

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA

ÍNDICES PARASITÁRIOS E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE ARRAIAS CURURU
(*Potamotrygon cf. hystrix*) EXPORTADAS COMO PEIXES ORNAMENTAIS:
FERRAMENTAS PARA AVALIAÇÃO DO ESTADO DE SAÚDE DA ESPÉCIE

JEFFERSON RAPHAEL GONZAGA DE LEMOS

Manaus, Amazonas

Maior, 2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA

ÍNDICES PARASITÁRIOS E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE ARRAIAS CURURU
(*Potamotrygon cf. hystrix*) EXPORTADAS COMO PEIXES ORNAMENTAIS:
FERRAMENTAS PARA AVALIAÇÃO DO ESTADO DE SAÚDE DA ESPÉCIE.

JEFFERSON RAPHAEL GONZAGA DE LEMOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Diversidade Biológica, área de concentração Biodiversidade Amazônica.

Orientador: Prof. Doutor Jaydione Luiz Marcon
Co-Orientador: Prof. Doutor Marcos Tavares Dias
Financiamento: CNPq e FAPEAM

Manaus, Amazonas

Maior, 2011

*Dedico este trabalho a Deus,
minha família, aos amigos Marcos Tavares
Dias, Adriano T. de Oliveira, Marcio Q. C.
Santos e a todos aqueles que estiveram ao
meu lado nos momentos mais difíceis.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as oportunidades e conquistas proporcionadas em minha vida.

A minha mãe Rosely G. de Lemos e meu pai Themilson S. de Lemos por estarem ao meu lado em todos os momentos, sempre apoiando e acreditando em minhas conquistas, meus maiores amigos.

A minha noiva Daniela L. R. Silva por me suportar durante esta jornada.

A meu irmão Wagner E. G. de Lemos por acreditar em minha vitória.

A Universidade Federal do Amazonas (UFAM) pela infra-estrutura, por viabilizar a minha participação em vários congressos científicos realizados fora do estado e pelos integrantes que compõem o Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica (PPG-DB), em especial ao secretário Igo Zany Nunes Correa pela eficácia em seus atos.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e em especial ao Laboratório de Fisiologia Aplicado à Piscicultura (LAFAP/CPAQ).

À Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado do Amazonas (FAPEAM) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro aos projetos do grupo de pesquisa a qual estou inserido o que possibilitou o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao meu orientador Doutor Jaydione Luiz Marcon pelo conhecimento transmitido e pela oportunidade de orientação.

Ao meu co-orientador Doutor Marcos Tavares Dias pelo exemplo de produtividade e profissionalismo a qual me espelho, principalmente pelo incomensurável apoio durante toda minha vida acadêmica e científica até o presente momento, responsável pelo meu aperfeiçoamento curricular e profissional, um grande amigo para todas as horas.

A Doutora Elizabeth Gusmão Affonso pela contribuição intelectual e lição de vida que me ofereceu, bem como pelo apoio logístico imprescindível para a realização deste trabalho.

Ao Doutor Fernando de Luna Marques pela contribuição intelectual e apoio na identificação de espécies de cestóides.

Ao Doutor José Luis Luque pelo interesse e empenho na identificação das espécies de branquiúros.

Ao Doutor Ricardo Massato Takemoto pelo empenho e interesse em contribuição.

A Doutora Anna Khon pelo empenho e interesse em contribuição.

A Doutora Rosany Piccolotto Carvalho, uma grande amiga que sempre está disposta a ajudar em todas as situações.

A Mestra Maria Lúcia Goes de Araújo que me inspirou a trabalhar com elasmobrânquios, devido o amor e profissionalismo que desempenha, além de muito conhecimento em conselhos e solução de dúvidas.

A Doutora Thaís Billalba Carvalho e ao Mestre Paulo Vilela Cruz por ajudarem em solucionar algumas duvidas e acreditar no meu sucesso.

Às bests Carmel do Nascimento Pereira e Rebeca Nascimento Brandão pelo apoio nas coletas, nas análises e por torcerem por mim.

À bióloga Vanessa Ketlen Duarte de Queiroz que apoiou na quantificação parasitária.

Aos técnicos amigos Cláudio Sampaio Inácio e Rejane de Aquino Sales, grandes amigos durante minha estadia no laboratório de fisiologia, pessoas que têm me ajudado desde a iniciação científica.

À comunidade do Daracué no médio Rio Negro pelo acolhimento e pelo apoio no trabalho e pela equipe de pescadores: Pinheiro, Adalto, Romualdo, Rosimar e Suzete, pessoas indispensáveis e trabalhadoras, que além do apoio na pesca transmitiram muita experiência.

Ao pescador e amigo Alfredo da Silva Campos (Alfredino) imprescindível em todas as coletas, disponível em todos os momentos, sempre trabalhando com profissionalismo e eficácia, além do conhecimento transmitido.

Aos meus amigos especiais Mestre Adriano Teixeira de Oliveira e o Biólogo Marcio Quara de Carvalho Santos, integrantes deste trabalho, profissionais em todos os atos, presentes e imprescindíveis para a execução deste trabalho. Exemplos de amizade, profissionalismo e produtividade.

A todos que direta ou indiretamente colocaram um tijolo neste trabalho.

“Tenha sempre ao seu lado pessoas que mantêm o arquivo, a agenda, a área de trabalho e o computador organizados, que façam planejamento e sejam decisivas, não realizem multitarefa e que não procrastine. Em fim, pessoas com potencial produtivo e profissional, para que juntos possam atingir o sucesso.”

Jefferson Lemos

RESUMO

Este trabalho estudou a fauna parasitária e o estado de saúde da arraia cururu, *Potamotrygon* cf. *histrrix*, do médio Rio Negro, Amazonas, Brasil, durante um ciclo hidrológico e em etapas da cadeia extrativista de peixes ornamentais (natureza, pós-transporte, 48 horas de quarentena e 15 dias de quarentena), por meio da identificação e quantificação dos parasitos e a correlação da abundância parasitária com os indicadores de saúde para peixes. Os índices parasitários e os indicadores de saúde foram avaliados em relação ao nível hidrológico e entre as etapas citadas acima. Os indicadores de saúde utilizados incluíram o fator de condição relativo (Kn), a relação somática do fígado (RHS), baço (RES) e órgão epigonal (RSOE), além de parâmetros eritrocitários e da bioquímica do plasma. Foram encontradas duas espécies de Cestoda, espécimes não identificadas de Nematoda e Acanthocephala, duas espécies de Monogeneoidea e cinco espécies de Branchiura. Os Cestoda e Monogeneoidea ocorreram em todos os períodos do ciclo hidrológico, os Nematoda e os Branchiura não ocorreram na vazante. Os Acanthocephala foram registrados nos períodos de seca e enchente. A abundância de Cestoda correlacionou positivamente com a RHS, RSOE, hematócrito, número de eritrócitos, níveis de hemoglobina e glicose. A abundância de Monogeneoidea e Branchiura correlacionou positivamente com o hematócrito e o HCM, respectivamente. No pós-transporte observaram-se valores críticos no oxigênio dissolvido e níveis elevados de amônia na água. O Kn na natureza foi maior em relação ao pós-transporte, 48 horas de quarentena e 15 dias de quarentena. As RES e RHS foram menores na natureza. Houve redução no número de eritrócitos, concentração de hemoglobina e CHCM, além de aumento do VCM, no pós-transporte em relação à natureza. Em 48 horas e aos 15 dias de quarentena, houve aumento na hemoglobina e HCM, além de redução no VCM em relação ao pós-transporte. Glicose e proteínas totais foram menores no pós-transporte em relação à natureza e 48 horas de quarentena, respectivamente. Os Cestoda e Monogeneoidea apresentaram as prevalências mais elevadas na natureza e no pós-transporte. A abundância de Cestoda foi maior na natureza e no pós-transporte em relação às 48 horas e 15 dias de quarentena. A intensidade de Monogeneoidea foi maior no pós-transporte que nas demais etapas. Este é o primeiro estudo sazonal de parasitos em uma arraia do médio Rio Negro e pioneiro ao correlacionar a abundância parasitária com indicadores de saúde em potamotrigonídeos. O pós-transporte foi a etapa mais crítica da cadeia extrativista para a arraia cururu.

Palavras-chave: arraia, fator de condição, fisiologia, índice somático, parasitologia.

ABSTRACT

This work studied the parasite fauna and the health status of cururu stingray, *Potamotrygon cf. hystrix*, the middle Rio Negro, Amazonas, Brazil, during a hydrological cycle and stages of the extraction of ornamental fish (nature, post-transport, 48 hours in quarantine and 15 days of quarantine), through the identification and quantification of parasites and the correlation of parasite abundance with health indicators for fish. The parasitic index and health indicators were assessed in relation to water level and between stages. The health indicators used included the relative condition factor (Kn), the hepato somatic index (HSI), spleen (SSI) and epigonal organ (ISEO), and erythrocyte parameters and biochemical blood analysis. We found two species of Cestoda, unidentified specimens of Nematoda and Acanthocephala, two species of Monogeneoidea and five species of Branchiura. The Monogeneoidea and Cestoda occurred in all periods of the hydrological cycle, the Nematoda and Branchiura not occurred at high water. The Acanthocephala were recorded during periods of drought and flood. The abundance of Cestoda positively correlated with the HSI, ISEO, hematocrit, erythrocyte number, hemoglobin and glucose. The abundance of Monogeneoidea and Branchiura positively correlated with hematocrit and MCH, respectively. In the post-transport were observed critical values in dissolved oxygen and high ammonia levels in water. The Kn in nature was higher than post-transport, 48 hours in quarantine and 15 days of quarantine. The SSI and HSI were minor in nature. There was a reduction in red blood cells, hemoglobin and MCHC, and increased MCV, post-transport in relation to nature. In 48 hours and 15 days of quarantine, there was an increase in hemoglobin and MCH, besides the reduction in MCV in relation to post-transport. Glucose and total protein were lower in post-transport in relation to nature and 48 hours of quarantine, respectively. The Cestoda and Monogeneoidea showed the highest prevalences in nature and post-transport. Cestoda abundance was higher in nature and post-transport in relation to 48 hours and 15 days of quarantine. Monogeneoidea intensity was higher in post-transport than in other stages. It's the first seasonal study of parasites at a stingray of middle Rio Negro and pioneer in correlate the parasite abundance with health indicators in potamotrygonids. The post-transport was the most critical stage in the chain to the extractive cururu stingray.

Keywords: stingray, condition factor, physiology, somatic index, parasitology.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

μL : microlitros

$\mu\text{S/cm}$: microsiemens por centímetro

μm : micrometros

Ca^{2+} : íon cálcio

CaCO_3 : carbonato de cálcio

CHCM: concentração de hemoglobina corpuscular média

cm: centímetros

Cl⁻: íon cloro

CO_2 : dióxido de carbono

CT: comprimento total

dL: decilitros

DP: desvio padrão

fL: femtolitros

g: gramas

H^+ : íon hidrogênio

Hb: hemoglobina

HCM: hemoglobina corpuscular média

HCO_3^- : íon bicarbonato

Ht: hematócrito

L: litros

LD: largura do disco

mg: miligramas

Mg^{2+} : íon magnésio

mmol/L: milimol por litro

Na^+ : íon sódio

O_2 : oxigênio

OD: oxigênio dissolvido

pg: picogramas

pH: potencial hidrogeniônico

RBC: contagem de eritrócitos totais

SO_4^{2-} : dióxido de enxofre

VCM: volume corpuscular médio

LISTA DE TABELAS

INTRODUÇÃO GERAL

Tabela 1. Espécies de parasitos descritas ocorrendo em arraiais da família Potamotrygonidae Garman, 1913.	06
--	----

CAPÍTULO 1 - Sazonalidade de metazoários parasitos de *Potamotrygon* cf. *histrrix* (Elasmobranchii: Potamotrygonidae) do médio Rio Negro, Brasil e correlação da abundância com indicadores de saúde

Tabela 1. Biometria e fator de condição relativo (Kn) obtidos de <i>Potamotrygon</i> cf. <i>histrrix</i> entre os períodos do ciclo hidrológico do médio Rio Negro (Amazonas, Brasil). Dados expressos como média $\pm$ desvio padrão.....	23
Tabela 2. Índices parasitários de metazoários encontrados em espécimes de <i>Potamotrygon</i> cf. <i>histrrix</i> coletados no médio Rio Negro (Amazonas, Brasil). DP = desvio padrão.....	24
Tabela 3. Prevalência (%) dos grupos de metazoários parasitos de <i>Potamotrygon</i> cf. <i>histrrix</i> , relacionados aos períodos do ciclo hidrológico do médio Rio Negro (Amazonas, Brasil).....	24
Tabela 4. Intensidade média dos grupos de metazoários parasitos de <i>Potamotrygon</i> cf. <i>histrrix</i> , relacionados aos períodos do ciclo hidrológico do médio Rio Negro (Amazonas, Brasil). Dados expressos como média $\pm$ desvio padrão.....	25
Tabela 5. Relações somáticas dos órgãos, parâmetros do eritrograma e bioquímica do plasma de <i>Potamotrygon</i> cf. <i>histrrix</i> , relacionados aos períodos do ciclo hidrológico do médio Rio Negro (Amazonas, Brasil). Dados expressos como média $\pm$ desvio padrão.	26
Tabela 6. Correlações de Spearman (rs) obtidas entre o fator de condição relativo, as relações somáticas do baço, fígado e órgão epigonal e, dos parâmetros do sangue com a abundância de parasitos em <i>Potamotrygon</i> cf. <i>histrrix</i> do médio Rio Negro (Amazonas, Brasil).....	27

CAPÍTULO 2 - Indicadores de saúde e parasitologia de *Potamotrygon* cf. *histris* (Elasmobranchii: Potamotrygonidae) do médio Rio Negro, Amazonas, Brasil, em etapas da cadeia extrativista

Tabela 1. Comparação dos valores médios das propriedades físico-químicas da água (média $\pm$ desvio padrão) e do índice de mortalidade entre as quatro etapas da cadeia extrativista que antecedem à exportação de <i>Potamotrygon</i> cf. <i>histris</i>	48
Tabela 2. Valores (média $\pm$ desvio padrão) dos dados biométricos e do fator de condição relativo (Kn) dos espécimes de <i>Potamotrygon</i> cf. <i>histris</i> investigados no presente estudo	49
Tabela 3. Comparação dos valores (média $\pm$ desvio padrão) das relações somáticas do baço, fígado e órgão epigonal entre quatro etapas da cadeia extrativista que antecedem a exportação de <i>Potamotrygon</i> cf. <i>histris</i>	49
Tabela 4. Comparação dos valores (média $\pm$ desvio padrão) do eritrograma e da bioquímica plasmática entre quatro etapas da cadeia extrativista que antecedem a exportação de <i>Potamotrygon</i> cf. <i>histris</i>	50
Tabela 5. Comparação da prevalência (%) dos grupos de metazoários parasitos de <i>Potamotrygon</i> cf. <i>histris</i> entre quatro etapas da cadeia extrativista que antecedem a exportação	51
Tabela 6. Comparações da abundância média dos grupos de metazoários parasitos de <i>Potamotrygon</i> cf. <i>histris</i> entre quatro etapas da cadeia extrativista que antecedem a exportação. Valores expressos como média $\pm$ desvio padrão	52
Tabela 7. Comparações da intensidade média dos grupos de metazoários parasitos de <i>Potamotrygon</i> cf. <i>histris</i> entre quatro etapas da cadeia extrativista que antecedem a exportação. Valores expressos como média $\pm$ desvio padrão	52

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 – Sazonalidade de metazoários parasitos de *Potamotrygon* cf. *histris* (Elasmobranchii: Potamotrygonidae) do médio Rio Negro, Brasil e correlação da abundância com indicadores de saúde

- Figura 1. Fêmea da arraia cururu, *Potamotrygon* cf. *histris* coleta no médio Rio Negro, Amazonas, Brasil. 22
- Figura 2. Localidades do médio Rio Negro, Amazonas, Brasil onde os exemplares de *Potamotrygon* cf. *histris* foram coletados..... 22
- Figura 3. Cestóides encontrados na válvula espiral da arraia cururu *Potamotrygon* cf. *histris* do médio Rio Negro, Amazonas, Brasil. a) *Rhinebothroides molarai*, scolex de espécime maduro; b) *R. molarai*, proglótide madura; c) *Potamotrygonocetus amazonensis*, scolex de espécime maduro 27
- Figura 4. Exemplares de espécimes não identificados de Nematoda (a) e Achantocephala (b), encontrados na válvula espiral de *Potamotrygon* cf. *histris* do médio Rio Negro, Amazonas, Brasil. 28
- Figura 5. Exemplares dos Monogenoidea *Potamotrygonocotyle quadracotyle* (a) e *P. umbella* (b), encontrados nas brânquias de *Potamotrygon* cf. *histris* do médio Rio Negro, Amazonas, Brasil 28
- Figura 6. Exemplares de Branchiura, *Dolops discoidalis* (a), *Dolops* sp. (b) e *Dolops nana* (c) e de um Copepoda do gênero *Ergasilus* (d), encontrados nas brânquias e tegumento de *Potamotrygon* cf. *histris* do médio Rio Negro, Amazonas, Brasil 29

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	01
Referências	08
OBJETIVOS.....	
Geral	
Específicos.....	
HIPÓTESES	15
 CAPÍTULO 1 - Sazonalidade de metazoários parasitos de <i>Potamotrygon</i> cf. <i>histrrix</i> (Elasmobranchii: Potamotrygonidae) do médio Rio Negro, Brasil e correlação da abundância com indicadores de saúde.....	17
Resumo	17
Introdução.....	19
Material e métodos	20
Resultados	23
Discussão.....	29
Agradecimentos.....	34
Referências bibliográficas	34
 CAPÍTULO 2 - Indicadores de saúde e parasitologia de <i>Potamotrygon</i> cf. <i>histrrix</i> (Elasmobranchii: Potamotrygonidae) do médio Rio Negro, Amazonas, Brasil, em etapas da cadeia extrativista	39
Resumo	39
Introdução.....	41
Material e métodos	43
Desenho experimental	43
Coleta de sangue e análise dos parâmetros sanguíneos.....	45
Biometria e dissecação das arraias	45
Necropsia e análise parasitológica	46
Propriedades físicas e químicas da água	46
Análises estatísticas.....	46

Resultados	47
Discussão.....	53
Agradecimentos.....	58
Referências bibliográficas	59
 CONCLUSÕES GERAIS	 63

INTRODUÇÃO GERAL

As arraias da família *Potamotrygonidae* Garman 1913 são elasmobrânquios de vida exclusiva em água doce e ocorrem na maioria dos sistemas fluviais da América do Sul que desembocam no Oceano Atlântico e Mar do Caribe (Carvalho et al., 2004). Esta família compreende um grupo monofilético inserido na ordem dos Milibatiformes (arraiás que possuem ferrão) e possui aproximadamente 20 espécies válidas distribuídas em quatro gêneros: *Paratrygon*, *Plesiotrygon*, *Potamotrygon* e *Heliotrygon*, este último descrito recentemente por Carvalho & Lovejoy (2011) e composto por duas espécies. O gênero *Potamotrygon*, em particular, alberga o maior número de espécies válidas, com descrição recente de três novas espécies, *P. marinae* (Deynat, 2006), *P. boesemani* (Rosa et al., 2008) e *P. tigrina* (Carvalho et al., 2011).

As arraias do gênero *Potamotrygon* possuem grande heterogeneidade de cores e aparência exótica, que desperta grande interesse entre aquarofilistas do mundo todo. No Brasil os Estados que possuem maior representatividade na cadeia extrativista destas arraias são o Amazonas e o Pará, de onde são extraídas seis espécies: *Potamotrygon leopoldi*, *P. cf. henlei*, *P. motoro*, *P. orbignyi*, *P. schroederi* e *P. cf. hystrix* (Rincon & Charvet-Almeida, 2006). A exportação é regulada através de um sistema de cotas que são autorizadas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Recentemente a IN 22/2011 – IBAMA denota à *P. cf. hystrix* maior representatividade em proporção às demais espécies, onde foram liberadas para exportação 6.000 unidades anuais desta espécie, representando aproximadamente 49% do total das arraias *Potamotrygon* autorizadas para exportação desde o ano de 2008 a 2011 pelo estado do Amazonas.

Potamotrygon cf. hystrix, ou arraia cururu, é uma espécie endêmica das florestas alagáveis de água preta (igapó) do Arquipélago de Mariuá, bacia do médio Rio Negro, nas proximidades do município de Barcelos (Carvalho et al., 2003). Essa espécie tem importância econômica a grande representatividade no mercado de peixes ornamentais. Os ambientes onde esta espécie ocorre são heterogêneos, mas predominantemente possuem água com valores baixos de pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e temperatura elevada (Oliveira, 2008; Duncan & Fernandes, 2011). Outra característica desta espécie é o hábito alimentar generalista que inclui pequenos peixes teleósteos, insetos e predominantemente pequenos crustáceos (Shibuya et al., 2009), itens bastante abundantes em florestas de igapó (Fidelis et

al., 2008). Mas, o que confere a esta espécie destaque no mercado de ornamentais, além do alto policromatismo e aparência exótica, é a facilidade de captura em função da grande abundância e o comportamento sedentário, bem como o tamanho pequeno e maior resistência durante o transporte em comparação às demais espécies de *Potamotrygon* (Araújo, 1998).

Não se sabe exatamente quando a atividade de extração destas arraias se iniciou, mas há relatos que as arraias da Bacia Amazônica são capturadas para aquariofilia há mais de 25 anos (Rincon & Charvet-Almeida, 2006), embora na bacia do médio Rio Negro o mercado de ornamentais exista desde 1955 após a descoberta e comercialização do cardinal tetra, *Paracheirodon axelrodi*, por Herbert R. Axelrod (Chao et al., 2001). Nesta bacia hidrográfica a atividade da pesca ornamental é responsável por aproximadamente 60% da renda dos municípios de Barcelos e Santa Isabel (Prang, 2001), que abrigam as maiores áreas de pesca ornamental do Brasil (Junk et al., 2007), conferindo também ao Amazonas maior representatividade na atividade em relação a outros Estados brasileiros, cerca de 93% do total das exportações (IBAMA, 2007). Apesar disso, as práticas de manejo que operam atualmente no extrativismo destes peixes ainda são as mesmas praticadas no início da atividade, de forma artesanal e rudimentar (Ferraz, 1999; Prang, 2008), que levam os peixes a enfrentar muitos procedimentos estressantes, como a manipulação demasiada durante todo o processo, adensamento, restrição alimentar, transporte durante longo período em condições inadequadas, onde os peixes ficam expostos a água de baixa qualidade sem aeração, com altas temperaturas, luminosidade, barulho excessivo, além da maior susceptibilidade às infecções parasitárias (Ferraz, 1999; Prang, 2008; Tavares-Dias et al., 2009a,b; 2010a). Além disso, neste processo também existe a problemática da adição de quimioterápicos de forma descontrolada durante o transporte, como a tetraciclina (Prang, 2008) no intuito equivocado de melhorar a saúde dos peixes e reduzir a mortalidade.

