autores são gratos ao CNPq (Brasil), pelo suporte financeiro concedido a Tavares-Dias, M.

Referências

- Banu, A.N.H.; Khan, M. H., 2004: Water quality, stocking density and parasites of freshwater fish in four selected areas of Bangladesh. *Pak. J. Biol. Sci.* **7**, 436 – 440.
- Boeger, W.A.; Vianna, R. T., 2006: Monogenoidea. In: Amazon fish parasites. In: Thatcher, V.E. Sofia, Pensoft Publishers. pp. 42-116.
- Bush, A.O.; Lafferty, K. D.; Lotz, J. M.; Shostak, W. 1997: Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *J. Parasitol.* **83**, 575-583.
- Choudhury, A.; Dick, T.A 2000: Richness and diversity of helminth communities in tropical freshwater fishes: empirical evidence. *J. Biogeog.* **27**, 935–956.
- Eiras, J.C.; Takemoto, R.M.; Pavanelli, G.C., 2006: Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes. Maringá: Ed. Eduem, pp.1- 199.
- Fu, R.; Li, W., 2004: The influence of the land surface on the transition from dry to wet season in Amazonia. *Theo. Appl. Climatol.* **78**, 97 – 110.
- Garcia, F.; Fujimoto, R.Y.; Martins, M.L.; Moraes, F.R., 2000: Protozoan parasites of *Xiphophorus* spp. (Poeciliidae) and their relation with water characteristics. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.* **61**, 156-162.
- Godoi, M.M.I.M.; Engracia, V.; Lizama, M.L.A.P.; Takemoto, R.M., 2012: Parasite-host relationship between the tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier 1818) and ectoparasites, collected from fish farms in the City of Rolim de Moura, State of Rondônia, Western Amazon, Brazil. *Acta Amaz.* **42**, 515 – 524.
- Hashimoto, D.T.; Senhorini, J.A.; Foresti, F.; Porto-Foresti, F., 2012: Interspecific fish hybrids in Brazil: management of genetic resources for sustainable use. *Rev. Aquaculture.* **4**, 108 – 118.
- Kadlec, D.; Simková, A. Jarkovsky, J., Gelnar, M., 2003: Parasite communities of freshwater fish under flood conditions. *Parasitol. Res.* **89**, 272–283.
- Le Cren, E.D., 1951: The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol.* **20**, 201-219.
- Magurran, A.E. 2004: Measuring biological diversity. Blackwell Science, Oxford, UK. p. 1 – 256.

- Malta, J.C. de O., 1982: Os argulídeos (Crustacea: Branchiura) da Amazonia brasileira, 2. Aspectos da ecologia de *dolops geayi* Bouvier, 1897 e *Argulus Juparanaensis* Castro, 1950. Acta Amaz. 12, 701 - 705.
- Malta, J.C. de O.; Varella, A., 1983: Arguliddeos (crustácea :Branchiura) da Amazônia brasileira. Aspectos de ecologia de *Dolops striata* Bouvier, 1899 e *Dolops Carvalhoi* Castro 1949. Acta Amaz. **13**, 299 – 306.
- Rakauskas, V.; Blazeevicius, C., 2009: Distribution, prevalence and intensity of roach (*Rutilus Rutilus* (Linnaeus, 1758) parasites in inland waters of Lithuania in 2005 – 2008. Acta Zoo. Lit. **19**, 99 - 108
- Rohde, K.; Hayward, C.; Heap, M., 1995: Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. J. Parasitol. **25**, 945 - 970.
- Smit, W.J. e Luus-Powell, W., 2012: The occurrence of metazoan endoparasites of *Schilbe intermedius* Ruppell, 1932 from the Nwanedi-Luphephe dams in the Limpopo River System, South Africa. Afr. Zoo. **47**, 35 - 41.
- Santos, E.F.; Tavares-Dias M., Pinheiro, D.A, Neves, L.R., Marinho, R.G.B., Dias, M.K.R., 2013: Fauna parasitária de tambaqui *Colossoma macropomum* (Characidae) cultivado em tanque-rede no estado do Amapá, Amazônia oriental. Acta Amaz. **43**, 107-114.
- Souza, E.B.; Cunha, A.C., 2010: Climatologia de precipitação no estado do Amapá e mecanismos climáticos de grande escala. In: Tempo, clima e recursos hídricos: resultados do Projeto REMETAP no estado do Amapá. –In:Cunha, A.C.; Souza, E.B.; Cunha, H. F. A., Macapá. p. 177-195.
- Tavares-Dias, M; Neves, L. R.; Santos, E. F., Dias, M. K. R.; Marinho, R. G. B., Ono, E. A., 2011: *Perulernaea gamitanae* (Copepoda: Lernaeidae) parasitizing tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Characidae) and the hybrids tambacu and tambatinga, cultured in northern Brazil. Arq. Bras. Med. Vet. e Zoot. **63**, 988-995.
- Valtonnen, E.T.; Koskivaara, M., 1994: Relationship between the parasites of some wild and cultured fishes in two lakes and fish farm in central Finland. Int. J. Parasitol., 24, 109-118.
- Violante-González, J.; Aguirre-Macedo, M. L.; Rojas-Herrera, A.; Guerrero, S. G., 2009: Metazoan parasite community of blue sea catfish, *Sciades guatemalensis* (Ariidae), from Tres Palos Lagoon, Guerrero, Mexico. Parasitol. Res.105, 997–1005.