O estresse causado pelos procedimentos de manejo, má qualidade da água ou parasitismo durante o processo produtivo pode ser avaliado pela condição corporal ou estado fisiológico do animal. Para isso existem ferramentas bastante utilizadas e descritas na literatura como eficientes para tal avaliação. O fator de condição relativo (Kn) é um índice zootécnico que estipula uma condição corporal ideal do peixe numa determinada faixa de tamanho, podendo sofrer alterações em função do parasitismo, estado nutricional, comprometimento de reservas energéticas, além de outros fatores bióticos e abióticos que podem intervir na saúde do peixe (Le Cren, 1951; Tavares-Dias et al., 2000b; Froese et al., 2006; Lemos et al., 2006; Lizama et al., 2007; Gomiero et al., 2008; Lacerda et al., 2009). Durante a adaptação ao agente estressor, órgãos portadores de tecidos com propriedades

hematopoiéticas, como baço e fígado, podem apresentar alterações em seu volume ou massa em função da produção ou depleção celular ou mesmo por disfunção osmótica (Laidley et al., 1988; Wilkie, 2002; Tavares-Dias et al., 2000a,b). Estas variações são mensuradas pela determinação da massa relativa do órgão em proporção ao corpo, conhecidas como relação esplenosomática (RES) para o baço e hepatossomática (RHS) para o fígado (Tavares-Dias et al., 2000a). Os potamotrigonídeos, como os demais Chondrichthyes dependem do órgão epigonal para realizar atividade linfomielópoiética, produzir respostas leucocitárias e participar de processo inflamatórios (Zapata et al., 1996; Miracle et al., 2001), de modo que a relação somática deste órgão (RSOE) também pode ser avaliada. Também são bastante usados os exames do eritrograma e constituintes plasmáticos como glicose e proteínas totais, pois são mais específicos para demonstrar respostas fisiológicas de adaptação a diferentes agentes estressores. O eritrograma possibilita uma avaliação quantitativa e qualitativa das alterações nos eritrócitos, hemoglobina, hematócrito, índices globulares e morfologia eritrocitária (Kerr, 2002; Tavares-Dias & Moraes, 2004), ajudando no diagnóstico de processos anemiantes e adaptações à hipóxia (Kerr, 2002; Tavares-Dias & Moraes, 2004; Akinrotimi et al., 2007a; Nikoo et al., 2010). Com a liberação de catecolaminas e corticosteróides durante o estresse, há consecutivamente alterações nos constituintes bioquímicos, sendo uma delas a elevação da glicose plasmática (hiperglicemia) para manutenção dos processos vitais e outra a elevação das proteínas totais que ajudam na restauração celular (Barcellos et al., 2000; Tavares-Dias & Moraes, 2004; Oba et al., 2009), parâmetros que podem ser facilmente mensurados no plasma com o auxílio de kits comerciais disponíveis no mercado.

Os estudos sobre índices parasitológicos em potamotrigonídeos são reduzidos em proporção aos teleósteos. Em geral, a maioria destes é direcionado para taxonomia (Brooks & Thorson, 1976; Rego & Dias, 1976; Mayes et al., 1978; Brooks & Amato, 1992; Moravec, 1998; Campbell et al., 1999; Marques et al., 2003; Marques & Brooks, 2003; Ivanov, 2004; 2005; Caira & Healy, 2004; Domingues et al., 2007; Domingues & Marques, 2007; Reyda, 2008; Luchetti et al., 2008; Menoret & Ivanov, 2009; Domingues & Marques, 2010a,b), evolução e filogenia (Brooks et al., 1981; Brooks, 1992), descrição de ocorrência (Peralta et al., 1998; Lacerda et al., 2008) e ecologia parasitária (Lacerda et al., 2009). Nestes estudos são relatados em 23 potamotrigonídeos a ocorrência de cerca de 27 espécies de Cestoda, nove de Nematoda, duas de Acanthocephala, 15 de Monogeneoidea, uma de Branchiura e uma espécie de Copepoda (Tabela 1).

Estes parasitos, dependendo da patogenia e da intensidade da infecção, podem ser considerados agentes estressores aos hospedeiros, pois durante as etapas do extrativismo que

antecedem a exportação podem ser favorecidos pelas condições do novo ambiente ou pelo estado de saúde debilitado do hospedeiro (Takemoto et al., 2004; Tavares-Dias & Moraes, 2004; Eiras et al., 2010). Portanto, o primeiro passo é o diagnóstico dos parasitos de uma determinada espécie de peixe destinado ao processo produtivo (Eiras et al., 2010). Em seguida o entendimento de como os níveis de infecção parasitária se comportam ao longo das diferentes fases da comercialização, que podem ser mensurados e comparados estatisticamente entre os diferentes estágios como o emprego e determinação dos índices de prevalência, abundância e intensidade média (Bush et al., 1997; Rózsa et al., 2000). Além disso, devemos compreender que as alterações corporais no hospedeiro ou respostas fisiológicas ao parasitismo vão depender da espécie do hospedeiro, do parasito e da intensidade da infecção (Tavares-Dias et al., 2001; Tavares-Dias & Moraes, 2004; Gbore et al., 2006; Lizama et al., 2006; 2007; Akinrotimi et al., 2007a,b; Araújo et al., 2009; Castro e Fernandes, 2009; Lacerda et al., 2009; Nikoo et al., 2010; Santos & Tavares-Dias, 2010). Esses conhecimentos são imprescindíveis para que se possam fazer intervenções profiláticas e tratamentos eficazes contra estes agentes infecciosos, que na cadeia extrativista de peixes ornamentais acompanham os hospedeiros desde o ambiente natural, evitando perdas econômicas e a contaminação de populações nativas de peixes por parasitos alienígenas (Ferraz, 1999; Takemoto et al., 2004; Eiras et al., 2010; Tavares-Dias et al., 2010a).

Este estudo visa ampliar os conhecimentos sobre a biologia da arraia cururu, pois na literatura há apenas estudos envolvendo hábitos alimentares (Shibuya et al., 2009), aspectos reprodutivos (Charvet-Almeida et al., 2005; Zaiden et al., 2010) e a caracterização hematológica desta espécie em ambiente natural (Oliveira, 2008), além da descrição parasitária de duas espécies de cestóides *Potamotrygonocetus amazonensis* e *Rhinebothroides moralarai* Mayes et al., 1981 (Marques et al., 2003; Marques & Brooks, 2003) e duas espécies de monogenoideas *Paraheteronchocotyle quadracotyle* e *P. umbella* Domingues et al., 2007 (Domingues et al., 2007).

No primeiro capítulo deste trabalho foi realizado um diagnóstico dos grupos de metazoários parasitos da arraia *Potamotrygon* cf. *histris* do médio Rio Negro, demonstrando como se comportam os índices parasitários, prevalência e intensidade média, em relação ao nível hidrológico e como a abundância média destes se correlaciona com indicadores de saúde, utilizando para isso o Kn, as relações somáticas de órgãos, o eritrograma e a bioquímica plasmática. No segundo capítulo foi realizada uma abordagem diferente na avaliação do estado de saúde das arraias em etapas do processo que antecedem a exportação como peixe ornamental, comparando estatisticamente entre as etapas, as propriedades físicas e

químicas da água, o K_n , as relações somáticas de órgãos, eritrograma, bioquímica plasmática e os índices parasitários.

Tabela 1. Espécies de parasitos descritas ocorrendo em arraias da família Potamotrygonidae Garman, 1913.

Parasito	Hospedeiro Potamotrygonidae
Cestoda	
<i>Acanthobothrium amazonensis</i> Mayes et al., 1978	<i>Potamotrygon circularis</i>
<i>A. peruvienne</i> Reyda, 2008	<i>P. motoro</i>
<i>A. quinonesi</i> Mayes et al., 1978	<i>P. magdalenae</i>
<i>A. ramiroi</i> Ivanov, 2005	<i>P. motoro</i>
<i>A. regoi</i> Brooks, et al., 1981	<i>P. motoro</i> e <i>P. falkneri</i>
<i>Anindobothrium liseae</i> Marques et al., 2001	<i>P. orbigny</i>
<i>Nandocetus guariticus</i> (Marques et al., 2001)	<i>Paratrygon aiereba</i>
<i>Paranconomegas araya</i> (Woodland, 1934)	<i>P. motoro</i> e <i>P. falkneri</i>
<i>Potamotrygonocetus amazonensis</i> Mayes et al., 1981	<i>P. falkneri</i> , <i>P. constellata</i> , <i>P. motoro</i> , <i>P. cf. histrix</i> , <i>P. scobina</i> , <i>P. orbigny</i> , <i>P. circularis</i> e <i>P. yepezi</i>
<i>P. chaoi</i> Marques et al., 2003	<i>Plesiotrygon iwamae</i>
<i>P. fitzgeraldae</i> Marques et al., 2003	<i>P. leopoldi</i> , <i>P. motoro</i> , <i>P. orbigny</i> e <i>Paratrygon aiereba</i>
<i>P. magdalenensis</i> Brooks & Thorson, 1976	<i>P. magdalenae</i>
<i>P. marajoara</i> Luchetti et al., 2008	<i>Plesiotrygon iwamae</i>
<i>P. maurae</i> Marques et al., 2003	<i>P. orbigny</i>
<i>P. orinocoensis</i> Brooks et al., 1981	<i>P. orbigny</i>
<i>P. travassosi</i> Rego, 1979	<i>P. constellata</i> , <i>P. motoro</i> , <i>P. orbigny</i> e <i>Paratrygon aiereba</i>
<i>Rhinebothrium copianulum</i> Reyda, 2008	<i>Paratrygon aiereba</i>
<i>R. paranaensis</i> Menoret & Ivanov, 2009	<i>P. falkneri</i>
<i>R. paratrygoni</i> Rego & Dias, 1976	<i>P. falkneri</i> , <i>P. motoro</i> e <i>Paratrygon aiereba</i>
<i>Rhinebothroides campbelli</i> Ivanov, 2004	<i>P. motoro</i>
<i>R. circularisi</i> Mayes et al., 1981	<i>P. constellata</i>
<i>R. freitasi</i> (Rego, 1979)	<i>P. orbigny</i> , <i>P. constellata</i> , <i>P. motoro</i> , <i>P. yepezi</i> , <i>P. falkneri</i> , <i>P. henlei</i> , <i>P. leopoldi</i> , <i>P. schroederi</i> e <i>P. scobina</i>
<i>R. glandularis</i> Brooks et al., 1981	<i>P. orbigny</i> e <i>P. histrix</i>
<i>R. mclennanae</i> Brooks & Amato, 1992	<i>P. motoro</i>
<i>R. molarai</i> (Brooks & Thorson, 1976)	<i>P. cf. histrix</i> e <i>P. magdalenae</i>
<i>R. scorzai</i> (López-Neyra & Diaz-Ungriá, 1958)	<i>P. motoro</i> , <i>P. orbigny</i> e <i>Paratrygon aiereba</i>
<i>R. venezuelensis</i> Brooks et al., 1981	<i>P. orbigny</i> e <i>P. yepezi</i>
Nematoda	
<i>Brevimulticaecum regoi</i> Sprent, 1990	<i>P. motoro</i> e <i>P. castexi</i>
<i>Camallanus cotti</i> Fujita, 1927	<i>P. motoro</i>
<i>Cucullanus</i> sp.	<i>P. motoro</i> , <i>P. castexi</i> e <i>Paratrygon aiereba</i>

<i>Echinocephalus daileyi</i> Deardorff et al., 1981	<i>P. circularis</i> , <i>P. histrix</i> e <i>P. castexi</i>
<i>Eustrongylides ignotus</i> Jagerskiold, 1909	<i>Paratrygon</i> sp.
<i>Procammallanu peraccuratus</i> Pinto et al., 1976	<i>P. motoro</i>
<i>P. inopinatus</i> Travassos et al., 1928	<i>P. motoro</i>
<i>Rhabdochona</i> sp.	<i>P. castexi</i> e <i>Paratrygon aiereba</i>
<i>Spinitectus</i> sp.	<i>P. falkneri</i>
Acanthocephala	
<i>Quadrigyrus machadoi</i> Fabio, 1983	<i>P. falkneri</i> e <i>P. motoro</i>
<i>Megapriapus ungriai</i> Gracia-Rodrigo, 1960	<i>P. histrix</i>
Monogeneoidea	
<i>Paraheteronchocotyle amazonense</i> Mayes et al., 1981	<i>P. constellata</i> e <i>P. orbigny</i>
<i>Potamotrygonocotyle aramasae</i> Domingues et al., 2007	<i>Paratrygon aiereba</i>
<i>P. auriculocotyle</i> Domingues & Marques, 2010	<i>P. motoro</i>
<i>P. chisholmae</i> Domingues & Marques, 2007	<i>P. motoro</i>
<i>P. dromedarius</i> Domingues & Marques, 2007	<i>P. motoro</i>
<i>P. eurypotamoxenus</i> Domingues & Marques, 2007	<i>P. motoro</i> , <i>P. castexi</i> , <i>P. falkneri</i> e <i>P. histrix</i>
<i>P. quadracotyle</i> Domingues et al., 2007	<i>P. cf. histrix</i>
<i>P. rarum</i> Domingues et al., 2007	<i>P. schroederi</i>
<i>P. rionegrense</i> Domingues et al., 2007	<i>P. motoro</i> , <i>Potamotrygon</i> sp. <i>P. cf. motoro</i> e <i>P. humerosa</i>
<i>P. septemcotyle</i> Domingues & Marques, 2010	<i>P. scobina</i> e <i>Potamotrygon</i> sp.
<i>P. tatianae</i> Domingues & Marques, 2010	<i>Paratrygon</i> sp.
<i>P. tocantinsense</i> Domingues & Marques, 2010	<i>P. cf. scobina</i> , <i>P. scobina</i> e <i>Potamotrygon</i> sp.
<i>P. tsalickisi</i> Mayes et al., 1981	<i>P. constellata</i> , <i>P. falkneri</i> , <i>P. histrix</i> , <i>P. motoro</i> , <i>P. cf. motoro</i> , <i>P. orbigny</i> , <i>Potamotrygon</i> sp., <i>P. humerosa</i> e <i>P. castexi</i>
<i>P. umbella</i> Domingues et al., 2007	<i>P. cf. histrix</i>
<i>P. uruguayensis</i> Domingues & Marques, 2007	<i>P. brachyura</i>
Branchiura	
<i>Argulus juparanaensis</i> Lemos de Castro, 1950	<i>P. motoro</i>
Copepoda	
<i>Ergasilus trygonophilus</i> Domingues & Marques, 2010	<i>Plesiodygon iwamae</i>

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akinrotimi, O. A.; Ansa, E. J.; Owihonda, K. N.; Onukwu, D. N., Edun, O. M.; Anyanwu, P. E. 2007a. Effect of Transportation Stress on Haematological parameters of Blackchin Tilapia, *Sarotherodon melanothenon*. *J. Animal Vet. Serv. Adv.*, 6(7):841-845.
- Akinrotimi, O. A.; Gabriel, U. U.; Anyanwu, P. E.; Anyanwu, A. O. 2007b. Influence of sex, acclimation methods and period on Haematology of *Sarotherodon melanothenon* (Cichilidae). *Res J. Biol Sci.*, 2(3):348 – 352.
- Araújo, C. S. O.; Tavares-Dias, M.; Gomes, A. L. S.; Andrade, S. M. S.; Lemos, J. R. G.; Oliveira, A. T.; Cruz, W. R.; Affonso, E. G. 2009. Infecções parasitárias e parâmetros sanguíneos em *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) cultivados no estado do Amazonas, Brasil. In: Tavares-Dias, M.. (Org.). Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo. Macapá - AP: Embrapa Amapá. 16: 389-424p.
- Araújo, M. L. G. 1998. *Biologia reprodutiva e pesca de Potamotrygon* sp. (Chondrichthyes - Potamotrygonidae) no médio Rio Negro, Amazonas. Dissertação Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 171 p.
- Barcellos, L. J. G.; Souza, S. M. G.; Wolehl, V. M. 2000. Estresse em peixes: Fisiologia da resposta ao estresse, causas e conseqüências. (Revisão). *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 26(1): 99-111.
- Brooks, D. R. and T. B. Thorson. 1976. Two tetraphyllidean cestodes from the freshwater stingray *Potamotrygon magdalenae* Duméril, 1852 (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) from Colombia. *Journal of Parasitology* 62:943–947.
- Brooks, D. R.; Mayes, M. A.; Thorson, T. B. 1981. Systematic review of cestodes infecting freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) including four new species from Venezuela. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 48(1): 43–64.
- Brooks, D. R. 1992. Origins, diversification, and historical structure of the helminth fauna inhabiting neotropical freshwater stingrays (Potamotrygonidae). *Journal of Parasitology*. 78(4): 588–595.
- Brooks, D. R.; J. F. R. Amato. 1992. Cestode parasites in *Potamotrygon motoro* (Natterer) (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) from southwestern Brazil, including *Rhinebothroides mclennanae* n. sp. (Tetraphyllidea: Phyllobothriidae), and a revised host-parasite checklist for helminths inhabiting neotropical freshwater stingrays. *Journal of Parasitology*. 78: 393–398.
- Bush, A. O.; Lafferty, K. D.; Lotz, J. M.; Shostak, W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* Revisited. *Journal of Parasitology.*, 83(4), 575-583p.
- Caira, J. N.; Healy, C. J. 2004. Elasmobranchs as hosts of metazoan parasites. In: Carrier, J. C.; Musick, J. A.; Heithaus, M. R. (Eds.) *Biology of Sharks and Their Relatives*. 523-551.
- Campbell, R. A. ; Marques, F.; Ivanov, V. A. 1999. *Paroncomegas araya* (Woodland, 1934) n. gen. et comb. (Cestoda: Trypanorhyncha: Eutetrarhynchidae) from the freshwater stingray *Potamotrygon motoro* in South America. *Journal of Parasitology* 85(2): 313–320.
- Castro, F. J.; Fernandes, M. N. 2009. Efeitos da infestação por parasitos argulídeos na fisiologia e mecanismos de defesa inata em peixes cultivados. In: Tavares-Dias, M. (Org.). *Manejo e sanidade de peixes em cultivo*. Macapá: Embrapa Amapá, p. 361-388.

- Chao, N. L.; Petry, P.; Prang, G.; Sonneschien, L.; Tlustý, M. 2001. *Conservation and management of ornamental fish resources of the Rio Negro basin, Amazonia, Brazil - Project Piaba*. 1ª ed. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas-EDUA. 301p.
- Charvet-Almeida, P., Araújo, M.L.G. & Almeida, M.P. (2005). Reproductive aspects of freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) in the Brazilian Amazon basin. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, 35: 165–71.
- Deynat, P. 2006. *Potamotrygon marinae* n. sp., une nouvelle espece de raies d'eau douce de Guyane (Myliobatiformes, Potamotrygonidae). *CR Biol*, 329: 483–493.
- de Carvalho, M. R.; Lovejoy, N. R.; Rosa, R. S. 2003. Family Potamotrygonidae. Pp. 22–29. In: Reis, R. E; Ferraris Jr; C. J.; Kullander, S. O. (Eds.). *Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America*. Porto Alegre, EDIPUCRS, 729 p.
- de Carvalho, M. R.; Maisey, J. G.; Grande, L. 2004. Freshwater stingrays of the Green River Formation of Wyoming (Early Eocene), with the description of a new genus and species and an analysis of its phylogenetic relationships (Chondrichthyes: Myliobatiformes). *Bull Am Mus Nat Hist* 284: 1–136.
- de Carvalho, M. R.; Lovejoy, N. R. 2011. Morphology and phylogenetic relationships of a remarkable new genus and two new species of Neotropical freshwater stingrays from the Amazon basin (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). *Zootaxa*, 2776: 13–48.
- de Carvalho, M. R.; Perez, M. H. S.; Lovejoy, N. R. 2011. *Potamotrygon tigrina*, a new species of freshwater stingray from the upper Amazon basin, closely related to *Potamotrygon schroederi* Fernandez-Yépez, 1958 (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). *Zootaxa* 2827: 1–30.
- Domingues, M. V.; Maques, F. P. L. 2007. Revision of Potamotrygonocotyle Mayes, Brooks & Thorson, 1981 (Platyhelminthes: Monogenoidea: Monocotylidae), with descriptions of four new species from the gills of freshwater stingrays Potamotrygon spp. (Rajiformes: Potamotrygonidae) from the La Plata river basin. *Systematic Parasitology* 67(3): 157–174.
- Domingues, M. V.; Pancera, N. C.M. ; Marques, F. P. L. 2007. Monogenoideans parasites of freshwater stingrays (Rajiformes, Potamotrygonidae) from the Negro River, Amazon, Brazil: species of Potamotrygonocotyle (Monocotylidae) and Paraheteronchocotyle (Hexabothriidae). *Folia Parasitologica*, 54,177-190p.
- Domingues, M. V.; Marques, F. P. L. 2010a. Phylogeny and taxonomy of Potamotrygonocotyle Mayes, Brooks & Thorson, 1981 (Monogenoidea: Monocotylidae) with a description of four new species. *Journal of Helminthology*, (1), p. 1-28.
- Domingues, M. V.; Marques, F. P. L. 2010b. *Ergasilus trygonophilus* sp. nov. (Copepoda: Ergasilidae) a branchial parasite of freshwater stingrays (Potamotrygonidae) from state of Pará, Brazil. *Sociedade Brasileira de Zoologia* 27(5): 829–833
- Duncan, W. P.; Fernandes, M. N. 2011. Physicochemical characterization of the white, black, and Clearwater rivers of the Amazon Basin and its implications on the distribution of freshwater stingrays (Chondrichthyes, Potamotrygonidae). *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 5(3): 1-11.
- Eiras, J. C.; Takemoto, R. M.; Pavanelli, G. C. 2010. *Diversidade dos parasitas de peixes de água doce do Brasil*. Ed. Clichetec. Maringá, 333p.

- Ferraz, E. 1999. Management and diseases of the ornamental fish exported from the Rio Negro basin, 99-111. In: Val, A.L; Almeida-Val, V.M (eds). *Biology of tropical fishes*. INPA: Manaus.
- Fidelis, L.; Nessimian, J. L.; Hamada, N. 2008. Distribuição espacial de insetos aquáticos em igarapés de pequena ordem na Amazônia Central. *Acta Amazônica*. 38(1): 127 – 134.
- Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4):241-253.
- Gbore, F. A.; Oginni, O; Adewole A. M.; Aladetam, J. O. 2006. The effect of transportation and handling stress on hematology and plasma biochemistry in fingerlings of *Clarias gariepinus* and *Tilapia zilli*. *World Journal of Agrucultural Sciences*, 2(2):208-212.
- Gomiero, L. M.; Villares Jr, G. A.; Naous, F. 2008. Relação peso-comprimento e fator de condição de *Cichla kelberi* (Perciformes, Cichlidae) introduzidos em um lago artificial no Sudeste Brasileiro. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, vol. 30, no. 2, p. 173-178.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2007 . Brasília: *Relatório Técnico sobre o Diagnóstico geral das práticas de controle ligadas a exploração, captura, comercialização, exportação e uso de peixes para fins ornamentais e de aquariofilia* - Diretoria de uso sustentável da biodiversidade e florestas. 214p.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2011. Instrução Normativa nº22. Diretoria de Uso Sustentável da Biodiversidade e Florestas Coordenação Geral de Autorização do Uso de Fauna e Recursos Pesqueiros.
- Ivanov, V. A. 2004. A new species of *Rhinebothroides* Mayes, Brooks & Thorson, 1981 (Cestoda: Tetracanthidae) from the ocellate river stingray in Argentina, with amended descriptions of two other species of the genus. *Syst. Parasitol.*, Dordrecht, v. 58, p. 159-174.
- Ivanov, V. A. 2005. A new species of *Acanthobothrium* (Cestoda: Tetracanthidae: Onchobothriidae) from the ocellate river stingray, *Potamotrygon motoro* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae), in Argentina. *J. Parasitol.*, Lawrence, 91 (2) 390-396.
- Junk, W. J.; Soares, M. G. M.; Bayley, P. B. 2007. Freshwater fishes of the Amazon River basin: their biodiversity, fisheries, and habitats. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 10(2): 153–173.
- Kerr, M. G. 2002. *Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Biochemistry and Haematology*, 2ed. Blackwell Science Ltd, 386p.
- Lacerda, A. C. F.; Takemoto, R. M.; Pavanelli, G. C. 2009. Ecology of endoparasites of the fluvial stingray *Potamotrygon falkneri* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) from the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazil. Journal Biology*, 69(2) 297-303.
- Laidley, C. W.; Woo, P. T. K.; Leatherland, J. F. 1988. The stress-response of rainbow trout to experimental infection with the blood parasite *Cryptobia salmositica* Katz, 1951. *J. Fish Biol.*, 32:253-261.
- 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.
- Lemos, J. R. G.; Tavares-Dias, M.; Marcon, J. L.; Lemos, P. E. M.; Affonso, E. G.; Zaiden, S. F. 2006. Estudo da relação peso-comprimento e fator de condição em espécies de peixes ornamentais do Rio Negro, estado do Amazonas, Brasil. *IV Congresso Iberoamericano Virtual de Acuicultura, CIVA 2006*:721-727. [On-line in <http://www.civa2006.org>].

- Lizama, M. A. P.; Takemoto, R. M.; Pavanelli, G. C. 2006. Parasitism influence on the hepato, splenosomatic and weight-length and relative condition factor of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Prochilodontidae) of the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, 15: 116-122.
- Lizama, M. A. P.; Takemoto, R. M.; Tavares, Ranzani-Paiva, M. J.; Ayroza, L. M. S.; Pavanelli, G. C. 2007. Relação parasito-hospedeiro em peixes de pisciculturas da região de Assis, Estado de São Paulo, Brasil. 1. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757). *Acta Sci Biol Sci.*, 29(2):223-231.
- Luchetti, N. M.; Marques, F. P. L.; Charvet-Almeida, P. 2008. A new species of *Potamotrygonocestus* Brooks & Thorson, 1976 (Eucestoda: Tetraphyllidae) from *Plesiotrygon iwamae* Rosa, Castello & Thorson (Myliobatoidea: Potamotrygonidae) and a redescription of *Potamotrygonocestus chaoi* Marques, Brooks & Araujo, 2003. *Systematic parasitology*, 70 (2): 131-145.
- Marques, F. P. L.; Brooks, D. R.; Araújo, M. L. G. 2003. Systematics and phylogeny of *Potamotrygonocestus* (Platyhelminthes, Tetraphyllidae, Onchobothriidae) with descriptions of three new species from freshwater potamotrygonids (Myliobatoidea, Potamotrygonidae). *Zoologica Scripta*. 32: 367–396.
- Marques, F. P. L.; Brooks, D. R. 2003. Taxonomic review of *Rhinebothroides* (Eucestoda: Tetraphyllidae: Phyllobothriidae), parasites of freshwater stingrays (Rajiformes: Myliobatoidei: Potamotrygonidae). *Journal of Parasitology*. 89: 944–1017.
- Mayes, M. A., Brooks, D. R.; Thorson, T. B. 1978. Two new species of *Acanthobothrium* van Beneden 1849 (Cestoidea: Tetraphyllidae) from freshwater stingrays in South America. *Journal of Parasitology*, 64: 838–841.
- Menoret, A.; Ivanov, V. A. 2009. A new species of tetraphyllidean (Cestoda) from the Largespot River stingray, *Potamotrygon falkneri* (Potamotrygonidae: Chondrichthyes), from the Paraná basin. *J. Parasitol.*, 95(4):994–999.
- Miracle, A. L.; Anderson, M. K.; Litman, R. T.; Walsh, C. J.; Luer, C. R. A.; Rothenberg, E. V.; Litman, G. W. 2001. Complex expression patterns of lymphocyte-specific gene during the development of cartilaginous fish implicate unique lymphoid tissues in generating an immune repertoire. *International Immunology*, 13(4): 567-580.
- Moravec, F. 1998. *Nematodes of Freshwater Fishes of the Neotropical Region*. Praga: Academia. 210-212 p.
- Nikoo, M., Falahatkar, B., Alekhorshid, M., Haghi, B. N., Asadollahpour, A., Dangzareki, M. Z. and Langaroudi, H. F. 2010. Physiological stress responses in kutum *Rutilus frisii kutum* subjected to captivity, *International Aquatic Research*, 2:55-60.
- Oba, E. T.; Mariano, W. S.; Santos, L. R. B. 2009 Estresse em peixes cultivados In: Tavares-Dias, M. *Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo*, EMBRAPA Amapá, Macapá, 226-246.
- Oliveira, A. T. 2008. *Caracterização hematológica de Potamotrygon cf. hystrix: subsídios ao manejo e conservação da espécie*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 99 p.
- Peralta, L.; Solano, A.; Carvalho, J. R.; Matos, E.; Serra-Freire, N. M. 1998. Ocorrência de *Argulus juparanaensis* Lemos de Castro, 1950 (Branchiura, Argulidae) em arraia de fogo *Potamotrygon motoro* (Müller & Henlz, 1841) (Rajiformes: Potamotrygonidae) no Igarapé do Slito. *Entomología y Vectores*. 5 (1): 49-54.

- Prang, G. 2001. Aviamento and the Ornamental Fishery of the Rio Negro, Brazil: Implications for Sustainable Resource Use. In: Chao, N. L.; Petry, P.; Prang, G.; Sonneschien, L.; Tlustý, M. *Conservation and management of ornamental fish resources of the Rio Negro basin, Amazonia, Brazil – Project Piaba*. 1ª ed. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas-EDUA, p.43-74.
- Prang, G. 2008. An industry analysis of the freshwater ornamental fishery with particular reference to the supply of brazilian freshwater ornamentals to the uk market. *UAKARI*, 3(1): 7-51.
- Rego, A. A.; Dias, P. L. 1976. Estudos de cestóides de peixes do Brasil. 3ª nota: cestóides de raias fluviais Paratrygonidae. *Revista Brasileira de Biologia* 36(4): 941–956.
- Reyda, F. B. 2008. Intestinal helminths of freshwater stingrays in southeastern Peru, and a new genus and two new species of cestode. *Journal of Parasitology* 94: 684–699.
- Rincon, G.; Charvet-Almeida, P. 2006. O monitoramento da pesca ornamental de raias de água doce está sendo efetivo? Problemas e possíveis soluções nas esferas envolvidas. *Elasmovisor*, 9:4-6.
- Rosa, R. S.; de Carvalho, M. R.; Wanderley, C. A. 2008. *Potamotrygon boesemani* (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Potamotrygonidae), a new species of neotropical freshwater stingray from Surinam. *Neotr Ichthyol* 6: 1–8.
- Rosa, R. S.; Charvet-Almeida, P.; Quijada, C. C. D. 2010. Biology of the South American Potamotrygonid Stingrays. In: Carrier, J. C.; Musick, J. A.; Heithaus, M. R. 1st ed. *Sharks and Their Relatives II: Biodiversity, Adaptive Physiology, and Conservation*, 5:241-276.
- Rózsa, L.; Reiczigel, J.; Majoros, G. 2000. Quantifying parasites in samples of hosts. *Journal of Parasitology*, 86: 228–232.
- Santo, R. B. S.; Tavares-Dias, M. 2010. Blood cells and hematological response of *Oxydoras niger* (Pisces, Doradidae) collected from the basin of the middle Solimões River, Amazonas State (Brazil), naturally parasitized. *Bol. Inst. Pesca*, 36(4):283-292.
- Shibuya, A.; Araújo, M. L. G.; Zuanon, J. A. S. 2009. Analysis of stomach contents of freshwater stingrays (Elasmobranchii, Potamotrygonidae) from the middle Negro River, Amazonas, Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 4(4): 466-47.
- Takemoto, R. M.; Lizama, M. A. P.; Guidelli, G. M.; Pavanelli, G. C. 2004. Parasitas de peixes de águas continentais. In: Ranzani-Paiva, M. J. T.; Takemoto, R. M.; Lizama, M. A. P. *Sanidade de Organismos Aquáticos*. São Paulo: Editora Varela, 1: 179-197.
- Tavares-Dias, M.; Martins, M. L.; Moraes, F. R. Kronka, S. N. 2000a. Fator de condição e Relação hepato e esplenosomática em peixes teleósteos de água doce naturalmente parasitados. *Acta Sci Biol Sci.*, 22(2): 533-537.
- Tavares-Dias, M.; Martins, M. L.; Moraes, F. R. 2000b. Relação hepatosomática e esplenosomática em peixes teleósteos de cultivo intensivo. *Rev. Bras. Zool.*, 17: 273-281.
- Tavares-Dias, M.; Sandrim, E. F. S.; Moraes, F. R.; Carneiro, P. C. F. 2001. Physiological reponses of “tambaqui” *Colossoma macropomum* (Characidae) to acute stress. *Boletim do Instituto de Pesca*, 27(1): 43-8.
- Tavares-Dias, M.; Moraes, F. R. 2004. Hematologia de peixes teleósteos. Ribeirão Preto: Villimpress, 144p.

- Tavares-Dias, M.; Lemos, J. R. G.; Martins, M. L.; Jeronimo, G. T. 2009a. Metazoan and protozoan parasites of freshwater ornamental fish from Brazil. *In*: Tavares-Dias, M.. (Org.). *Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo*. Macapá - AP: Embrapa Amapá, 1:469-494p.
- Tavares-Dias, M.; Brito, M. L. S.; Lemos, J. R. G. 2009b. Protozoários e metazoários parasitos do cardinal *Paracheirodon axelrodi* Schultz, 1956 (Characidae), peixe ornamental proveniente de exportador de Manaus, Estado do Amazonas, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 31,23-25p.
- Tavares-Dias, M.; Lemos, J. R. G.; Martins, M. L. 2010a. Parasitic fauna of eight species of ornamental freshwater fish species from the middle Negro River in the Brazilian Amazon Region. *Rev. Bras. Parasitol. Vêt.*, 19(2): 29-33.
- Tavares-Dias, M.; Araújo, C. S. O.; Gomes, A. L. S.; Andrade, S. M. S. 2010b. Relação peso-comprimento e fator de condição relativo (Kn) do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) em cultivo semi-intensivo no estado do Amazonas, Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências*, 12(1): 59-65.
- Wilkie, M. P. 2002. Ammonia excretion and urea handling by fish gills: present understanding and future research challenges. *Journal of Experimental Zoology*, 293:284–301.
- Zaiden, S. F.; Brinn, R. P.; Marcon, J. L.; Urbinati E. C. 2010. Testicular structure and spermatogenesis of Amazonian freshwater cururu stingray *Potamotrygon cf. hystrix*. *Zygote*, 1-9.
- Zapata, A. G.; Chiba, A.; Varas, A. 1996. Cells and tissues of the immune system of fish. *In*: G. Iwama & T. Nakanishi (eds.). *The fish immune system. Organism, pathogen, and environment*. Academic Press, San Diego, California, 1-62.

OBJETIVOS

GERAL

Avaliar a fauna parasitária e o estado de saúde de *Potamotrygon* cf. *histrrix* em relação ao nível hidrológico e em três momentos da cadeia extrativista de peixes ornamentais: natureza, pós-transporte e quarentena, além de correlacionar a abundância parasitária com indicadores de saúde.

ESPECÍFICOS

1. Identificar e quantificar os parasitos que ocorrem em *Potamotrygon* cf. *histrrix* e determinar os índices parasitários prevalência, intensidade e abundância média;
2. Determinar o fator de condição relativo, a relação somática do baço, fígado e órgão epigonal, o eritrograma e os metabólitos plasmáticos glicose e proteínas totais e testar se as fases do ciclo hidrológico e as etapas da cadeia extrativista exercem efeitos sobre estes parâmetros;
3. Comparar os índices parasitários entre as fases do ciclo hidrológico e entre as diferentes etapas da cadeia extrativista e, avaliar se estes se correlacionam com os indicadores de saúde descritos acima.

HIPÓTESES

H0₁: Os índices parasitários não serão diferentes entre as fases do ciclo hidrológico e entre as etapas da cadeia extrativista;

H1₁: Os índices parasitários serão diferentes entre as fases do ciclo hidrológico e entre as etapas da cadeia extrativista;

H0₂: O fator de condição relativo, a relação somática do baço, fígado e órgão epigonal, o eritrograma e os metabólitos plasmáticos glicose e proteínas totais não serão diferentes entre as fases do ciclo hidrológico e entre as etapas da cadeia extrativista;

H1₂: O fator de condição relativo, a relação somática do baço, fígado e órgão epigonal, o eritrograma e os metabólitos plasmáticos glicose e proteínas totais serão diferentes entre as fases do ciclo hidrológico e entre as etapas da cadeia extrativista;

H0₃: A abundância parasitária não correlaciona com o fator de condição relativo, a relação somática do baço, fígado e órgão epigonal, o eritrograma e os metabólitos plasmáticos glicose e proteínas totais;

H1₃: A abundância parasitária correlaciona com o fator de condição relativo, a relação somática do baço, fígado e órgão epigonal, o eritrograma e os metabólitos plasmáticos glicose e proteínas totais.

CAPÍTULO 1

Sazonalidade de metazoários parasitos de *Potamotrygon* cf. *histrrix* (Elasmobranchii: Potamotrygonidae) do médio Rio Negro, Brasil e correlação da abundância com indicadores de saúde

Sazonalidade de metazoários parasitos de *Potamotrygon* cf. *histrrix* (Elasmobranchii: Potamotrygonidae) do médio Rio Negro, Brasil e correlação da abundância com indicadores de saúde

J. R. G. Lemos¹; M. Tavares-Dias²; A. T. Oliveira¹; M. Q. C. Santos¹; R. S. A. Sales³; C. N. Pereira³; J. L. Marcon¹

¹Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brasil.

²Pesquisador da Embrapa Amapá - Macapá-AP. ³Laboratório de Fisiologia da Universidade Federal do Amazonas.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar a fauna parasitária da arraia cururu, *Potamotrygon* cf. *histrrix*, do médio Rio Negro, Amazonas, Brasil, durante um ciclo hidrológico e correlacionar os níveis de infecção com indicadores de saúde, que incluem o fator de condição relativo (Kn), a relação somática do fígado (RHS), baço (RES) e órgão epigonal (RSOE), além de parâmetros eritrocitários e da bioquímica do plasma. Foram examinadas 68 arraias coletadas em quatro períodos do ciclo hidrológico (seca, enchente, cheia e vazante). Dos indivíduos examinados, 100% estavam parasitados por espécimes de Monogenoidea (100%), Cestoda (89,7%), Branchiura (17,7%), Nematoda (7,4%), Acanthocephala (4,4%) e Copepoda (1,4%). Os parasitos Cestoda e Monogenoidea foram encontrados em todos os períodos do ciclo hidrológico local, enquanto que os Nematoda e os Branchiura não ocorreram vazante. Não foi registrada a presença de Acanthocephala nos períodos de cheia e vazante do rio. A abundância de Cestoda correlacionou positivamente ($p < 0,05$) com a RHS, RSOE, hematócrito, número de eritrócitos, níveis de hemoglobina e glicose plasmática. Entre os Monogenoidea e Branchiura houve correlação positiva da abundância com o hematócrito e a hemoglobina corpuscular média, respectivamente. Foram encontradas diferenças nas relações somáticas, eritrograma e bioquímica em relação ao nível hidrológico. Este é o primeiro relato da ocorrência sazonal de parasitos em uma espécie de arraia do médio Rio Negro e pioneiro ao correlacionar a abundância parasitária com indicadores de saúde em potamotrigonídeos amazônicos.

Palavras-chave: elasmobrânquios, fator de condição, eritrograma, índice somático, parasitologia, indicadores de saúde.

ABSTRACT

This work aimed study the parasitic fauna of cururu stingray, *Potamotrygon cf. hystrix*, from the middle Rio Negro (Amazonas, Brazil) during a hydrological cycle and correlate the levels of infection with health indicators, including the relative condition factor (Kn), the spleen-somatic index (SSI), hepato (HSI) and epigonal organ (EOSI), erythrocyte parameters and biochemical blood. We examined 68 stingrays collected during four season of the hydrological cycle (dry, rainy, flooded and drying). Of those examined, 100% were parasitized by Monogenoidea (100%), Cestoda (89.7%), Branchiura (17.7%), Nematoda (7.4%), Acanthocephala (4.4%) and Copepoda (1.4%). The parasites Monogenoidea and Cestoda were found in all seasons of hydrological cycle, while the Nematoda and Branchiura not occurred on drying season. We did not recorded the presence of Acanthocephala in flooded and drying seasons of the river. The abundance of Cestoda were positively correlated ($p < 0.05$) with HSI, ISEO, hematocrit, erythrocyte number, hemoglobin and plasma glucose levels. Among Monogenoidea and Branchiura was positive correlation of abundance with hematocrit and mean corpuscular hemoglobin, respectively. Were found differences in the somatic index, erythrocyte parameters and biochemical blood in relation to level of river. This is the first report of seasonal occurrence of parasites in a stingray of the middle Rio Negro and pioneer in correlate parasite abundance with health indicators in the Amazonian potamotrigonid species.

Keywords: elasmobranch, condition factor, erythrocyte, somatic index, parasitology, health indicators.

INTRODUÇÃO

As arraias Potamotrygonidae Garman, 1913 são elasmobrânquios de vida exclusiva em água doce e distribuídas entre as grandes bacias hidrográficas da América do Sul (Rosa et al., 2011). No Brasil, há mais de 25 anos, seis espécies desta família e pertencentes ao gênero *Potamotrygon* são exploradas para a aquariofilia: *P. leopoldi*, *P. henlei*, *P. motoro*, *P. orbignyi*, *P. schroederi* e *P. cf. hystrix* (Rincon & Charvet-Almeida, 2006). Destas *Potamotrygon* cf. *hystrix* merece destaque, pois de 2008 a 2011 dominou o sistema de cotas de exportação em comparação às demais espécies (IN 22/2011, IBAMA). Conhecida como arraia cururu, esta espécie é endêmica de florestas de alagáveis de água preta (igapós) da bacia do médio Rio Negro e caracterizada por possuir pequeno porte, hábito demersal em contato direto com o foliço, comportamento sedentário e ocupar o topo na cadeia alimentar destes ambientes aquáticos, devido à sua dieta generalista que inclui insetos, crustáceos e pequenos teleosteos, sendo estes últimos em menor importância (Shibuya et al., 2009).

Apesar da importância econômica da arraia cururu no mercado de peixes ornamentais, o conhecimento sobre sua fauna parasitária ainda é reduzido, sendo os estudos existentes mais voltados para aspectos taxonômicos, como a descrição de duas espécies de Cestoda, *Potamotrygonocetus amazonensis* Brooks, Mayes & Thorson, 1981 (Tetraphyllidae: Onchobothriidae) e *Rhinebothroides molarai* Brooks, Mayes & Thorson, 1981 (Rhinebothriidae: Phyllobothriidae) e duas espécies exclusivas de Monogeneoidea, *Potamotrygonocotyle quadracotyle* Domingues et al., 2007 e *P. umbella* Domingues et al., 2007 (Monocotylidae) (Marques et al., 2003; Marques & Brooks, 2003; Domingues et al., 2007). Há ausência de estudos sobre índices parasitários e a variação das taxas de infecção durante a dinâmica hidrológica, informações estas importantes para subsidiar planos de manejo e conservação deste grupo de peixes ornamentais, pois as taxas de infecção parasitária podem ser influenciadas por fatores ambientais que alteraram os habitats dos hospedeiros e toda a fauna autóctone (Carvalho et al., 2010; Lacerda et al., 2008; Landsberg et al., 1998), principalmente na bacia fluvial do médio Rio Negro (Duncan & Fernandes, 2011).

Na natureza, os parasitos parecem manter uma relação aparentemente não danosa com seus hospedeiros (Takemoto et al., 2004), mas dependendo da patogenia e do nível da infecção parasitária, devem haver mecanismos de compensação e ajuste que podem ser quantificados e correlacionados entre parasito e hospedeiro e, com isso, serem utilizados como indicadores de saúde em peixes (Lizama et al., 2007; Lacerda et al., 2009; Shah et al., 2009; Rio-Zaragoza et al., 2010). Assim, o fator de condição relativo é um indicador

quantitativo da condição corporal ou do bem-estar do peixe, podendo sofrer alterações em função da infecção parasitária, quando esta afeta o crescimento, o estado nutricional ou compromete as reservas energéticas do hospedeiro (Tavares-Dias et al., 2000 a; Lizama et al., 2007; Lacerda et al., 2009). A determinação da relação somática de órgãos como o fígado, baço e, especificamente para os elasmobrânquios, o órgão epigonal, pode se constituir em ferramenta relevante para a compreensão dos distúrbios que podem ocorrer durante as infecções parasitárias (Tavares-Dias et al., 2000 b; Lizama et al., 2007; Lacerda et al., 2009), pois nos elasmobrânquios, estes órgãos apresentam função hematopoiética e imunológica (Zapata et al., 1996). Assim, estes órgãos podem sofrer alterações em sua massa como resultado da produção ou depleção celular (Tavares-Dias et al., 2000).