- Violante-González, J.; Aguirre-Macedo, M. L.; Vidal-Martínez, V. M., 2008: The temporal variation in the helminth parasite communities of pacific fat sleeper *Dormitator latifrons* from Tres Palos lagoon, Guerrero, Mexico. *J. Trop. Biol.* **94**, 326 – 334.
- Vital, J.F.; Varella, A.M.B.; Porto, D.B.; Malta, J.C.O., 2011: Sazonalidade da fauna de metazoários de *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1858) no Lago Piranha (Amazonas, Brasil) e a avaliação de seu potencial como indicadora da saúde do ambiente. *Biota Neotrop.* **11**, 1 – 7.

5 CONCLUSÕES FINAIS

Em *C. macropomum* e híbrido *C. macropomum* x *P. brachypomus*, a fauna parasitária é constituída por *I. multifiliis*, *P. pillulare*, *Trichodina* sp. e *Tetrahymena* sp., monogenoideas *A. spathulatus*, *L. brinkmanni*, *M. boegeri* e *N. janauachensis* *P. (S.) inopinatus*, *P. gamitanae*. Porém, *B. patagonica* parasitou somente *C. macropomum* em apenas uma piscicultura, sendo encontrado afixado no pedúnculo da nadadeira dorsal, e sua ocorrência é devido entrada de peixes silvestres no viveiro, via água de abastecimento da piscicultura. Larvas e adultos de acantocéfalos *N. buttnerae* foram coletados somente em híbrido tambatinga de uma das pisciculturas e indicando que esse peixe é um hospedeiro definitivo.

As infecções parasitárias foram menores no híbrido tambatinga quando comparadas a *C. macropomum*, provavelmente devido a sua maior resistência favorecida pelo processo de hibridação. No entanto, *I. multifiliis* e *P. pillulare* que parasitaram *C. macropomum* tem maior prevalência e abundância no período de estiagem, enquanto que a abundância de monogenoideas aumenta na estação da estiagem. *Trichodina* sp. ocorrem somente na estação de estiagem, mas *Tetrahymena* sp., *P. (S.) inopinatus*, *P. gamitanae* e *B. patagonica* ocorreram na estação chuvosa e estiagem. Em tambatinga, *Trichodina* sp. e *N. buttnerae* ocorrem somente no período de estiagem, mas *Tetrahymena* sp. e *P. (S.) inopinatus* ocorreram em ambos as estações. Enquanto que a prevalência e abundância de *P. pillulare* não sofreram influência sazonal significativa, mas há uma maior prevalência de *I. multifiliis* na estiagem e uma maior abundância no período chuvoso. Mas, a prevalência de monogenoideas e *P. gamitanae* é maior na estiagem.

Os elevados níveis de infecções parasitárias em ambos hospedeiros são causados pelo manejo, densidade, baixa qualidade ambiental e sazonalidade, mas não influenciaram o fator de condição. Portanto, os resultados sobre ocorrência sazonal de parasitos indicam que devem ser tomadas medidas profiláticas para *C. macropomum* e híbrido tambatinga durante todo o ano, evitando assim problemas com *I. multifiliis*, *P. pillulare* e monogenoideas. Mas, o cuidado para se evitar epizootias em *C. macropomum* causadas por *P. gamitanae* devem ser durante todo o ano, mas para híbrido tambatinga podem ser somente no período chuvoso.