A fisiologia do sangue também pode ser usada como ferramenta complementar nas repostas geradas pelo hospedeiro frente à diversidade e intensidade da infecção parasitária. Examinando-se parâmetros do eritrograma e da bioquímica plasmática de forma integrada à investigação parasitológica, é possível estabelecer correlações entre as respostas que estão sendo acionadas pelo organismo do hospedeiro para compensar a patogenia e a intensidade de infecção dos parasitos (Tavares-Dias & Moraes, 2004; Shah et al., 2009; Rio-Zaragoza et al., 2010). Somente a partir de um conhecimento integrado das relações que envolvem os distúrbios fisiológicos e os processos patológicos que acometem os peixes, será possível evoluir na formulação de ações que visem avaliar e controlar o estado de saúde de determinada espécie, contribuindo para sua qualidade e bem estar. Essa abordagem tem implicações diretas na cadeia produtiva que envolve o mercado internacional de peixes ornamentais.

O presente trabalho teve como objetivos identificar e quantificar os parasitos da arraia *Potamotrygon* cf. *histrrix* ao longo de um ciclo hidrológico e, correlacionar a abundância parasitária com o Kn, as relações somáticas dos órgãos, parâmetros eritrocitários e bioquímicos do sangue.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados 68 espécimes da arraia *Potamotrygon* cf. *histrrix* (Figura 1), de ambos os sexos (42 machos e 26 fêmeas), nos períodos de seca, enchente, cheia e vazante compreendidos entre janeiro e outubro de 2010. As pescarias ocorreram durante o período noturno, em áreas de floresta alagável do médio Rio Negro, próximas à cidade de Barcelos,

Amazonas, Brasil (Figura 2) e foram realizadas por pescadores profissionais acompanhados por membros do grupo de pesquisa do Laboratório de Fisiologia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), que utilizaram pequenas canoas para o deslocamento, além de lanternas para a orientação e puçá de mão (rapixé), como instrumento de pesca. Após serem coletadas, as arraias foram imediatamente contidas para a coleta de amostra de sangue e, em seguida, transportadas em caixas plásticas para um acampamento próximo, onde se procedeu a biometria, identificação do sexo e eutanásia para a remoção e pesagem do baço, fígado, órgão epigonal e posterior necropsia para as análises parasitológicas.

A coleta de sangue foi realizada por punção no vaso branquial utilizando seringas contendo EDTA (10%). Em seguida, o sangue foi dividido em duas alíquotas, a primeira para contagem do número de eritrócitos (RBC), determinação do hematócrito (Hct), da concentração de hemoglobina (Hb), volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), conforme recomendações de Kerr (2002). A segunda alíquota foi centrifugada para obtenção do plasma e utilizada para a determinação dos níveis de glicose, por meio do método da glicose oxidase e das proteínas totais, pelo método colorimétrico do biureto, utilizando kits comerciais específicos para cada constituinte (Labtest, MG, Brasil). Optou-se pela não utilização de anestésico na coleta de sangue, pois em experimentos anteriores realizados pelo grupo de pesquisa, verificou-se que a adição de anestésico na água provoca o desprendimento de ectoparasitas e, conseqüentemente, causa interferência na quantificação dos parasitos.

Na biometria, as variáveis registradas incluíram o peso, o comprimento total e a largura do disco das arraias coletadas. De posse desses dados, foi determinado o fator de condição relativo (Kn), de acordo com Le-Cren (1951). A eutanásia das arraias foi realizada pela ruptura do cordão neural e antecedeu à remoção do fígado, baço e órgão epigonal, que foram pesados com o auxílio de balança analítica (OHAUS Explorer, USA) para a determinação das relações somáticas do fígado (RHS, %), do baço (RES, %) (Tavares-Dias et al., 2000) e do órgão epigonal (RSOE, %).

Na necropsia, as brânquias e a válvula espiral de cada animal foram removidas. As brânquias foram fixadas em formol tamponado a 5% e analisadas no laboratório para a presença de parasitos, enquanto que a válvula espiral foi examinada imediatamente após a coleta em estéreo microscópio (Medilux SQZ-DS4). Os procedimentos envolvidos na coleta, fixação e quantificação dos parasitos seguiram principalmente as recomendações de Eiras et al. (2006) e Thatcher (2006). A identificação dos parasitos foi baseada nos trabalhos de Marques et al. (2003), Marques & Brooks (2003), Thatcher, (2006), Domingues et al.(2007) e

Domingues & Marques (2010). Além da literatura, foi possível contar com o apoio dos especialistas, Fernando P. L. Marques (USP) e José Luis Luque (UFRRJ), na identificação dos parasitos pertencentes às classes Cestoda e Branchiura, respectivamente.

Os parasitos encontrados foram agrupados por táxon para a determinação dos descritores parasitários de terminologia ecológica, recomendados por Bush et al.(1997). Os táxons foram classificados segundo o grau de importância para a comunidade como: Central (Ce) = presente em mais de 66,66% do total de peixes examinados; Secundário (Se) = presentes entre 33,33 e 66,6% da amostra e Satélite (Sa) = inferior a 33,3% da amostra (Bush & Holmes, 1986).

A análise estatística incluiu somente os táxons com prevalência igual ou superior a 10%. Para a comparação entre prevalências empregou-se o teste Qui-quadrado. A comparação estatística entre intensidade média foi realizada mediante o teste Kruskal-Wallis e o teste a posteriori de Dunn's. Para correlacionar a abundância parasitária com o Kn, RHS, RES, RSOE e os parâmetros sanguíneos, empregou-se a correlação por postos de Spearman “rs” (Zar, 1999), assumindo o nível de significância de 95% ($p \leq 0,05$).



Figura 1. Fêmea da arraia cururu, *Potamotrygon cf. hystrix* coleta no médio Rio Negro, Amazonas, Brasil.

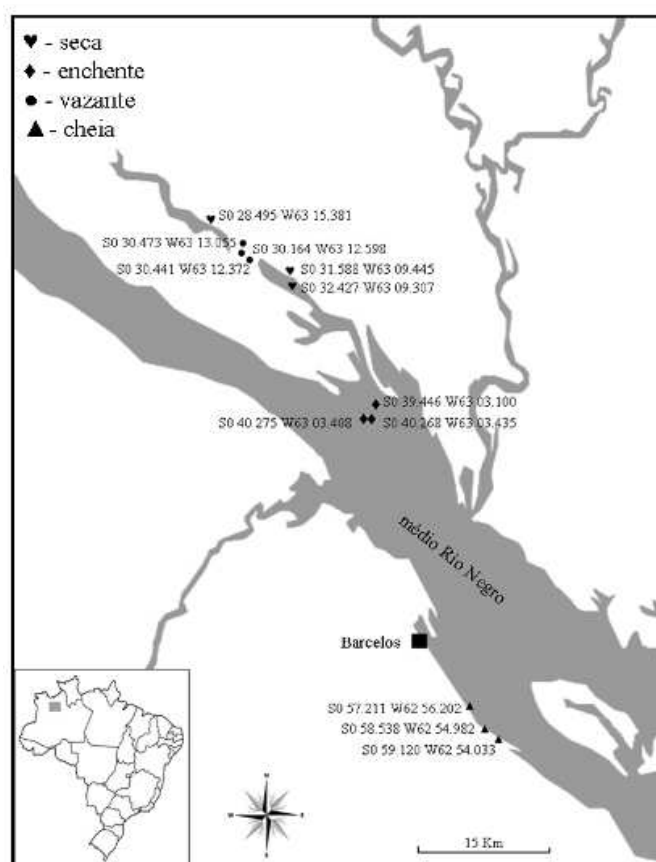


Figura 2. Localidades do médio Rio Negro, Amazonas, Brasil onde os exemplares de *Potamotrygon cf. hystrix* foram coletados.

RESULTADOS

Os valores médios obtidos para a biometria e o Kn dos 68 espécimes coletados de *Potamotrygon cf. hystrix* não apresentaram diferenças entre os períodos do ciclo hidrológico (Tabela 1). De forma semelhante, esses parâmetros também não diferiram entre machos e fêmeas.

Tabela 1. Biometria e fator de condição relativo (Kn) obtidos de *Potamotrygon cf. hystrix* entre os períodos do ciclo hidrológico do médio Rio Negro (Amazonas, Brasil). Dados expressos como média $\pm$ desvio padrão.

Parâmetro	Seca (n=15)	Enchente (n=30)	Cheia (n=10)	Vazante (n=13)	p
Peso (g)	343,1 $\pm$ 130,9	407,6 $\pm$ 255,2	378,0 $\pm$ 195,4	385,8 $\pm$ 200,5	0,962
Comprimento total (cm)	30,6 $\pm$ 3,7	29,9 $\pm$ 4,9	29,6 $\pm$ 6,6	28,8 $\pm$ 6,8	0,841
Largura do disco (cm)	18,2 $\pm$ 2,5	18,2 $\pm$ 3,8	18,8 $\pm$ 4,6	17,6 $\pm$ 4,2	0,960
Kn	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	1,000

Na necropsia, foi observado que 100% dos espécimes de *Potamotrygon cf. hystrix* estavam parasitados por mais de uma espécie de parasito. Em todos os espécimes analisados foi quantificado um total de 6.500 parasitos, com intensidade média total de 95,6 $\pm$ 67,4 e valores mínimos e máximos variando entre 14 e 306 parasitos por hospedeiro. A diversidade de parasitos encontrados nas arraias cururu incluiu duas espécies de Cestoda: *Potamotrygonocetus amazonensis* e *Rhinebothoides moralarai* (Figura 3); espécies não identificadas de Nematoda e Acanthocephala (Figura 4); duas espécies de Monogenoidea: *Potamotrygonocotyle quadracotyle* e *P. umbella* (Figura 5); cinco espécies de Branchiura: *Dolops discoidalis* Bouvier, 1899, *Dolops geayi* Bouvier, 1897, *Dolops nana* Lemos de Castro, 1950, *Dolops bidentata* Bouvier, 1899 e *Dolops* sp., além de um espécime de Copepoda do gênero *Ergasilus* (Figura 6). Os índices parasitários dos táxons citados acima são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Índices parasitários de metazoários encontrados em espécimes de *Potamotrygon* cf. *histris* coletados no médio Rio Negro (Amazonas, Brasil). DP = desvio padrão.

Parasitos	Hospedeiros infectados	Prevalência (%)	Intensidade (média ± DP)	Abundância (média ± DP)	Local de infecção
Cestoda	61	89,7	4,2±3,4	3,8±3,4	Válvula espiral
Nematoda	5	7,4	1,0±0,0	0,1±0,3	Válvula espiral
Acanthocephala	3	4,4	1,0±0,0	0,1±0,2	Válvula espiral
Monogenoidea	68	100,0	91,4±66,7	91,4±66,7	Brânquias
Branchiura	12	17,6	1,5±0,5	0,3±0,6	Brânquias/Pele

Não foram observadas diferenças significativas para a prevalência total e prevalência de parasitos cestóides, monogenoideas e branquiúros coletados nos diferentes períodos do ciclo hidrológico do médio Rio Negro (Tabela 3). Por outro lado, a intensidade média de cestóides (*P. amazonensis* e *R. moralarai*) variou significativamente entre os períodos do ano, sendo menor na enchente (Tabela 4). A intensidade média de monogenóideas (*P. quadracotyle* e *P. umbella*) apresentou diferenças significativas ao longo do ciclo hidrológico, com menores valores observados na seca, em comparação aos períodos de cheia e vazante (Tabela 4). A intensidade média total também variou significativamente, apresentando padrão sazonal semelhante ao da intensidade média dos monogenóideas, resultante do efeito direto de dominância desse grupo (95,6%) entre os parasitos identificados.

Considerando o grau de importância para a comunidade e as variações sazonais na hidrodinâmica do Rio Negro, os monogenóideas e cestóides podem ser classificados como parasitos centrais, enquanto que nematóides e branquiúros como parasitos satélites.

Tabela 3. Prevalência (%) dos grupos de metazoários parasitos de *Potamotrygon* cf. *histris*, relacionados aos períodos do ciclo hidrológico do médio Rio Negro (Amazonas, Brasil).

Parasitos	Seca (n=15)	Enchente (n=30)	Cheia (n=10)	Vazante (n=13)	p
Cestoda	100,0	86,7	80,0	92,3	0,371
Nematoda	13,3	6,7	10,0	0,0	---
Acanthocephala	6,7	6,7	0,0	0,0	---
Monogenoidea	100,0	100,0	100,0	100,0	NT
Branchiura	26,7	23,3	10,0	0,0	0,371
Prevalência total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	NT

NT= não testado por não haver diferença significativa.

Tabela 4. Intensidade média dos grupos de metazoários parasitos de *Potamotrygon cf. hystrix*, relacionados aos períodos do ciclo hidrológico do médio Rio Negro (Amazonas, Brasil). Dados expressos como média $\pm$ desvio padrão.

Parasitos	Seca (n=15)	Enchente (n=30)	Cheia (n=10)	Vazante (n=13)	p
Cestoda	5,5 $\pm$ 4,5 ^a	3,1 $\pm$ 2,6 ^b	4,6 $\pm$ 4,7 ^a	4,9 $\pm$ 1,4 ^a	0,039*
Nematoda	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,0	---
Acanthocephala	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,0	0,0	---
Monogenoidea	63,1 $\pm$ 45,6 ^a	73,5 $\pm$ 55,8 ^{a,b}	125,2 $\pm$ 58,0 ^b	139,3 $\pm$ 84,3 ^b	0,002*
Branchiura	1,5 $\pm$ 0,6	1,6 $\pm$ 0,5	1,0 $\pm$ 0,0	0,0	NT
Intensidade média total	69,1 $\pm$ 45,0 ^a	76,6 $\pm$ 56,7 ^a	129,1 $\pm$ 60,6 ^{a,b}	143,8 $\pm$ 85,1 ^b	0,003*

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os períodos para $p < 0,05^*$; NT= não testado por não haver diferença significativa.

Em relação ao nível hidrológico, ao avaliar estatisticamente as relações somáticas dos órgãos hematopoiéticos, constatou-se diferença na RES que foi menor na enchente em comparação aos demais períodos, assim como na RHS que foi menor na enchente e cheia em relação à seca e vazante. Já a RSOE foi menor na enchente em relação à seca e cheia. Quando foram avaliados os indicadores fisiológicos eritrograma e bioquímica do plasma também houve diferença estatística, pois o Hct foi inferior na enchente em relação a seca e vazante, os níveis de hemoglobina foram menores na enchente e cheia em relação a seca e vazante, o RBC foi menor na enchente e cheia em relação a vazante e, o CHCM foi menor na cheia em relação aos demais períodos do ciclo hidrológico. Não houve diferença estatística no VCM e HCM. Os níveis de glicose foram maiores na seca e vazante em relação à enchente, enquanto que os níveis de proteínas totais foram menores na seca e vazante em relação à enchente (Tabela 5).

Ao correlacionar a abundância dos grupos de parasitos com as relações somáticas dos órgãos, somente a abundância de cestóides mostrou correlação positiva com RHS e RSOE (Tabela 6). Quando esse parâmetro foi correlacionado com as variáveis sanguíneas, observou-se que a abundância de cestóides foi positivamente correlacionada com o Hct, RBC, Hb e os níveis de glicose plasmática. A abundância de monogenoideas mostrou correlação positiva somente com o Hct, enquanto que a abundância de branquiúros mostrou correlação positiva com o HCM (Tabela 6).

Tabela 5. Relações somáticas dos órgãos, parâmetros do eritrograma e bioquímica do plasma de *Potamotrygon* cf. *histrrix*, relacionados aos períodos do ciclo hidrológico do médio Rio Negro (Amazonas, Brasil). Dados expressos como média $\pm$ desvio padrão.

Parâmetros	Seca	Enchente	Cheia	Vazante	p
RES %	0,15 $\pm$ 0,07 ^a (n=15)	0,10 $\pm$ 0,04 ^b (n=30)	0,16 $\pm$ 0,03 ^a (n=10)	0,15 $\pm$ 0,05 ^a (n=13)	<0,001
RHS %	2,90 $\pm$ 0,99 ^a (n=14)	1,20 $\pm$ 0,91 ^b (n=30)	1,67 $\pm$ 0,37 ^b (n=09)	3,40 $\pm$ 0,70 ^a (n=13)	<0,001
RSOE %	0,11 $\pm$ 0,06 ^a (n=14)	0,05 $\pm$ 0,03 ^b (n=30)	0,30 $\pm$ 0,36 ^a (n=09)	0,08 $\pm$ 0,03 ^{a,b} (n=13)	0,002
Hematócrito (%)	19,67 $\pm$ 3,56 ^{a,b} (n=15)	17,60 $\pm$ 3,45 ^a (n=20)	20,50 $\pm$ 3,00 ^{a,b} (n=10)	22,91 $\pm$ 1,58 ^b (n=11)	<0,001
Hemoglobina (g.L ⁻¹)	44,52 $\pm$ 5,65 ^a (n=15)	35,80 $\pm$ 6,68 ^b (n=19)	31,16 $\pm$ 5,79 ^b (n=10)	51,22 $\pm$ 5,83 ^c (n=11)	<0,001
RBC (milhões. μ L ⁻¹)	0,48 $\pm$ 0,12 ^{a,b} (n=15)	0,43 $\pm$ 0,06 ^b (n=19)	0,41 $\pm$ 0,03 ^b (n=10)	0,58 $\pm$ 0,11 ^a (n=11)	<0,001
VCM (fl)	417,56 $\pm$ 97,24 (n=15)	416,35 $\pm$ 69,86 (n=19)	498,59 $\pm$ 72,64 (n=10)	418,49 $\pm$ 88,69 (n=12)	0,05
HCM (pg)	95,07 $\pm$ 20,34 (n=15)	83,50 $\pm$ 15,62 (n=19)	75,82 $\pm$ 14,54 (n=10)	88,71 $\pm$ 17,56 (n=12)	0,051
CHCM (%)	23,06 $\pm$ 3,50 ^a (n=15)	20,09 $\pm$ 2,04 ^b (n=19)	15,16 $\pm$ 1,43 ^c (n=10)	22,33 $\pm$ 1,63 ^{a,b} (n=11)	<0,001
Glicose (mmol.L ⁻¹)	1,95 $\pm$ 0,31 ^{a,c} (n=15)	1,27 $\pm$ 0,26 ^b (n=19)	1,63 $\pm$ 0,57 ^{c,b} (n=10)	2,20 $\pm$ 0,53 ^a (n=12)	<0,001
Proteínas totais (g.L ⁻¹)	12,08 $\pm$ 2,02 ^a (n=15)	14,61 $\pm$ 2,49 ^b (n=19)	13,17 $\pm$ 2,26 ^{a,b} (n=10)	12,38 $\pm$ 1,71 ^a (n=11)	0,009

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os períodos para $p < 0,05$.

Tabela 6. Correlações de Spearman (rs) obtidas entre o fator de condição relativo, as relações somáticas do baço, fígado e órgão epigonal e, dos parâmetros do sangue com a abundância de parasitos em *Potamotrygon* cf. *histrrix* do médio Rio Negro (Amazonas, Brasil).

Parâmetros	n	Cestoda		Monogenoidea		Branchiura	
		rs	p	rs	p	rs	p
Kn	68	0,168	0,17	0,126	0,306	-0,011	0,926
RES %	68	0,206	0,092	0,177	0,148	-0,021	0,862
RHS %	68	0,303	0,012*	0,069	0,557	-0,139	0,257
RSOE %	68	0,283	0,019*	0,218	0,074	-0,093	0,447
Hematócrito (%)	60	0,255	0,049*	0,482	<0,001*	-0,125	0,340
Hemoglobina (g.L ⁻¹)	56	0,305	0,022*	0,204	0,13	0,084	0,535
RBC (milhões.µL ⁻¹)	56	0,387	0,003*	0,193	0,153	-0,234	0,082
VCM (fl)	56	-0,261	0,051	0,153	0,259	0,125	0,357
HCM (pg)	56	-0,047	0,728	0,072	0,593	0,275	0,040*
CHCM (%)	56	0,246	0,068	-0,101	0,457	0,125	0,357
Glicose (mmol.L ⁻¹)	56	0,436	<0,001*	0,12	0,375	0,003	0,978
Proteínas totais (g.L ⁻¹)	55	0,088	0,52	-0,095	0,486	0,117	0,392

*significativo para p<0,05.

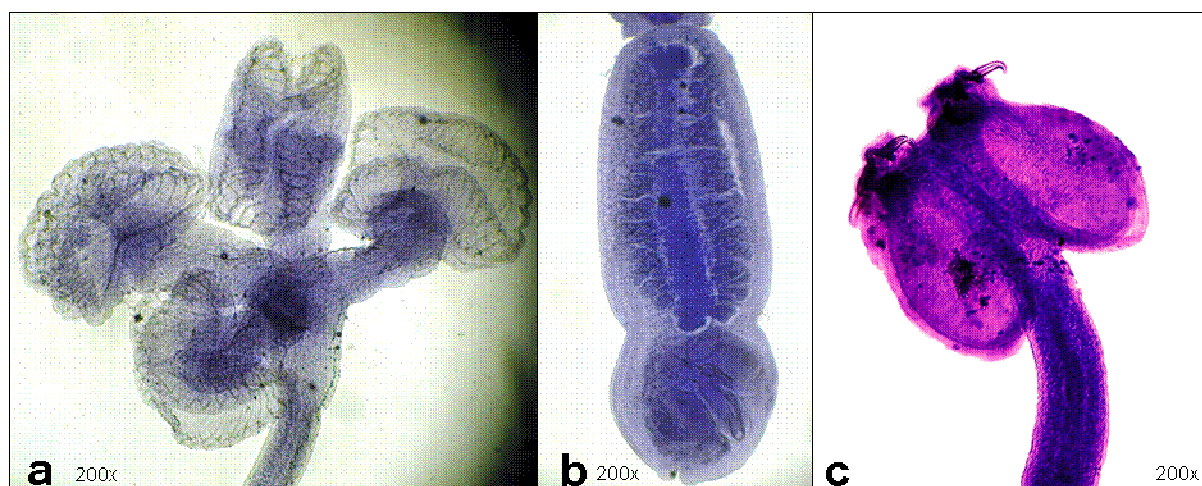


Figura 3. Cestóides encontrados na válvula espiral da arraia cururu *Potamotrygon* cf. *histrrix* do médio Rio Negro, Amazonas, Brasil. a) *Rhinebothroides molarai*, scolex de espécime maduro; b) *R. molarai*, proglótide madura; c) *Potamotrygonocetus amazonensis*, scolex de espécime maduro.



Figura 4. Exemplos de espécimes não identificados de Nematoda (a) e *Achantocephala* (b), encontrados na válvula espiral de *Potamotrygon* cf. *histris* do médio Rio Negro, Amazonas, Brasil.

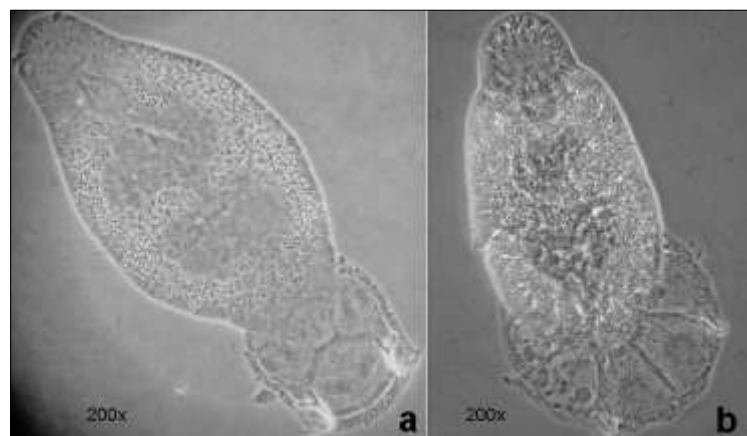


Figura 5. Exemplos dos Monogenoidea *Potamotrygonocotyle quadracotyle* (a) e *P. umbella* (b), encontrados nas brânquias de *Potamotrygon* cf. *histris* do médio Rio Negro, Amazonas, Brasil.

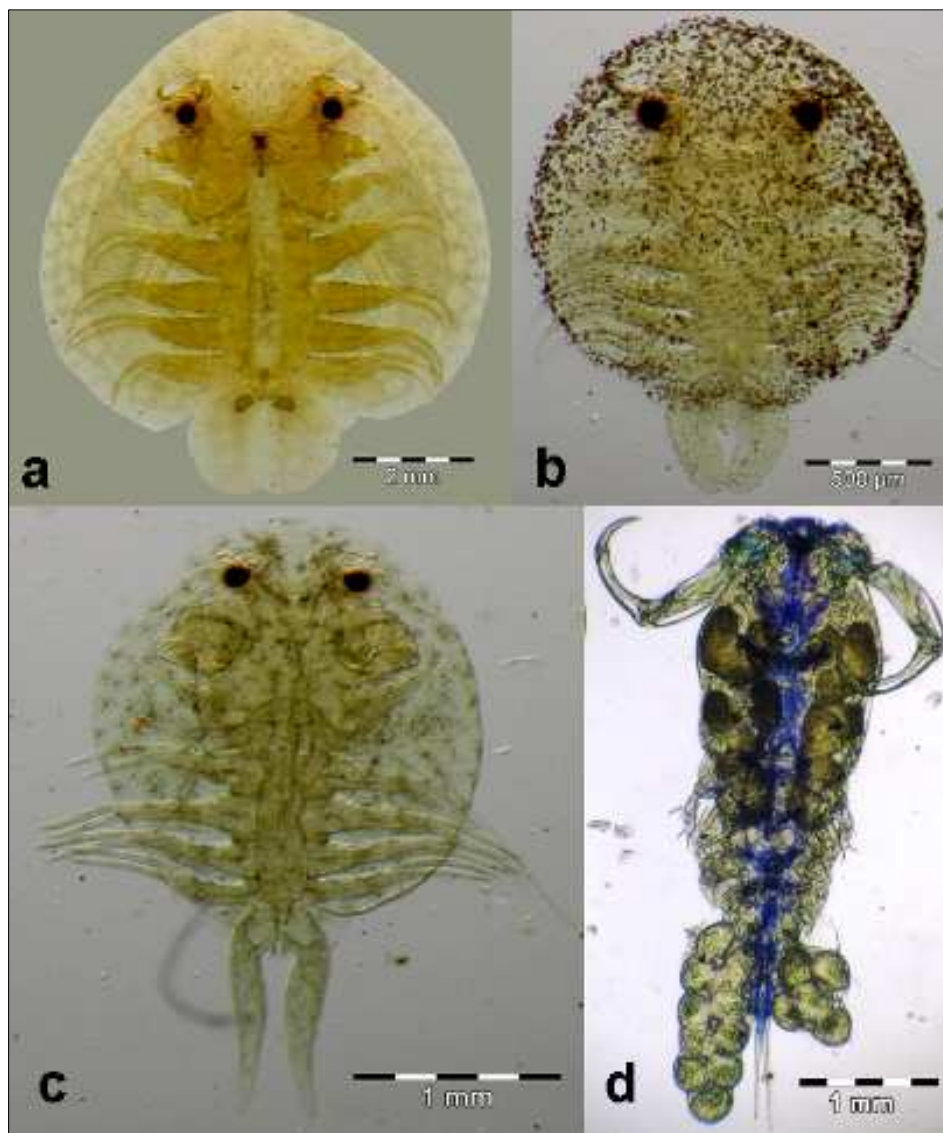


Figura 6. Exemplos de Branchiura, *Dolops discoidalis* (a), *Dolops* sp. (b) e *Dolops nana* (c) e de um Copepoda do gênero *Ergasilus* (d), encontrados nas brânquias e tegumento de *Potamotrygon* cf. *histrrix* do médio Rio Negro, Amazonas, Brasil.

DISCUSSÃO

A diversidade de endoparasitos em *Potamotrygon* cf. *histrrix* do médio Rio Negro foi similar ao registrado em potamotrigonídeos de outras bacias hidrográficas. No alto Rio Paraná em 46,8 % dos *Potamotrygon falkneri* examinados estavam parasitados por Digênea, cestóides, nematóides e acantocéfalos e, 57,9 % dos *P. motoro* estavam parasitados por cestóides e acantocéfalos (Larcera et al., 2008; 2009). Nos rios Manu e Madre de Dios (Peru), foi relatado em *Paratrygon aiereba* parasitismo por cestóides e nematóides e, em *P.*

motoro e *P. cf. castexi* parasitismo por cestóides, nematóides e digeneo (Reyda, 2008). Os cestóides *P. amazonensis* e *R. molarai* já haviam sido descritas anteriormente na arraia cururu do médio Rio Negro (Marques et al., 2003 e Marques & Brooks, 2003), mas este é o primeiro registro de nematóides e acantocéfalos nesse hospedeiro, que assim como nos estudos de Lacerda et al., 2008; 2009 e Reyda, 2008, ocorreram em baixa prevalência.

Os monogenoideas *P. quadracotyle* e *P. umbella* são espécies exclusivas para a arraia cururu (Domingues et al., 2007), enquanto que os ectoparasitos branquiúros *Dolops discoidalis*, *D. geayi*, *D. nana*, *D. bidentata* e *Dolops* sp. estão sendo registrados pela primeira vez nessa arraia, identificados com maior frequência no tegumento. Da mesma forma este também é o primeiro registro de um Copepoda do gênero *Ergasilus* nessa arraia. Os branquiúros e copépodos são pouco registrados parasitando potamotrigonídeos, na literatura consta o relato da ocorrência de *Argulus juparanaensis* Lemos de Castro, 1950 em *P. motoro* (Igarapé do Slito, Pará) (Peralta et al., 1998) e a descrição de *Ergasilus trygonophilus* em *Potamotrygon* spp. e *Plesiotrygon iwamae* (Igarapé do Urubu e baía do Marajó, Pará) (Domingues & Marques, 2010).

A diversidade de endoparasitos e as prevalências dos grupos parasitários encontrados na arraia cururu podem ser justificados tanto pela localidade geográfica (Marques et al., 2003 e Marques & Brooks, 2003), mas principalmente pelo seu hábito alimentar generalista, que inclui pequenos teleósteos, insetos e preferencialmente pequenos crustáceos (Shibuya et al., 2009), itens muito abundantes nas florestas de igapó (Fidelis et al., 2008). Os crustáceos são hospedeiros intermediários de cestóides (Rego, 2004) e nematóides (Anderson, 2000), enquanto que muitos insetos são os hospedeiros intermediários de acantocéfalos (Kennedy, 2006). Nos períodos de seca há uma tendência de agregação dos hospedeiros intermediários e intensificação na atividade de alimentação dos predadores (Machado et al., 1996), hospedeiros definitivos no ciclo de vida heteroxênico desses endoparasitos. Além disso, também pode haver mudança na dieta, como em *P. falkneri* do alto Rio Paraná que na seca alimentou-se preferencialmente de pequenos teleósteos (Lonardoni et al., 2006). Isto justificamos os índices parasitários de endoparasitas de *P. cf. hystrix* quando consideramos a variação do nível hidrológico.

As alterações no nível hidrológico também causam alterações significativas nos habitats dos hospedeiros e em toda a fauna autóctone (Landsberg et al., 1998; Lacerda et al., 2008), pois na seca há redução do habitat, aumento nas competições intra e interespecífica e, mudanças na propriedades físicas e químicas da água, principalmente nesta região do médio Rio Negro (Ferraz, 1999; Waichman et al., 2001; Duncan & Fernandes, 2011). A arraia

cururu é uma espécie que enfrenta grandes variações ambientais que ocorrem durante as flutuações do nível hidrológico nas florestas de igapó, pois na maior parte do ano esta arraia ocupa os interiores do igapó e na seca enfrenta condições adversas àquelas a que está acostumada. Estes fatores podem interferir nos índices parasitários de parasitos que possuem alta especificidade com os hospedeiros, como os monogenoideas Monocotylidae da arraia *P. cf. histrix*.

O Kn pode ser empregado como um índice zootécnico para indicar a condição corporal do peixe, dessa forma estimando a condição ideal numa determinada faixa de tamanho (Le Cren, 1951) e assim podendo sofrer variações entre as estações do ano em função de fatores bióticos e abióticos que possam afetar o estado de saúde do peixe (Lima-Junior et al., 2002; Lima-Junior & Goitein, 2006). Mas em *P. cf. histrix* o Kn não diferiu em relação à dinâmica do nível do rio, indicando que esta arraia está bem adaptada as imposições ambientais a que é submetida. Considerando que os parasitos são prejudiciais aos hospedeiros, espera-se que haja uma correlação negativa entre a abundância parasitária e o Kn (Lizama et al., 2007), mas na arraia cururu os níveis de parasitismo não afetaram a condição corporal. Em *P. falkneri*, entretanto, houve correlação positiva e significativa entre a abundancia de cestóides e o Kn (Lacerda et al., 2009).

As relações somáticas dos órgãos epigonal, baço e fígado também podem ser empregadas como indicadores do estado de saúde ou do ciclo reprodutivo, pois estes órgãos são dotados de propriedades hematopoiéticas, principalmente em elasmobrânquios para suprir a ausência de medula óssea. O baço filtra o sangue e é um importante órgão eritro e leucopoietico, o fígado é formado por tecido hematopoiético e também armazena grandes quantidades de gordura e glicogênio, enquanto que o órgão epigonal é o principal órgão lifomielopoiético que participa de respostas inflamatórias em elasmobranquios (Zapata et al., 1996). A literatura demonstra que o ciclo reprodutivo possui efeito direto nas RES e RHS de peixes, pois ocorrem alterações nos tecidos hematopoiéticos e linfáticos, pela produção e diferenciação de eritrócitos e leucócitos, além do aporte energético para gametogênese e liberação de gametas maduros que ocorrem durante a maturação das gônadas (Tavares-Dias et al., 2000 a,b; 2004; Ranzani-Paiva & Tavares-Dias, 2002; Artioli et al., 2003; Tavares-Dias et al., 2004). Estas são associadas ao órgão epigonal em *P. cf. histrix* (Zaiden et al., 2010), que apresenta ciclo reprodutivo definido pelo nível hidrológico, com cópula na enchente (estação chuvosa no médio Rio Negro) e prato na vazante ou estação seca (Charvet-Almeida et al., 2005). Portanto, estes fatores justificam as variações encontradas na RES, RHS e RSOE de *P. cf. histrix* ao longo do nível hidrológico. Também pode ocorrer associação das RES e RHS

com parasitismo (Tavares-Dias et al., 2000; Lizama et al., 2006; 2007). Em *P. falkneri* (alto Rio Paraná) foi demonstrado correlação positiva entre a abundância de cestóides com a RHS (Lacerda et al., 2009), corroborando com os resultados encontrados em *P. cf. hystrix*. Adicionalmente em *P. cf. hystrix* também houve correlação da RSOE com abundância de cestóides. A determinação das relações somáticas dos órgãos hematopoéticos pode ajudar na compreensão dos distúrbios que ocorrem durante os processos patológicos em peixes (Tavares-Dias et al., 2000).

As características hematológicas dos peixes podem demonstrar ajustes fisiológicos para adaptação às variações ambientais que ocorrem durante as flutuações no nível hidrológico (Val et al., 2002; Wood et al., 2002), especialmente na bacia do médio Rio Negro, pois além do pulso hidrológico anual, esta é caracterizada por água escura, ácida, com elevada concentração de ácidos húmicos, pobre em nutrientes, íons e oxigênio dissolvido, ao mesmo tempo, esta bacia apresenta muita heterogeneidade de ambientes e nas características físicas e químicas da água ao longo de suas margens (Duncan & Fernandes, 2011). Com isso os peixes necessitam realizar ajustes fisiológicos para se adaptarem principalmente à temperatura da água, pH e níveis de oxigênio dissolvido, o que vai depender da intensidade da alteração nestes parâmetros e da espécie de peixe estudada (Tavares-Dias et al., 2004; Zutshi et al., 2010). Há escassez de informações sobre a sazonalidade nas características hematológicas de potamotrygonídeos, portanto, para preencher esta lacuna foi possível demonstrar em *P. cf. hystrix* alterações nestes parâmetros ao longo do nível hidrológico. Podemos considerar que os valores do VCM e HCM estiveram mais reduzidos nas épocas de enchente e cheia, respectivamente, pois apesar da ausência de diferença estatística, o nível de significância está próximo ao grau de confiabilidade pré-estabelecido de 95%. Adicionalmente o estudo dos parâmetros sanguíneos, como eritrograma e bioquímica nos permite uma interpretação mais específica das respostas fisiologias que podem estar sendo empregadas como forma de ajuste ao agente estressor (Kerr, 2002; Tavares-Dias et al., 2004). Assim também podem ser empregados como ferramentas fisiológicas para correlacionar com o parasitismo (Tavares-Dias & Moraes, 2004; Shah et al., 2009; Rio-Zaragoza et al., 2010), embora haja ausência de tais informações em potamotrygonídeos. Nesse sentido, em *P. cf. hystrix* foi possível observar correlação positiva e significativa entre a abundância de cestóides com alguns índices eritrocitários e os níveis de glicose, embora os valores para Hct e VCM também estejam próximos ao grau de confiabilidade de 95%.

A patogenia de cestóides está relacionada ao modo de fixação no intestino, pois pode causar lesão e processo anemiantes (Takemoto et al., 2004; Eiras et al., 2010) o que justifica as

correlações encontradas em *P. cf. hystrix*, pois os resultados indicam elevação nos índices do eritrograma proporcionalmente à infecção de cestóides. Seria esperado que o nível de glicose correlacionasse negativamente com a abundância de cestóides, pois estes vermes possuem vantagem em relação aos hospedeiros na absorção de substratos essenciais como a glicose, além do mais quanto maior a infecção podem causar oclusão da luz intestinal e prejudicar a nutrição dos hospedeiros (Halton, 1997). Contudo, em elasmobrânquios de um modo geral, o metabolismo energético é pouco dependente de glicose para a manutenção das atividades vitais (Speers-Roesch & Treberg, 2010), o que nos remete à hipótese de que estes cestóides teriam uma estreita interação e dependência de *P. cf. hystrix*, ao ponto de induzir no hospedeiro a disponibilização de glicose, visto que estes vermes possuem a capacidade de modificar o comportamento do hospedeiro para completar o ciclo de vida e garantir a sobrevivência (Loot et al., 2001). A patogenia dos monogenoídeos está relacionada ao modo de fixação no hospedeiro, pois estes helmintos causam irritação e, dependendo do nível de infecção, podem ocasionar lesões a nível tecidual ou induzir maior produção de muco pelos filamentos branquiais, prejudicando a capacidade respiratória do hospedeiro (Pavanelli, et al., 2010), assim o peixe necessita realizar ajustes fisiológicos para suprir a demanda de oxigênio pelos tecidos, o que pode ser detectado pela elevação do Hct, como ocorreu em *P. cf. hystrix*. Os branquiúros *Dolops* são dotados de estilete que penetra no tegumento do hospedeiro inoculando enzimas digestivas de ação citolítica, ingerem sangue e em grandes infestações podem provocar anemias (Castro & Fernandes, 2009). Assim, elevação no HCM é indicativo de anemia macrocítica, como o corrido em *P. cf. hystrix* quando este índice correlacionou positivamente com a abundância de cestóides.

Dentre os parasitos encontrados em *P. cf. hystrix*, este é o primeiro registro da presença de *Dolops* sp., *Dolops discoidalis*, *D. geayi*, *D. nana*, *D. bidentata* e de *Ergasilus* sp. em indivíduos coletados em seus ambientes naturais. As variações na dinâmica do ciclo hidrológico interferiram na intensidade de cestóides e monogenoídeos, táxons considerados centrais. Os resultados das correlações demonstram que a arraia cururu possui capacidade e flexibilidade para enfrentar as variações ambientais que ocorrem em seu habitat, incluindo a adoção de ajustes fisiológicos em função da abundância e natureza dos parasitos ao longo do ciclo hidrológico.

A avaliação integrada das interações entre a fauna parasitária e os indicadores de saúde em *Potamotrygon cf. hystrix* abre uma nova perspectiva para o entendimento das relações ecológicas que envolvem os potamotrigonídeos amazônicos em seu ambiente natural,

bem como para a elaboração de estratégias de manejo e conservação que assegurem o uso sustentável desse recurso natural explorado há décadas na bacia do médio Rio Negro.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo fomento (Processo nº 408795/2006-9). À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo fomento (Processos nº 2459/08 e 126/08). Aos Doutores Marques, F. P. L. (USP) e Luque, J. L. (UFRRJ), pelo apoio na identificação parasitária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, R. C. 2000. *Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission*. CABI Publishing, Wallingford, Oxon.
- Artioli, L. G. S.; Prates-Júnior, P. H. S; Diefenthaler, F.; Fontoura, N. F. 2003. Período reprodutivo e alimentação de *Astyanax alburnus* no Canal Cornélio, Capão da Canoa, Rio Grande do Sul (Teleostei, Characiformes, Characidae). *Biociências, Ecologia*, 11(2): 115-122.
- Boeger, W. A.; Kritsky, D. C. 2003. Parasites, fossils, geologic history: historical biogeography of the South America freshwater croakers, Plagioscion spp. (Teleostei: Sciaenidae). *Zoologica Scripta*, 32, 3-11.
- Bush, A.O.; Holmes, J. C. 1986. Intestinal helminths of lesser scaup ducks: an interactive community. *Can. J. Zool.* 64: 142-152.
- Bush, A. O.; Lafferty, K. D.; Lotz, J. M.; Shostak, W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* Revisited. *Journal of Parasitology.*, 83(4), 575-583p.
- Castro, F. J.; Fernandes, M. N. 2009. Efeitos da infestação por parasitos argulídeos na fisiologia e mecanismos de defesa inata em peixes cultivados. In: Tavares-Dias, M.. (Org.). Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo. Macapá - AP: Embrapa Amapá. 15: 361-388p.
- Charvet-Almeida, P., Araújo, M.L.G. & Almeida, M.P. (2005). Reproductive aspects of freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) in the Brazilian Amazon basin. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, 35: 165–71.
- Domingues, M. V.; Pancera, N. C.M. ; Marques, F. P. L. 2007. Monogenoideans parasites of freshwater stingrays (Rajiformes, Potamotrygonidae) from the Negro River, Amazon, Brazil: species of *Potamotrygonocotyle* (Monocotylidae) and *Paraheteronchocotyle* (Hexabothriidae). *Folia Parasitologica*, 54,177-190.

- Domingues, M. V.; Marques, F. P. L. 2010a. *Ergasilus trygonophilus* sp. nov. (Copepoda: Ergasilidae) a branchial parasite of freshwater stingrays (Potamotrygonidae) from state of Pará, Brazil. *Sociedade Brasileira de Zoologia*, 27(5): 829–833.
- Duncan, W. P.; fernandes, M. N. 2011. Physicochemical characterization of the white, black, and Clearwater rivers of the Amazon Basin and its implications on the distribution of freshwater stingrays (Chondrichthyes, Potamotrygonidae). *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 2(5) (Proof).
- Eiras, J. C.; Takemoto, R. M.; Pavanelli, G. C. 2010. *Diversidade dos parasitas de peixes de água doce do Brasil*. Ed. Clichetec. Maringá.
- Ferraz, E. 1999. Management and diseases of the ornamental fish exported from the Rio Negro basin. In: Val, A. L.; Almeida-Val, V. M. (Eds). *Biology of tropical fishes*. INPA: Manaus, 99-111.
- Fidelis, L.; Nessimian, J. L.; Hamada, N. 2008. Distribuição espacial de insetos aquáticos em igarapés de pequena ordem na Amazônia Central. *Acta Amazônica*. 38(1): 127 – 134.
- Halton, D. W. 1997. Nutritional adaptations to parasitism within the Platyhelminthes. *J Parasitol*. 27:693–704.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2011. Instrução Normativa nº22. Diretoria de Uso Sustentável da Biodiversidade e Florestas Coordenação Geral de Autorização do Uso de Fauna e Recursos Pesqueiros.
- Kennedy, C. R. 2006. *Ecology of the Acanthocephala*. Cambridge University Press. The Edinburgh Building, Cambridge cb2 2ed, UK.
- Kerr, M. G. 2002. *Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Biochemistry and Haematology*, 2ed. Blackwell Science Ltd, 386p.
- Lacerda, A. C. F.; Takemoto, R. M.; Pavanelli, G. C. 2008. Digenea, Nematoda, Cestoda and Acanthocephala, parasites in Potamotrygonidae (Chondrichthyes) from the upper Paraná River floodplain, states of Paraná and Mato Grosso do Sul, Brazil. *Check List (UNESP)*, 4(2):115-122.
- Lacerda, A. C. F.; Takemoto, R. M.; Pavanelli, G. C. 2009. Ecology of endoparasites of the fluvial stingray Potamotrygon falkneri (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) from the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazil. Journal Biology*. 69(2): 297-303.
- Landsberg, J. H.; Blakesley, B. A.; Reese, R. O.; McRae, G.; Forstchen, P. R. 1998. Parasites of Fish Indicators of Environmental Stress. *Environmental Monitoring and Assessment*. 51: 211-232.
- 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.
- Lima-Junior, S. E.; Cardone, I. B.; Goitein, R. 2002 Determination of a method for calculation of Allometric Condition Factor of fish. *Acta Scientiarum*, Maringá, 24: 397-400.
- Lima-Junior, S. E.; Goitein, R. 2006. Fator de condição e ciclo gonadal de fêmeas de *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes, Pimelodidae) no Rio Piracicaba (SP, Brasil). *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 32(1): 87-94.
- Lizama, M. A. P.; Takemoto, R. M.; Tavares, Ranzani-Paiva, M. J.; Ayroza, L. M. S.; Pavanelli, G. C. 2007. Relação parasito-hospedeiro em peixes de pisciculturas da região de Assis, Estado de São Paulo, Brasil. 1. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757). *Acta Sci Biol Sci*. 29(2) 223-231.

- Lonardoni, A. P., Goulart, E., Oliveira, E. F.; Abelha, M. C. F. 2006. Hábitos alimentares e sobreposição trófica das raias *Potamotrygon falkineri* e *Potamotrygon motoro* (Chondrichthyes, Potamotrygonidae) na planície alagável do alto rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 3(28): 195-202.
- Loot, G.; Brosse, S.; Lek, S.; Guégan, J. F. 2001. Behaviour of roach (*Rutilus rutilus* L.) altered by *Ligula intestinalis* (Cestoda: Pseudophyllidae): a field demonstration. *Freshwater Biology*, 46: 1219–1227.
- Machado, M. H.; Pavanelli, G. C.; Takemoto, R. M. 1996. Structure and diversity of endoparasitic infracommunities and the trophic level of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the high Paraná River. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 91(94): 441-448.
- Marques, F. P. L.; Brooks, D. R. 2003. Taxonomic revision of Rhinebothroides (Eucestoda: Tetraphyllidae: Phyllobothriidae), parasites of neotropical freshwater stingrays (Rajiformes: Myliobatoidei: Potamotrygonidae). *J. Parasitol.*, 89(5) 994–1017.
- Marques, F. P. L.; Brooks, D. R.; Araújo, M. L. G. 2003. Systematics and phylogeny of *Potamotrygonocetus* (Platyhelminthes, Tetraphyllidae, Onchobothriidae) with descriptions of three new species from freshwater potamotrygonids (Myliobatoidei, Potamotrygonidae). *Zoológica Scripta* 32(4): 367–396.
- Peralta, L.; Solano, A.; Carvalho, J. R.; Matos, E.; Serra-Freire, N. M. 1998. Ocorrência de *Argulus juparanaensis* Lemos de Castro, 1950 (Branchiura, Argulidae) em arraia de fogo *Potamotrygon motoro* (Müller & Henlz, 1841) (Rajiformes: Potamotrygonidae) no Igarapé do Slito. *Entomología y Vectores*. 5 (1): 49-54.
- Ranzani-Paiva, M. J. T.; Tavares-Dias, M. 2002. Eritrograma, relação viscero-somática, hepatossomática e esplenossomática em tainhas *Mugil platanus* Günther, 1880 (Osteichthyes: Mugilidae) parasitadas. *Rev. Bras. Zool.*, Rio Janeiro, 19: 807-818.
- Rego, A. A. 2004. Current state of knowledge of Cestodes from Neotropical freshwater fishes and rays. *Rev. bras. Zoociências*, 6(1): 45-60.
- Reyda, F. B., 2008. Intestinal helminths of freshwater stingrays in Southeastern Peru, and a new genus and two new species of cestode. *J. Parasitol.* 94, 684–699.
- Rincon, G. & Charvet-Almeida, P. (2006). O monitoramento da pesca ornamental de raias de água doce está sendo efetivo? Problemas e possíveis soluções nas esferas envolvidas. *Elasmovisor*, IX:4-6.
- Rio-Zaragoza, O. B. D.; Fajer-Avila, E. J.; Almazán-Rueda, P. 2010. Haematological and gill responses to an experimental infection of *dactylogyrid* monogeneans on the spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869). *Aquaculture Research*, 41(11): 1592–1601.
- Rosa, R. S.; Charvet-Almeida, P.; Quijada, C. C. D. 2010. Biology of the South American Potamotrygonid Stingrays. In: Carrier, J. C.; Musick, J. A.; Heithaus, M. R. *Sharks and their relatives II : biodiversity, adaptive physiology, and conservation*. 1st ed. 5: 241-276.
- Shah, A. W.; Muni Parveen; Mir, S. H.; Sarwar, S. G.; Yousuf, A. R. 2009. Impact of helminth parasitism on fish haematology of Anchar Lake, Kashmir. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(1):42-45
- Shibuya, A.; M. L. G. de Araújo; J. A. S. Zuanon. 2009. Analysis of stomach contents of freshwater stingrays (Elasmobranchii: Potamotrygonidae) from the middle Negro River, Amazonas, Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 4(4): 466-465.

- Speers-Roesch, B.; Treberg, J. R. 2010. The unusual energy metabolism of elasmobranch fishes. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*. 155:417-434.
- Takemoto, R. M.; Lizama, M. A. P.; Guidelli, G. M.; Pavanelli, G. C. 2004. Parasitas de peixes de águas continentais. In: Ranzani-Paiva, M. J. T.; Takemoto, R. M.; Lizama, M. A. P. *Sanidade de Organismos Aquáticos*. São Paulo: Editora Varela, 1: 179-197.
- Tavares-Dias, M.; Martins, M. L.; Moraes, F. R.; Kronka, S. N. 2000a. Fator de condição e relação hepato e esplenosomática em teleósteos de água doce naturalmente parasitados. *Acta Scientiarum*, 22(2):533-537.
- Tavares-Dias, M.; Martins, M. L.; Moraes, F. R. 2000b. Relação hepatossomática e esplenosomática em peixes teleósteos de cultivo intensivo. *Revta bras. Zool.*, 17(1): 273-281.
- Tavares-Dias, M.; Moraes, F.R. 2004. *Hematology of teleosts fish*. 1. ed.: Villimpress, Ribeirão Preto. 144 p.
- Tavares-Dias, M.; Bozzo, F. R.; Sandrin, E. F. S.; Filho, E. C.; Moraes, F. R. 2004. Blood cells, seric electrolyte and *Cyprinus carpio* (Cyprinidae) common carp hepatosomatic and splenosomatic relation in the first gonadal maturation. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 26(1): 73-80.
- Thatcher V. E. 2006. Amazon Fish Parasites. Second Edition. Sofia-Moscow: Pensoft Publishers.
- Val, A. L.; Affonso, E. G.; Almeida-Val, V. M. F. 1992. Adaptive features of Amazon fishes: blood characteristics of curimatã (*Prochilodus* cf. *Nigricans*, Osteichthyes). *Physiological Zoology*, 65(4): 832-843.
- Zaiden, S. F.; Brinn, R. P.; Marcon, J. L.; Urbinati E. C. 2010. Testicular structure and spermatogenesis of Amazonian freshwater cururu stingray *Potamotrygon* cf. *histrrix*. *Zygote*, 1-9.
- Zapata, A. G.; Chiba, A.; Varas, A. 1996. Cells and tissues of the immune system of fish. In: G. Iwama & T. Nakanishi. *The fish immune system. Organism, pathogen, and environment*. (eds.): 1-62. Academic Press, San Diego, California.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4^aed. New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 663p.
- Zutshi, B.; Prasad, S. G. R.; Nagaraja, R. 2010. Alteration in hematology of *Labeo rohita* under stress of pollution from Lakes of Bangalore, Karnataka, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 168:11-19.

CAPÍTULO 2

Indicadores de saúde e parasitologia de *Potamotrygon* cf. *histrrix* (Elasmobranchii: Potamotrygonidae) do médio Rio Negro, Amazonas, Brasil, em etapas da cadeia extrativista

Indicadores de saúde e parasitologia de *Potamotrygon* cf. *histris* (Elasmobranchii: Potamotrygonidae) do médio Rio Negro, Amazonas, Brasil, em etapas da cadeia extrativista

J. R. G. Lemos¹; M. Tavares-Dias²; A. T. Oliveira¹; M. Q. C. Santos¹; E. G. Affonso³; J. L. Marcon¹

1Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brasil.

2Pesquisador da Embrapa Amapá - Macapá-AP. 3Coordenação de Pesquisa em Aquicultura, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

RESUMO

Esse trabalho teve como objetivo avaliar o estado de saúde e a fauna parasitária de *Potamotrygon* cf. *histris* em etapas da cadeia extrativista de peixes ornamentais: natureza, pós-transporte e após 48 horas e 15 dias da quarentena. Foram comparados entre as quatro etapas: propriedades físicas e químicas da água, fator de condição relativo (Kn), relações somáticas do fígado (RHS), baço (RES) e órgão epigonal (RSOE), eritrograma, níveis plasmáticos de glicose e proteínas totais, bem como os índices parasitológicos. No pós-transporte observaram-se valores críticos no oxigênio dissolvido e elevados de amônia na água. O Kn na natureza foi significativamente maior que as demais etapas ($p < 0,05$). As RES e RHS foram menores na natureza. Houve redução no número de eritrócitos, concentração de hemoglobina e CHCM, além de aumento do VCM, no pós-transporte em relação à natureza. Em 48 horas e aos 15 dias de quarentena, houve aumento na hemoglobina e HCM, além de redução no VCM em relação ao pós-transporte. Glicose e proteínas totais foram menores no pós-transporte em relação à natureza e 48 horas de quarentena, respectivamente. As arraiais estavam parasitados por duas espécies de Cestoda, espécimes não identificadas de Nematoda e Acanthocephala, duas espécies de Monogenoidea e cinco de Branchiura. Os Cestoda e Monogenoidea foram os táxons mais prevalentes, além disso, as prevalências foram mais elevadas na natureza e no pós-transporte. A abundância de Cestoda foi maior na natureza e no pós-transporte em relação às etapas de 48 horas e 15 dias de quarentena. A intensidade de Monogenoidea foi maior no pós-transporte que nas demais etapas. O pós-transporte demonstrou ser a etapa mais crítica para *P. cf. histris* do médio Rio Negro, Brasil.

Palavras-chave: arraia, fator de condição, fisiologia, índice somático, parasitologia

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the health status and parasitic fauna of *Potamotrygon* cf. *histrrix* in stages of extraction of ornamental fishes: nature, post-transport and after 48 hours and 15 days of quarantine. Were compared between the four steps: chemical and physical properties of water, relative condition factor (Kn), hepato somatic index (HSI), spleen (SSI) and epigonal organ (ISEO), erythrocyte, plasma levels of glucose and total protein, in addition the parasitologic index. In the post-transport were observed critical values in the dissolved oxygen and high ammonia in water. The Kn was significantly higher in nature than the other stages ($p < 0.05$). The SSI and HSI were minor in nature. There was a reduction in red blood cells, hemoglobin and MCHC, and increased MCV, post-transport in relation to nature. In 48 hours and 15 days of quarantine, there was an increase in hemoglobin and MCH, besides the reduction in MCV in relation to post-transport. Glucose and total protein were lower in post-transport in relation to nature and 48 hours of quarantine, respectively. Stingrays were parasitized by two species of Cestoda, unidentified specimens of Nematoda and Acanthocephala, two species of Monogenoidea and five Branchiura. The Monogenoidea and Cestoda were the most prevalent taxa, in addition, the prevalence was higher in nature and post-transport. The Cestoda abundance was higher in nature and post-transport in relation to the stages of 48 hours and 15 days of quarantine. The Monogenoidea intensity was higher in post-transport than other stages. The post-transport proved be the most critical step for *P. cf. histrrix* the middle Rio Negro, Brazil.

Keywords: condition factor, stingray, somatic index, parasitology, physiology.

INTRODUÇÃO

As arraias amazônicas da família Potamotrygonidae constituem um importante componente do mercado internacional de peixes ornamentais. Dentre as espécies mais exploradas, a arraia cururu *Potamotrygon* cf. *histrrix*, se destaca por seu pequeno porte e alto valor econômico agregado. Essa espécie é endêmica da região do médio Rio Negro, sendo encontrada nas florestas alagáveis existentes ao longo do Arquipélago do Mariuá, próximo ao município de Barcelos, Amazonas (Carvalho et al., 2003). No Brasil o mercado destes animais é definido por um sistema de cotas anuais distribuídas entre os exportadores legais (Rincon & Charvet-Almeida, 2006). Nos anos de 2008 a 2011, foi autorizada a exportação de 6.000 unidades de arraias cururu, o que representa aproximadamente 49% do total das arraias *Potamotrygon* autorizadas para exportação nesse mesmo período (IN 22/2011, IBAMA).

Apesar da grande representatividade que o mercado de peixes ornamentais confere para o Estado do Amazonas e da exploração das arraias ocorrendo há mais de 25 anos na região do médio Rio Negro (Rincon & Charvet-Almeida, 2006), os procedimentos empregados ainda são praticados de forma artesanal e rudimentar, com características muito similares às empregadas no início da atividade (Ferraz, 1999; Prang, 2008). Para as arraias da família Potamotrygonidae, a cadeia produtiva se inicia com a captura dos exemplares em suas áreas de ocorrência e se estende por um longo processo que inclui a manutenção e transportes sucessivos em barcos até os exportadores sediados em Manaus. Essa sequência de eventos e procedimentos é apontada como altamente estressante para esses animais, tanto nos momentos que antecedem ao transporte (Prang, 2008), como durante as etapas correspondentes ao mesmo, principalmente se realizado de forma inadequada (Carnevia & Speranza, 2003; Garcia et al., 2003). Fatores como a baixa qualidade da água, excesso de matéria orgânica em decomposição, manutenção e transporte em densidades de estocagem elevadas, assim como a baixa condição nutricional, podem debilitar a saúde dos peixes, deixando-os mais susceptíveis a infecções parasitárias, bem como ao risco de morte (Ferraz, 1999; Carnevia & Speranza, 2003; Garcia et al., 2003; Piazza et al., 2006). Entretanto, não há relatos na literatura de estudos sistemáticos envolvendo etapas sucessivas da cadeia produtiva para os peixes ornamentais amazônicos da bacia do Rio Negro.

Em peixes teleósteos, diversas ferramentas têm sido utilizadas para avaliar a saúde dos animais, como o emprego do fator de condição relativo (Kn) e das relações somáticas do baço (RES) e fígado (RHS), eficazes nesse tipo de abordagem. O Kn pode indicar diferença entre taxas de crescimento de uma mesma espécie submetida a diferentes ambientes ou em

situações de estresse causadas por fatores bióticos ou abióticos (Tavares-Dias et al., 2010), como por exemplo, em *P. falkneri*, em que foi constatada correlação positiva do Kn com a abundância de parasitos cestóides (Lacerda et al., 2009). As RES e RHS podem refletir alterações no volume do baço e fígado, tecidos com função hematopoiética em teleósteos, causadas por infecções parasitárias e/ou estresse (Tavares-Dias et al., 2000). Griffith et al. (1973) demonstraram que houve diminuição na RHS em espécies de potamotrigonídeos da Amazônia aclimatados em presença de sal na água, enquanto Lacerda et al. (2009) encontraram correlação positiva entre a RHS e a abundância de parasitos de cestóides em *P. falkneri*. Em elasmobrânquios o órgão epigonal exerce importante função na hematopoiese e participação em processos inflamatórios (Zapata et al., 1996). Informações sobre a relação somática deste órgão são escassas e restritas a elasmobrânquios marinhos (Honma et al. 1984), além disso não são empregadas como um indicador de saúde.

Além dos parâmetros citados acima, o eritrograma e a bioquímica do plasma também têm sido utilizados para avaliar diferentes condições de estresse (Tavares-Dias et al., 2001; Tavares-Dias & Moraes, 2004; Gbore et al., 2006; Akinrotimi et al., 2007 a,b). O eritrograma é uma ferramenta importante no diagnóstico de anemias e outras enfermidades, pois reflete estratégias adaptativas vinculadas à demanda metabólica por oxigênio e, no caso dos peixes, variações nas propriedades físicas e químicas da água (Tavares-Dias et al., 2001; Gbore et al., 2006; Akinrotimi et al., 2007 a,b), como as que habitualmente ocorrem no aviãoamento dos peixes ornamentais da bacia do médio Rio Negro (Waichman et al., 2001). Os constituintes bioquímicos do plasma como a glicose e as proteínas totais podem sofrer alterações em situação de estresse para manter em funcionamento os processos vitais e auxiliar na restauração celular (Barcellos et al., 2000; Gruntter & Pankhurst, 2000; Tavares-Dias & Moraes, 2004; Inoue et al., 2005; Gbore et al., 2006; Zhou et al., 2009; Gul et al., 2011). Entretanto, há escassez destas informações nos peixes ornamentais do médio Rio Negro e, em potamotrigonídeos apenas trabalhos como os de Griffith et al. (1973) e Wood et al. (2002) relataram valores do eritrograma e de constituintes bioquímicos do plasma em potamotrigonídeos aclimatados em água salgada e em *Potamotrygon cf. hystrix* oriunda do Rio Negro, respectivamente.

Na natureza, os peixes geralmente albergam uma variedade de parasitos que raramente são fatais, pois a abundância desses parasitos é controlada pelo sistema imunológico do indivíduo quando saudável. Contudo, durante as etapas da cadeia produtiva os peixes podem estar mais susceptíveis às infecções parasitárias (Takemoto et al., 2004) e, no caso dos ornamentais em função de fatores como o elevado adensamento, baixa qualidade da água,

restrição alimentar e estresse a que são submetidos antes e durante o transporte (Ferraz, 1999; Waichman et al., 2001; Prang, 2008; Tavares-Dias et al., 2009). Essas condições favorecem o aumento de infecções por parasitos de ciclo de vida direto, como os Monogenoidea e os Branchiura (Thatcher, 2006; Castro & Fernandes, 2009). Por outro lado, a mudança de ambiente, como a que ocorre após os peixes ornamentais serem capturados, pode desfavorecer parasitos que possuem ciclo de vida heteroxênico, como os cestóides, nematóides e acantocéfalos (Anderson, 2000; Rego, 2004; Kennedy, 2006; Ayanda 2009). Os parasitos de peixes ornamentais têm sido estudados em espécies de teleósteos. Contudo, em *Potamotrygon* cf. *histris* as investigações parasitológicas existentes são de caráter taxonômico, como descrição de duas espécies de Cestoda, *Potamotrygonocetus amazonensis* Brooks, Mayes & Thorson, 1981 (Tetraphyllidea: Onchobothriidae) e *Rhinebothroides moralarai* Brooks, Mayes & Thorson, 1981 (Rhinebothriidea: Phyllobothriidae) e duas espécies exclusivas de Monogenoidea, *Potamotrygonocotyle quadracotyle* Domingues et al., 2007 e *P. umbella* Domingues et al., 2007 (Monocotylidae) (Marques et al., 2003; Marques & Brooks, 2003; Domingues et al., 2007). Entretanto, não existe na literatura um acompanhamento parasitológico desta arraia durante as sucessivas fases da cadeia extrativista.

O presente trabalho teve como objetivos comparar o Kn, as relações somáticas dos órgãos, os parâmetros hematológicos e os índices parasitários de *Potamotrygon* cf. *histris* entre etapas da cadeia extrativista.

MATERIAL E MÉTODOS

Desenho experimental

Durante uma temporada de pesca de peixes ornamentais realizada por pescadores de peixes ornamentais, nos meses de janeiro, março, maio e outubro do ano de 2010, foram capturados 207 espécimes da arraia cururu, *Potamotrygon* cf. *histris*, em áreas de floresta alagável (igapó) existentes no Arquipélago de Mariuá, bacia do médio Rio Negro, Amazonas, Brasil. Para evitar a interferência de variáveis espúrias nas análises dos dados, foram selecionadas 158 arraias de tamanhos similares, distribuídas aleatoriamente em quatro grupos experimentais distintos: natureza, pós-transporte, 48 horas de quarentena e 15 dias de quarentena.

As arraias do grupo caracterizado como natureza (n=35) foram capturadas e imediatamente contidas para a coleta de amostra de sangue e, em seguida, transportadas em caixas plásticas para um acampamento próximo, onde se procedeu a biometria, identificação do sexo, seguida de eutanásia e dissecação para a remoção e pesagem do baço, fígado e órgão epigonal, além de necropsia para as análises parasitológicas. Optou-se pela não utilização de anestésico para a contenção dos animais, pois em experimentos anteriores realizados pelo grupo de pesquisa, foi verificado que a adição de anestésico na água provoca o desprendimento de ectoparasitas, interferindo diretamente na quantificação parasitária. O restante das arraias foi submetido às demais etapas da cadeia produtiva, procurando simular fielmente os procedimentos empregados rotineiramente pelos pescadores profissionais para a manutenção e transporte das arraias, desde as áreas de pesca até Barcelos e, desta, para a cidade de Manaus.

O pós-transporte representa o efeito cumulativo dos eventos que sucedem à captura, incluindo o confinamento e manutenção nas áreas de pesca, transporte fluvial destas áreas para a cidade de Barcelos, seguido de novo transporte até as dependências dos exportadores em Manaus. Nesta etapa, as arraias capturadas foram estocadas em tanques-rede de 1 m³ fixados em praias, a sombra próximos aos locais de pesca e permaneceram por um período de 4 a 8 dias entre as diferentes coletas. Nesse período as arraias não receberam alimentação. No final do dia que antecedeu ao transporte para Barcelos, as arraias foram transferidas dos tanques-rede para caixas plásticas de transporte contendo aproximadamente 15L de água e uma densidade de duas arraias/caixa. Na manhã do dia seguinte, os pescadores efetuaram a troca da água das caixas com a própria água do rio e transferiram as mesmas para um barco de pequeno porte para a realização do transporte que durou em torno de 6 a 8 horas, sem que houvesse aeração ou troca de água até a chegada ao município de Barcelos. Nesta localidade, as caixas contendo as arraias foram deslocadas para um barco de transporte regular (recreio), onde se realizou mais uma renovação com água do Rio Negro e transporte até os exportadores em Manaus sem que houvesse troca de água ou aeração, por um período aproximado de 48 horas, dependendo do nível hidrológico. Em Manaus, após a chegada do barco regular, ainda no período noturno, as caixas foram transportadas por rodovia, aproximadamente 1 hora, até o Laboratório de Fisiologia Aplicada à Piscicultura do INPA (LAFAP/INPA). No LAFAP, permaneceram até amanhã do dia seguinte, quando se procedeu a amostragem das arraias distribuídas no grupo pós-transporte (n=38), com o emprego dos mesmos procedimentos realizados na etapa anterior.

As demais arraiaas foram mantidas em tanques de quarentena de 5.000L, contendo cerca de 2.500L de água proveniente de poço artesiano com renovação e aeração contínuas. Após 48 horas de permanência nos tanques de quarentena, realizou-se a amostragem das arraiaas (n=37) incluídas nesse grupo. Ao término dessa etapa houve a tentativa de alimentar as arraiaas, fornecendo pequenas tiras de peixe fresco a cada dois dias até o décimo terceiro dia de quarentena. Aos 15 dias de quarentena foi realizada a amostragem do último grupo de arraiaas (n=48), seguindo os mesmos procedimentos empregados nas etapas anteriores.

Paralelamente à avaliação hematológica e parasitológica das arraiaas, amostras de água foram coletadas em todas as etapas para a avaliação das propriedades físicas e químicas da água. No período compreendido entre a etapa do pós-transporte e os 15 dias de quarentena a coleta e medida dos parâmetros físicos e químicos da água foram realizadas de três em três dias.

Coleta de sangue e análise dos parâmetros sanguíneos

A coleta de sangue foi realizada por punção no vaso branquial utilizando seringas contendo EDTA (10%). Em seguida, o sangue foi dividido em duas alíquotas, a primeira foi utilizada para a contagem do número de eritrócitos (RBC), determinação do hematócrito (Hct), da concentração de hemoglobina (Hb), volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), conforme recomendações de Kerr (2002). A segunda alíquota foi centrifugada para obtenção do plasma, usado na determinação dos níveis de glicose, por meio do método da glicose oxidase e das proteínas totais, pelo método colorimétrico do biureto, utilizando kits comerciais específicos para cada constituinte (Labtest, MG, Brasil).

Biometria e dissecação das arraiaas

Na biometria, as variáveis registradas incluíram o peso, o comprimento total e a largura do disco das arraiaas coletadas. De posse desses dados, foi determinado o fator de condição relativo (Kn), de acordo com Le-Cren (1951). A eutanásia das arraiaas foi realizada pela ruptura do cordão neural e antecedeu à remoção do fígado, baço e órgão epigonal, que foram pesados com o auxílio de balança analítica (OHAUS Explorer, USA) para a determinação das relações somáticas do fígado (RHS, %), do baço (RES, %) (Tavares-Dias et al., 2000) e do órgão epigonal (RSOE, %).

Necropsia e análise parasitológica

Na necropsia, as brânquias e a válvula espiral de cada animal foram removidas. As brânquias foram fixadas em formol tamponado a 5% e analisadas no laboratório para a presença de parasitos, enquanto que a válvula espiral foi examinada imediatamente após a coleta em estéreo microscópio (Medilux SQZ-DS4). Os procedimentos envolvidos na coleta e fixação, bem como na quantificação dos parasitos seguiram principalmente as recomendações de Eiras et al. (2006) e Thatcher (2006). A identificação dos parasitos foi baseada nos trabalhos de Marques et al. (2003), Marques & Brooks (2003), Thatcher, (2006), Domingues et al.(2007) e Domingues & Marques (2010). Além da literatura, foi possível contar com o apoio dos especialistas, Fernando P. L. Marques (USP) e José Luis Luque (UFRRJ), na identificação dos parasitos pertencentes às classes Cestoda e Branchiura, respectivamente.

Propriedades físicas e químicas da água

Os parâmetros físico-químicos da água, como temperatura, pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido foram medidos diretamente na água dos igarapés, caixas de transporte e dos tanques de quarentena com o auxílio de um aparelho multiparamétrico (Thermo, Orion 5-Star). Paralelamente a cada medição dos parâmetros citados acima, amostras adicionais de água foram coletadas, mantidas em refrigeração e transportadas ao LAFAP para a determinação da dureza e alcalinidade, pelo método titulométrico e, determinação da amônia total e nitrito por método colorimétrico com auxílio de espectrofotômetro, de acordo com o preconizado por Kubitza et al. (1999).

Análises estatísticas

Os parasitos encontrados foram agrupados por táxon para a determinação dos descritores parasitários de terminologia ecológica, recomendados por Bush et al. (1997). A análise estatística incluiu somente os táxons com prevalência igual ou superior a 10%. Para a comparação entre prevalências empregou-se o teste Qui-quadrado. A comparação estatística da abundância e da intensidade média entre as etapas foi realizada mediante o teste Kruskal-Wallis e o teste a posteriori de Dunn's. Para verificar as diferenças dos valores médios das propriedades físicas e químicas da água, dos dados biométricos, fator de condição relativo,

índices somáticos, eritrograma e bioquímica plasmática entre as quatro etapas foram empregados os testes de Anova ou Kruskal-Wallis e as diferenças foram verificadas pelos testes a posteriori de Tukey ou Dunn's. Para comparar o valor da média do fator de condição relativo de cada etapa com 1,00 (condição ideal esperada), empregou-se o teste de Kruskal-Wallis e as diferenças foram verificadas pelo testes a posteriori de Dunn's (Zar, 1999), assumindo o nível de significância de 95% ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS

A análise das propriedades físicas e químicas da água revelou diferenças significativas entre as etapas, sendo a temperatura da água maior na natureza em relação às demais etapas. O pH e a condutividade elétrica foram significativamente menores na natureza em relação às demais etapas. No grupo pós-transporte houve diminuição significativa dos níveis de oxigênio dissolvido, além de aumento na alcalinidade e dos níveis de amônia total em relação às demais etapas. Além disso, no pós-transporte os níveis de nitrito foram significativamente maiores em relação à natureza (Tabela 1).

Considerando os dados biométricos, não houve diferença entre as etapas, embora os valores da largura do disco estejam próximos ao limite de significância. Por outro lado, houve diferença no Kn, que foi significativamente maior na natureza em relação às demais etapas. Quando o Kn foi comparado com 1,00 também houve diferença, com o grupo natureza sendo significativamente maior que 1,00, enquanto que nos dois grupos de quarentena o Kn foi menor que 1,00 (Tabela 2).

Nas relações somáticas dos órgãos foi observada diferença significativa na RES, sendo esse parâmetro menor na natureza em relação às demais etapas. No pós-transporte a RES foi menor que na quarentena de 48 horas. Também houve diferença significativa na RHS que foi maior no pós-transporte e nas 48 horas de quarentena em relação aos valores obtidos na natureza e aos 15 dias de quarentena (Tabela 3).

Ao avaliar estatisticamente o eritrograma, no grupo pós-transporte foram observados valores de RBC baixos em relação à natureza, valores baixos nos níveis de hemoglobina em relação aos valores obtidos nas 48 horas e 15 de quarentena, bem como no CHCM que foi significativamente menor do que nas demais etapas. No pós-transporte observou-se também aumento significativo no VCM em relação às demais etapas e aumento no HCM nas 48 de quarentena em relação aos valores obtidos na natureza e no pós-transporte. Quando avaliamos a bioquímica do plasma, os níveis de glicose foram menores no pós-transporte em relação aos

valores da natureza, enquanto que nesta mesma etapa os níveis de proteínas totais foram menores que nas 48 horas de quarentena (Tabela 4).

Tabela 1. Comparação dos valores médios das propriedades físico-químicas da água (média $\pm$ desvio padrão) e do índice de mortalidade entre as quatro etapas da cadeia extrativista que antecedem à exportação de *Potamotrygon cf. hystrix*.

Parâmetros	Natureza	Pós-transporte	Quarentena		p
			48 horas	15 dias	
Temperatura (°C)	29,5 $\pm$ 0,9 ^a (n= 23)	27,6 $\pm$ 4,4 ^b (n= 23)	25,1 $\pm$ 4,1 ^b (n= 16)	24,9 $\pm$ 4,1 ^b (n= 15)	<0,001*
pH	5,0 $\pm$ 0,6 ^a (n= 23)	6,7 $\pm$ 0,6 ^b (n= 19)	6,2 $\pm$ 0,4 ^b (n= 12)	6,2 $\pm$ 0,4 ^b (n= 12)	<0,001*
Condutividade elétrica (μ S.cm ⁻¹)	10,2 $\pm$ 3,7 ^a (n= 20)	154,2 $\pm$ 17,0 ^b (n= 14)	29,8 $\pm$ 6,8 ^c (n= 13)	29,1 $\pm$ 4,2 ^c (n= 11)	<0,001*
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	4,6 $\pm$ 0,9 ^a (n= 17)	0,6 $\pm$ 0,5 ^b (n= 20)	5,7 $\pm$ 0,9 ^c (n= 12)	5,7 $\pm$ 0,8 ^c (n= 12)	<0,001**
Dureza total (mg CaCO ₃ .L ⁻¹)	2,7 $\pm$ 2,5 (n= 29)	2,1 $\pm$ 1,6 (n= 18)	2,5 $\pm$ 1,6 (n= 16)	2,7 $\pm$ 1,7 (n= 15)	0,840*
Alcalinidade total (mg CaCO ₃ .L ⁻¹)	1,6 $\pm$ 1,6 ^a (n= 33)	5,2 $\pm$ 1,6 ^b (n= 18)	1,0 $\pm$ 0,4 ^a (n= 14)	1,0 $\pm$ 0,4 ^a (n= 13)	<0,001*
Amônia total (mg.L ⁻¹)	0,9 $\pm$ 0,1 ^a (n= 35)	4,6 $\pm$ 1,4 ^b (n= 15)	0,4 $\pm$ 0,2 ^c (n= 14)	0,4 $\pm$ 0,2 ^c (n= 13)	<0,001*
Nitrito (mg.L ⁻¹)	0,02 $\pm$ 0,05 ^a (n= 36)	0,03 $\pm$ 0,02 ^b (n= 21)	0,02 $\pm$ 0,01 ^{a,b} (n= 16)	0,02 $\pm$ 0,01 ^{a,b} (n= 15)	<0,001*
Mortalidade (%)	0 (n= 68)	12,8 (n= 139)	4,0 (n= 44)	0 (n= 49)	---

n= número de amostras examinadas. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as etapas para p<0,05; *KW, teste de Dunn's; **One Way ANOVA, teste de Tukey.

Tabela 2. Valores (média $\pm$ desvio padrão) dos dados biométricos e do fator de condição relativo (Kn) dos espécimes de *Potamotrygon cf. hystrix* investigados no presente estudo

Parâmetros	Natureza (n=35)	Pós-transporte (n=38)	Quarentena		P
			48 horas (n=37)	15 dias (n=48)	
Largura do disco (cm)	15,5 $\pm$ 2,4	14,6 $\pm$ 2,5	15,1 $\pm$ 2,8	15,4 $\pm$ 2,5	0,057
Comprimento total (cm)	26,2 $\pm$ 3,6	24,7 $\pm$ 4,0	26,0 $\pm$ 4,4	26,3 $\pm$ 4,3	0,109
Peso (g)	258,3 $\pm$ 111,9 ^a	163,6 $\pm$ 89,5 ^b	183,5 $\pm$ 106,3 ^b	181,4 $\pm$ 84,6 ^b	<0,001
Kn	1,05 $\pm$ 0,06 ^{†,a}	0,99 $\pm$ 0,02 ^b	0,98 $\pm$ 0,02 ^{‡,b}	0,98 $\pm$ 0,02 ^{‡,b}	<0,001

n= número de exemplares examinados. Kn: $\dagger > 1,00 > \ddagger$ para $p < 0,05$. Letras diferentes indicam diferença significativa na mesma linha entre as etapas ($p < 0,05$).

Tabela 3. Comparação dos valores (média $\pm$ desvio padrão) das relações somáticas do baço, fígado e órgão epigonal entre quatro etapas da cadeia extrativista que antecedem a exportação de *Potamotrygon cf. hystrix*.

Parâmetros	Natureza	Pós-transporte	Quarentena		p
			48 horas	15 dias	
RES (%)	0,13 $\pm$ 0,05 ^a (n=35)	0,17 $\pm$ 0,05 ^b (n=38)	0,21 $\pm$ 0,06 ^c (n=35)	0,20 $\pm$ 0,04 ^{b,c} (n=44)	<0,001**
RHS (%)	2,02 $\pm$ 0,93 ^a (n=31)	2,63 $\pm$ 0,69 ^b (n=34)	2,64 $\pm$ 0,88 ^b (n=34)	2,11 $\pm$ 0,83 ^a (n=45)	0,002*
RSOE (%)	0,08 $\pm$ 0,06 (n=35)	0,07 $\pm$ 0,03 (n=38)	0,08 $\pm$ 0,03 (n=35)	0,07 $\pm$ 0,01 (n=44)	0,593*

n= número de exemplares examinados. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as etapas para $p < 0,05$; *KW, teste de Dunn's; **One Way ANOVA, teste de Tukey.

Tabela 4. Comparação dos valores (média $\pm$ desvio padrão) do eritrograma e da bioquímica plasmática entre quatro etapas da cadeia extrativista que antecedem a exportação de *Potamotrygon* cf. *histrrix*.

Parâmetros	Natureza	Pós-transporte	Quarentena		p
			48 horas	15 dias	
Hct (%)	19,75 $\pm$ 2,88 ^a (n=26)	21,45 $\pm$ 4,01 ^a (n=30)	19,37 $\pm$ 3,51 ^a (n=35)	19,70 $\pm$ 3,11 ^a (n=45)	0,187*
RBC (milhões. μ L ⁻¹)	0,49 $\pm$ 0,12 ^a (n=27)	0,39 $\pm$ 0,09 ^b (n=36)	0,43 $\pm$ 0,09 ^{a,b} (n=37)	0,43 $\pm$ 0,07 ^{a,b} (n=47)	0,038*
Hb (g.L ⁻¹)	39,45 $\pm$ 10,20 ^{a,b} (n=27)	33,84 $\pm$ 10,90 ^a (n=36)	41,75 $\pm$ 9,95 ^b (n=37)	41,32 $\pm$ 10,84 ^b (n=47)	0,005**
VCM (fL)	411,31 $\pm$ 68,21 ^a (n=27)	504,43 $\pm$ 102,38 ^b (n=36)	444,84 $\pm$ 63,34 ^a (n=37)	452,80 $\pm$ 86,35 ^a (n=47)	<0,001**
HCM (pg)	81,82 $\pm$ 15,09 ^a (n=27)	84,15 $\pm$ 21,09 ^a (n=36)	97,31 $\pm$ 14,98 ^b (n=37)	96,41 $\pm$ 25,68 ^{a,b} (n=47)	0,002**
CHCM (%)	20,17 $\pm$ 3,60 ^a (n=27)	17,01 $\pm$ 4,23 ^b (n=36)	21,99 $\pm$ 2,68 ^a (n=37)	21,36 $\pm$ 4,06 ^a (n=47)	<0,001**
Glicose (mg.dL ⁻¹)	1,61 $\pm$ 0,40 ^a (n=25)	1,31 $\pm$ 0,51 ^b (n=27)	1,58 $\pm$ 0,61 ^{a,b} (n=34)	1,35 $\pm$ 0,45 ^{a,b} (n=41)	0,017**
Proteínas totais (g.dL ⁻¹)	13,07 $\pm$ 2,80 ^{a,b} (n=27)	12,37 $\pm$ 4,28 ^a (n=35)	15,29 $\pm$ 4,48 ^b (n=37)	14,26 $\pm$ 3,77 ^{a,b} (n=48)	0,026*

n= número de exemplares examinados. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as etapas para p<0,05; *KW, teste de Dunn's; ** One Way ANOVA, teste de Tukey.

Em relação à avaliação parasitológica, foram coletados 2.415 parasitos na natureza, 5.665 parasitos na etapa do pós-transporte, 325 parasitos em 48 horas de quarentena e 185 parasitos aos 15 dias de quarentena. Na válvula espiral foram coletadas duas espécies de Cestoda *Potamotrygonocetus amazonensis* e *Rhinebothroides moralarai* Brooks, Mayes & Thorson, 1981, além de espécimes não identificados de Nematoda e Achantocephala. Nas brânquias foram encontradas duas espécies de Monogenoidea *Potamotrygonocotyle umbella* e *P. quadracotyle* Domingues, Pancera & Marques, 2007, além de cinco espécies de Branchiura, *Dolops discoidalis* Bouvier, 1899, *Dolops geayi* Bouvier, 1897, *Dolops nana* Lemos de Castro, 1950, *Dolops bidentata* Bouvier, 1899 e *Dolops* sp.

A prevalência de cestóides teve seu maior valor na natureza e foi diminuindo gradativamente ao longo das demais etapas investigadas da cadeia produtiva. Os nematóides apresentaram baixa prevalência em todas as etapas, enquanto que os acantocéfalos apresentaram baixa prevalência na natureza e no pós-transporte. A maior prevalência de monogenoídeos também ocorreu na natureza e no pós-transporte, etapas em que todas as arraias estavam parasitadas. Essa prevalência diminuiu após 48 horas de quarentena e ainda mais ao final dos 15 dias da quarentena. Os branquiúros foram prevalentes em todas as etapas e demonstraram uma tendência de aumento marginalmente significativa ($p=0,058$) no pós-transporte em relação às demais etapas (Tabela 5).

Tabela 5. Comparação da prevalência (%) dos grupos de metazoários parasitos de *Potamotrygon cf. hystrix* entre quatro etapas da cadeia extrativista que antecedem a exportação.

	Natureza (n=35)	Pós-transporte (n=38)	Quarentena		χ^2 / p
			48 horas (n=37)	15 dias (n=48)	
Metazoários					
Cestoda	85,7	73,7	35,1	25	41,3 / <0,001
Nematoda	2,9	2,6	2,7	2,1	---
Acanthocephala	8,6	5,3	0	0	---
Monogenoidea	100	100	56,8	31,3	67,3 / <0,001
Branchiura	11,4	31,6	13,5	12,5	7,7 / 0,058
Prevalência total	100	100	78,4	58,3	34,9 / <0,001

n= número de exemplares examinados. χ^2 = Valor do teste do qui-quadrado, significante para $p<0,05$.

Entre os cestóides, a abundância média de foi significativamente menor em 48 horas de quarentena e aos 15 dias de quarentena, enquanto que a abundância de monogenoídeos foi maior na natureza e no pós-transporte quando comparada com as etapas de 48 horas e 15 dias de quarentena (Tabela 6). Porém, apenas a intensidade média de monogenoídeos mostrou diferença entre as etapas, sendo significativamente maior no pós-transporte em relação às demais etapas (Tabela 7).

Tabela 6. Comparações da abundância média dos grupos de metazoários parasitos de *Potamotrygon* cf. *histrrix* entre quatro etapas da cadeia extrativista que antecedem a exportação. Valores expressos como média $\pm$ desvio padrão.

	Natureza	Pós-transporte	Quarentena		p*
			48 horas	15 dias	
Metazoários	(n=35)	(n=38)	(n=37)	(n=48)	
Cestoda	3,7 $\pm$ 3,4 ^a	2,7 $\pm$ 3,5 ^a	1,2 $\pm$ 2,0 ^b	0,7 $\pm$ 1,4 ^b	<0,001
Nematoda	0,0 $\pm$ 0,1	0,0 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 6,2	0,0 $\pm$ 0,1	---
Acanthocephala	0,1 $\pm$ 0,3	0,1 $\pm$ 0,2	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	---
Monogenoidea	64,9 $\pm$ 48,6 ^a	145,8 $\pm$ 71,1 ^a	6,3 $\pm$ 6,9 ^b	2,9 $\pm$ 5,3 ^b	<0,001
Branchiura	0,2 $\pm$ 0,5	0,4 $\pm$ 0,7	0,1 $\pm$ 0,5	0,1 $\pm$ 0,4	0,070
Abundância média total	69,0 $\pm$ 49,5 ^a	149,0 $\pm$ 71,4 ^a	8,7 $\pm$ 8,5 ^b	3,8 $\pm$ 5,4 ^b	<0,001

n= número de exemplares examinados. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as etapas para p<0,05; *KW, teste de Dunn's.

Tabela 7. Comparações da intensidade média dos grupos de metazoários parasitos de *Potamotrygon* cf. *histrrix* entre quatro etapas da cadeia extrativista que antecedem a exportação. Valores expressos como média $\pm$ desvio padrão.

	Natureza	Pós-transporte	Quarentena		p*
			48 horas	15 dias	
Metazoários	(n=35)	(n=38)	(n=37)	(n=48)	
Cestoda	4,4 $\pm$ 3,3	3,7 $\pm$ 3,7	3,5 $\pm$ 2,1	2,9 $\pm$ 1,5	0,472
Nematoda	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	38,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	---
Acanthocephala	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	---
Monogenoidea	64,9 $\pm$ 48,6 ^a	145,8 $\pm$ 71,2 ^b	11,2 $\pm$ 5,5 ^c	9,4 $\pm$ 5,5 ^c	<0,001
Branchiura	1,8 $\pm$ 0,5	1,4 $\pm$ 0,7	1,4 $\pm$ 0,5	1,3 $\pm$ 0,5	0,602
Intensidade média total	69,0 $\pm$ 49,6 ^a	149,1 $\pm$ 71,4 ^b	11,2 $\pm$ 8,2 ^c	6,6 $\pm$ 5,7 ^c	<0,001

n= número de exemplares examinados. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as etapas para p<0,05; *KW, teste de Dunn's.

DISCUSSÃO

Características físicas e químicas da água

Os resultados nas análises da qualidade da água obtidas na natureza para *P. cf. hystrix* refletem as características típicas das águas da bacia do Rio Negro, com pH ácido, baixa condutividade elétrica e oxigênio dissolvido, além de valores elevados de temperatura, em certos período do ano. Características similares foram demonstradas por Duncan & Fernandes (2011), que também relataram grande heterogeneidade nos ambientes às margens do Rio Negro onde essas arraia ocorrem.

Entretanto, constatou-se uma depreciação na qualidade da água em que as arraia cururu transportadas. Com o decorrer da etapa do pós-transporte, que teve uma duração aproximadamente de 52 a 76 horas, os níveis de oxigênio na água diminuíram significativamente para valores inferiores 1,0 mg/L e, os valores de amônia total aumentaram cerca de 5 vezes no pós-transporte em comparação aos níveis da natureza, estes são considerados críticos para diversas espécies de peixes teleósteos amazônicos (Kubitza et al., 1999). De acordo com Wood et al. (2002), *P. cf. hystrix* é uma espécie amoniotélica e, desse modo, a falta de renovação de água durante o transporte explica os valores elevados desse composto no pós-transporte. Aumento nos níveis de amônia total na água também foi observado durante o transporte fluvial de exemplares da arraia cururu após 24 horas (Brinn et al., 2011). A exposição prolongada a níveis elevados de amônia total, aliada a uma baixa disponibilidade de oxigênio na água contribui para uma elevada toxicidade deste composto, além de grave estresse fisiológico e efeitos histopatológicos, a curto e longo prazo, que podem aumentar a susceptibilidade a doenças ou ser letal (Wajsbrot et al., 1991; 1993; Kubitza et al., 1999). Estes resultados demonstram a necessidade do emprego de procedimentos alternativos na cadeia extrativista, como a simples renovação da água, mesmo que parcial, durante o transporte ou a adição de substâncias capazes de manter os níveis de amônia reduzidos durante o transporte. O probiótico foi empregado durante o transporte do cardinal tetra (*Paracheirodon axelrodi*) submetido a procedimentos semelhantes ao adotado no presente estudo e, reduziu significativamente os níveis de amônia na água, bem como a mortalidade (Gomes et al., 2009). Isso indica que pequenas mudanças e atualizações nos procedimentos de rotina da cadeia extrativista podem melhorar a qualidade da água e consequentemente aumentar o bem estar dos peixes explorados nesta atividade.

O aumento do pH observado na etapa do pós-transporte pode ser explicado pela elevação dos níveis de amônia na água, pois em solução a amônia se comporta como uma base titulável contribuindo para a elevação desse parâmetro (Kubitza et al., 1999), que se refletiu na condutividade elétrica e na alcalinidade total, também aumentados nesta mesma etapa. Foi observado que elasmobrânquios mantidos em confinamento elevam a excreção de Na^+ , Cl^- , Mg^{2+} e SO_4^{2-} (Hammerschlag, 2006). Embora os eletrólitos não tenham sido avaliados no presente estudo, há indícios de que pode ter ocorrido aumento do efluxo de íons durante o transporte, o que poderia contribuir para o aumento observado na condutividade elétrica da água, fato também demonstrado por Brinn et al. (2011) após 24 horas de transporte da arraia cururu sob condições semelhantes ao presente estudo.

Para minimizar o estresse do transporte e recuperar a saúde dos animais antes da exportação, é necessária uma quarentena em água de boa qualidade e com renovação contínua (Miller-Morgan & Heidel, 2010). Nas etapas de 48 horas e 15 dias de quarentena as propriedades físicas e químicas da água se mantiveram dentro de limites confortáveis para a espécie e semelhantes aos observados na natureza, proporcionando assim uma condição mais favorável para a recuperação da saúde de *P. cf. hystrix*, que em função da presença de mais de um exemplar nas caçapas e do baixo volume de água contida nas mesmas, chegavam com danos na região ventral e intensificação da quantidade de parasitos.

Biometria, fator de condição e relações somáticas

Os valores da biometria mostraram que apesar de manterem as mesmas faixas de tamanho, as arraias estiveram mais pesadas na natureza e, isto foi refletido nos valores do Kn. Esta ferramenta demonstrou que as arraias na natureza mantiveram condição corporal significativamente melhor que nas etapas sucessivas da cadeia extrativista. De acordo com Tavares-Dias et al. (2010) o Kn é um indicador da condição corpórea do peixe e está condicionado à interação de fatores bióticos e abióticos que podem interferir na taxa de crescimento. Em potamotrigonídeos esse parâmetro tem sido pouco investigado, sendo relatado apenas em *P. falkneri* (alto Rio Paraná) e demonstrando correlação positiva com a abundância de parasitos (Lacerda et al., 2009). Essas diferenças nas variáveis biométricas de *P. cf. hystrix* entre as etapas podem ter ocorrido devido à rejeição alimentar que as arraias apresentaram ao longo da quarentena. Segundo Michael (1993), elasmobrânquios aparentemente saudáveis quando colocados em cativeiro deixam de se alimentar.

Em *P. cf. hystrix* a RES indicou esplenomegalia no pós-transporte e nas duas etapas da quarentena, sendo significativamente maiores que na natureza. Isto pode ocorrer em função de fatores como a produção de eritrócitos para reposição sanguínea ou deposição de células a serem eliminadas pela filtração sanguínea exercida pelo baço (Peters & Schwarzer, 1985; Mebius & Kraal, 2005). Além disso, hepatomegalia também foi observada no pós-transporte e em 48 horas de quarentena com a elevação na RHS, que pode indicar desenvolvimento de respostas leucocitárias a infecções (Tavares-Dias et al., 2000a), acúmulo de gordura consequente de distúrbio metabólico ou retenção de líquidos resultante de desequilíbrio iônico, causados por estresse (Laidley et al., 1988) ou exposição a altas concentrações de amônia (Wilkie, 2002), fato demonstrado nos resultados das propriedades da água do pós-transporte. Estes dados são escassos em potamotrigonídeos, mas em *P. cf. hystrix* (ver Capítulo 1) e em *P. falkneri* foi demonstrada correlação positiva da RHS com a abundância de parasitos (Lacerda et al., 2009).

Esperava-se que também houvesse alteração na relação somática do órgão epigonal, pois este órgão nos elasmobrânquios é dotado de tecido hematopoiético (Honma et al., 1984; Zapata et al., 1996), porém isto não ocorreu. Honma et al. (1984) investigaram a morfologia deste órgão em algumas espécies de elasmobrânquios marinhos do Japão e identificaram três tipos distintos entre tubarões e arraias. Além disso, estes autores obtiveram uma variação de 0,68 a 6,43% na relação somática desse órgão, valores muito superiores aos encontrados no presente trabalho (0,07-0,08%) e que podem refletir diferenças espécie-específicas ou entre representantes de ambientes distintos (água doce *versus* marinho). Contudo, comparações nesse nível são limitadas em função da escassez de estudos relacionados a este órgão característico dos elasmobrânquios. Portanto, os resultados do presente estudo demonstram que a relação somática desse órgão não é recomendável para avaliação do estresse causado por procedimentos de manejo, mas pode ser bem empregada para correlacionar com o parasitismo (ver Capítulo 1).

Eritrograma e bioquímica do plasma

O acompanhamento das variações do eritrograma e dos constituintes bioquímicos do plasma, como os níveis de glicose e proteínas totais, podem ser utilizadas para avaliação do estresse nos processos produtivos (Tavares-Dias & Moraes, 2004). Assim, os resultados obtidos para *P. cf. hystrix* nas etapas estudadas demonstram ajustes fisiológicos aos procedimentos de transporte e quarentena, típicos no processo de extrativismo de peixes

ornamentais do médio Rio Negro e que tornam inevitáveis o estabelecimento de estresse no animais (Prang, 2008), com efeitos diretos na homeostasia e riscos à saúde dos mesmos (Barcellos et al., 2000).

O aumento significativo do VCM no pós-transporte, pode ter ocorrido devido a exposição à hipóxia como ajuste fisiológico para aumentar a capacidade respiratória (Barcellos et al., 2000; Akinrotimi et al., 2007a) ou à exposição prolongada a altos níveis de amônia, que pode substituir o potássio na bomba Na^+/K^+ , afetando o potencial de membrana e consequentemente o balanço iônico (Wilkie, 2002). Brinn et al. (2011) não encontraram diferença no VCM, RBC e Hct de arraias cururu após 24 horas de transporte sob condições similares ao presente estudo. Entretanto, este tempo que foi realizado o exame está abaixo da metade do tempo do pós-transporte do presente estudo. Embora estes estudos sejam escassos em potamotrigonídeos, resultados semelhantes são demonstrados em teleósteos, como em *Tilapia zilli* e *Sarotherodon melanotheron* transportados sem aeração, em que também houve aumento no VCM, HCM e CHCM, além de redução no Hct, RBC e Hb (Akinrotimi et al., 2007a; Gbore et al., 2006).

Na quarentena, pode-se afirmar que houve recuperação das arraias quando consideramos os valores do eritrograma que não diferem dos valores da natureza, com exceção do HCM em 48 horas de quarentena, mas que reduziu após 15 dias de quarentena para valores semelhantes aos da natureza. Como há ausência desses dados em potamotrigonídeos, podemos citar resultado semelhante no teleósteo *S. melanotheron*, pois após sete dias em quarentena também houve aumento no HCM, além de aumento no VCM e, redução no Hct, Hb, RBC e CHCM (Akinrotimi et al., 2007b).

A resposta ao estresse crônico tem como principal consequência a manutenção de altas concentrações plasmáticas de corticosteróides por longo período, ocasionando uma série de efeitos, como a redução do desempenho, rejeição alimentar e estímulo à gliconeogênese por outras fontes não carboidratos que elevam consequentemente a glicemia para manutenção dos processos vitais (Barcellos et al., 2000). Isto é válido para peixes teleósteos, pois de acordo com Speers-Roesch & Treberg (2010) os elasmobrânquios demonstram metabolismo energético pouco dependente desse composto, preferindo corpos cetônicos e ácidos graxos. No presente estudo, devemos também considerar que as arraias cururu passaram por privação alimentar durante o longo período que antecede o exame do pós-transporte e, isso pode ter sido refletindo na hipoglicemia verificada no pós-transporte em relação à natureza. Brinn et al. (2011) demonstram que não houve diferença nas concentrações desse composto após 24 horas do transporte de *P. cf. hystrix*. Isso demonstra a necessidade de maiores estudos a

respeito desse composto em potamotrigonídeos, que também demonstrou correlação com o parasitismo em *P. cf. hystrix* (ver Capítulo 1). Em teleósteos observamos resultados adversos, como em *Brycon amazonicus*, no qual houve elevação da glicemia após o transporte (Inoue et al., 2005). Em *Hemigymnus melapterus* além da elevação glicemia entre duas e quatro horas de transporte, houve redução a níveis próximos aos da natureza durante a quarentena (Gruntter & Pankhurst, 2000) e, em *Channa argus* e *Misgurnus anguillicaudatus* a hiperglicemia foi observada em peixes da quarentena em relação aos da natureza (Zhou et al., 2009; Gul et al., 2011).

Outro mecanismo que também pode agir após o estresse crônico é a liberação de proteínas, responsáveis pela adaptação ao estresse e restauração celular (Barcellos et al., 2000). Em *P. cf. hystrix* as concentrações de proteínas totais só foram mais elevadas nas primeiras horas de quarentena em relação ao pós-transporte. Este parâmetro também tem sido pouco estudado em elasmobrânquios, existindo apenas a descrição da concentração plasmática em *P. cf. hystrix* aclimatadas em água do Rio Negro (Wood et al., 2002). Em teleósteos, verificamos em *T. zilli* e *C. gariepinus* redução nos níveis plasmáticos de proteínas totais após o transporte (Gbore et al., 2006) e, em *C. argus* e *M. anguillicaudatus*, os maiores níveis plasmáticos desse composto ocorreram na quarentena quando comparados com a natureza (Zhou et al., 2009; Gul et al., 2011). Segundo Barcellos et al. (2000) é preciso considerar o tipo de agente estressor, a magnitude, o tempo de exposição e a espécie que está sendo estudada, pois as respostas podem ser diferentes.

Índices parasitários

Durante as etapas que sucedem a captura das arraias na natureza, há ausência de elementos considerados fundamentais para o ciclo de vida heteroxênico dos endoparasitos Cestoda, Nematoda e Achantocephala (Anderson, 2000; Rego, 2004; Kennedy, 2006; Thatcher, 2006), pois *P. cf. hystrix* alimenta-se principalmente de crustáceos, além de insetos e pequenos teleósteos (Shibuya et al., 2009), organismos utilizados como hospedeiros intermediários desses endoparasitos (Anderson, 2000; Rego, 2004; Kennedy, 2006; Thatcher, 2006). Contudo, a restrição alimentar e a consequente redução nos níveis de glicose, verificado no pós-transporte, podem ter contribuído para o desprendimento destes vermes, principalmente os cestóides, que se nutrem de substratos essenciais como glicose e são altamente dependentes de seus hospedeiros (Loot et al., 2001). Isso justifica a redução nos índices encontrados para os endoparasitos de *P. cf. hystrix* nas etapas que sucederam as

análises da natureza, corroborando com Ayanda (2009) ao demonstrar em *Clarias gariepinus* prevalência de endoparasitos apenas na natureza e ausência no cultivo.

Por outro lado, o alto adensamento de *P. cf. hystrix* nos tanques-rede, após a pesca na natureza, associado à elevada temperatura do ambiente natural, próxima aos 30° C, proporcionaram condições favoráveis à proliferação dos parasitos monogenoídeos e branquiúros, pois estes possuem ciclo de vida direto e taxas elevadas de eclosão dos ovos nestas condições (Castro & Fernandes, 2009; Chen et al., 2010). Assim, nas características como foram manipulados os exemplares de *P. cf. hystrix*, reproduzindo fielmente a cadeia extrativista, demonstra maior intensificação de monogenoídeos no pós-transporte. Porém, na quarentena, a boa qualidade da água, juntamente com a renovação contínua e a baixa densidade de estocagem de arraias nos tanques (15 arraias/tanque de 5.000L), foram fundamentais para a redução dos índices de monogenoídeos e branquiúros.

Os resultados indicam que a arraia *Potamotrygon cf. hystrix* é bastante resistente apesar do estresse a que foi submetida durante o transporte, pois apresentou reduzida mortalidade no pós-transporte e após 48 horas de quarentena. Apesar disso, Ressaltamos a necessidade de formulação de um protocolo de manejo para o transporte deste potamotrigonídeo. Demonstramos que a realização da quarentena, num período mínimo de 15 dias, em água de boa qualidade, fluxo contínuo e com o mínimo de manipulação dos animais, é suficiente para a recuperação do estresse causado pelo transporte e redução da intensidade parasitária, dispensando o uso de quimioterápicos, muitos deles nocivos ao meio ambiente. Estes cuidados não devem ser negligenciados para que possamos preservar e valorizar este recurso natural e concomitantemente aprimorarmos esse setor da cadeia produtiva de peixes ornamentais do médio Rio Negro.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo fomento (Processo nº 408795/2006-9). À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo fomento (Processos nº 2459/08 e 126/08). Aos Doutores Marques, F. P. L. (USP) e Luque, J. L. (UFRRJ), pelo apoio na identificação parasitária.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akinrotimi, O. A.; Ansa, E. J.; Owihonda, K. N.; Onukwu, D. N., Edun, O. M.; Anyanwu, P. E. 2007a. Effect of Transportation Stress on Haematological parameters of Blackchin Tilapia, *Sarotherodon melanothenon*. *J. Animal Vet. Serv. Adv.*, 6(7):841-845.
- Akinrotimi, O. A.; Gabriel, U. U.; Anyanwu, P. E.; Anyanwu, A. O. 2007b. Influence of sex, acclimation methods and period on Haematology of *Sarotherodon melanothenon* (Cichilidae). *Res J. Biol Sci.*, 2(3):348 – 352.
- Anderson, R. C. 2000. Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission. 2nd ed. CABI Publishing, Wallingford, Oxon. 635p.
- Ayanda, O. I. 2009. Comparative parasitic helminth infection between cultured and wild species of *Clarias gariepinus* in Ilorin, North – Central Nigéria. *Scientific Research and Essay*, 4(1): 18-021.
- Barcellos, L. J. G.; Souza, S. M. G.; Wolehl, V. M. 2000. Estresse em peixes: Fisiologia da resposta ao estresse, causas e conseqüências. (Revisão). *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 26(1): 99-111.
- Brinn, R. P.; Marcon, J. L.; McComb, D.M.; Gomes, L. C.; Abreu, J. S.; Baldisseroto, B. 2011. Stress responses of the endemic freshwater cururu stingray (*Potamotrygon* cf. *histrrix*) during transportation in the Amazon region of the Rio Negro. *Comparative Biochemistry and Physiology*, [aceito].
- Carnevia, D.; Speranza, G. 2003. Enfermedades diagnosticadas em peces ornamentales tropicais de criadores de Uruguay:I. Parasitosis. *Veterninaria, Montevideo*, 38: 29-34.
- Carvalho, M. R.; Lovejoy, N. R.; Rosa, R. S. 2003. Family Potamotrygonidae. Pp. 22–29. In: Reis, R. E; Ferraris Jr; C. J.; Kullander, S. O. (Eds.). *Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America*. Porto Alegre, EDIPUCRS, 729 pp.
- Castro, F. J.; Fernandes, M. N. 2009. Efeitos da infestação por parasitos argulídeos na fisiologia e mecanismos de defesa inata em peixes cultivados. In: Tavares-Dias, M. (Org). *Manejo e sanidade de peixes em cultivo*. Macapá: Embrapa Amapá, p. 361-388.
- Chen, H. G.; Chen, H. Y.; Wang, C. S.; Chen, S. N.; Shih, H. H. 2010. Effects of various treatments on egg hatching of *Dendromonocotyle pipinna* (Monogenea: Monocotylidae) infecting the blotched fantail ray, *Taeniurops meyeri*, in Taiwan. *Veterinary Parasitology*, 171: 229–237.
- Domingues, M. V.; Marques, F. P. L. 2010. Phylogeny and taxonomy of *Potamotrygonocotyle* Mayes, Brooks & Thorson, 1981 (Monogenoidea: Monocotylidae) with a description of four new species. *Journal of Helminthology*, 1-28.
- Domingues, M. V.; Pancera, N. C. M.; Marques, F. P. L. 2007. Monogenoidean parasites of freshwater stingrays (Rajiformes: Potamotrygonidae) from the Rio Negro, Amazon, Brazil: species of *Potamotrygonocotyle* (Monocotylidae) and *Paraheteronchocotyle* (Hexabothriidae). *Folia Parasitologica*, 54: 177–190.
- Duncan, W. P.; Fernandes, M. N. 2011. Physicochemical characterization of the white, black, and Clearwater rivers of the Amazon Basin and its implications on the distribution of freshwater stingrays (Chondrichthyes, Potamotrygonidae). *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 5(3): 1-11.

- Eiras, J. C.; Takemoto, R. M.; Pavanelli, G. C. 2006. *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. Maringá: Ed. EDUEM, 171p.
- Ferraz, E. 1999. Management and diseases of the ornamental fish exported from the Rio Negro basin, 99-111. In: Val, A.L; Almeida-Val, V.M (eds). *Biology of tropical fishes*. INPA: Manaus.
- Garcia, F.; Fujimoto, R. Y.; Martins, M. L.; Moraes, F. R. 2003. Parasitismo de *Xiphophorus* spp. por *Urocleidoides* sp. e sua relação com os parâmetros hídricos. *B. Inst. Pesca, São Paulo*, 29: 123-131.
- Gbore, F. A.; Oginni, O; Adewole A. M.; Aladetam, J. O. 2006. The effect of transportation and handling stress on hematology and plasma biochemistry in fingerlings of *Clarias gariepinus* and *Tilapia zilli*. *World Journal of Agrucultural Sciences*, 2(2):208-212.
- Griffith, R. W. ; Pang, P. K. T.; Srivastava, A. K.; Pickford, G. 1973. Serum composition of freshwater stingrays (Potamotrygonidae) adapted to fresh and dilute sea water. *Biol. Bull., Woods Hole*, 144: 304-320.
- Grutter, A. S.; Pankhurst, N. W. 2000. The effects of capture, handling, confinement and ectoparasite load on plasma levels of cortisol, glucose and lactate in the coral reef fish *Hemigymnus melapterus*. *Journal of Fish Biology*, 57: 391-401.
- Gul1, Y.; Gao, Z. X.; Qian, X. Q.; Wang, W. M. 2011. Haematological and serum biochemical characterization and comparison of wild and cultured northern snakehead (*Channa argus* Cantor, 1842). *J. Appl. Ichthyol*, 27: 122-128.
- Hammerschlag, N. 2006. Osmoregulation in elasmobranchs; a review for fish biologists, behaviourists and ecologists. *J. Mar. Freshw. Behav. Physiol*, 39: 209-228.
- Inoue, L. A. K. A.; Afonso, L. O. B.; Iwama, G. K.; Moraes, G. 2005. Effects of clove oil on the stress response of matrinxã (*Brycon cephalus*) subjected to transport. *Acta Amazonica*, 35(2): 289 – 295.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2011. Instrução Normativa nº22. Diretoria de Uso Sustentável da Biodiversidade e Florestas Coordenação Geral de Autorização do Uso de Fauna e Recursos Pesqueiros.
- Kennedy, C. R. 2006. *Ecology of the Acanthocephala*. Cambridge University Press. The Edinburgh Building, Cambridge, UK. 2ed, 241p.
- Kerr, M. G. 2002. *Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Biochemistry and Haematology*, 2ed. Blackwell Science Ltd, 386p.
- Kubitza, F. 1999. *Qualidade da água na produção de peixes*. Jundiaí: CIP – USP Editora. 97p.
- Lacerda, A. C. F.; Takemoto, R. M.; Pavanelli, G. C. 2009. Ecology of endoparasites of the fluvial stingray *Potamotrygon falkneri* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) from the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazil. Journal Biology*, 69(2) 297-303.
- Laidley, C.W.; Woo, P.T.K.; Leatherland, J.F. 1988. The stress-response of rainbow trout to experimental infection with the blood parasite *Cryptobia salmositica* Katz, 1951. *J. Fish Biol.*, 32:253-261.
- 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.

- Lizama, M. A. P.; Takemoto, R. M.; Tavares, Ranzani-Paiva, M. J.; Ayroza, L. M. S.; Pavanelli, G. C. 2007. Relação parasito-hospedeiro em peixes de pisciculturas da região de Assis, Estado de São Paulo, Brasil. 1. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757). *Acta Sci Biol Sci.*, 29(2):223-231.
- Marques, F. P. L.; Brooks, D. R. 2003. Taxonomic review of *Rhinebothroides* (Eucestoda: Tetraphyllidea: Phyllobothriidae), parasites of freshwater stingrays (Rajiformes: Myliobatoidei: Potamotrygonidae). *Journal of Parasitology*, 89: 944–1017.
- Marques, F. P. L.; Brooks, D. R.; Araújo, M. L. G. 2003. Systematics and phylogeny of *Potamotrygonocetus* (Platyhelminthes, Tetraphyllidea, Onchobothriidae) with descriptions of three new species from freshwater potamotrygonids (Myliobatoidea, Potamotrygonidae). *Zoologica Scripta*. 32: 367–396.
- Mebius, R. E; Kraal, G. 2005. Structure and function of the spleen. *Nat Rev Immunol*, 5(8):606–616.
- Michael, S. W. 1993. Reef Sharks & Rays of the World: A guide to their identification, behavior, and ecology. Sea Challengers, Monterey, Califórnia, 107.
- Miller-Morgan, T. J.; Heidel, J. R. 2010. Biosecurity and ornamental fish. In: Roberts, E. H. (Ed). *Fundamentals of Ornamental Fish Health*. Blackwell Science Ltd., 6:71-88.
- Honma, Y., Okabe, K. and Chiba, A. 1984. Comparative histology of the Leydig and epigonal organs in some elasmobranchs. *Jap. J. Ichthyol.* 31:47.
- Peters, G.; R. Schwarzer. 1985. Chages in hematopoietic tissue of rainbow trout under influence of stress. *Dis. Aquat. Organ.*, 1: 1-10.
- Piazza, R. S.; Martins, M. L.; Guiraldelli, L.; Yamashita, M. M. 2006. Parasitic disease of freshwater ornamental fishes commercialized in Florianópolis, Santa Catarina, Brazil. São Paulo. *B. Inst. Pesca*, 32(1): 51-57.
- Prang, G. 2008. An industry analysis of the freshwater ornamental fishery with particular reference to the supply of brazilian freshwater ornamentals to the uk market. *UAKARI*, 3(1): 7-51.
- Ranzani-Paiva, M. J. T.; Tavares-Dias, M. 2002. Eritrograma, relação viscero-somática, hepatossomática e esplenossomática em tainhas *Mugil platanus* Günther, 1880 (Osteichthyes: Mugilidae) parasitadas. *Rev. Bras. Zool.*, 19: 807-818.
- Rego, A. A. 2004. Current state of knowledge of Cestodes from Neotropical freshwater fishes and rays. *Rev. bras. Zoociências*, 6(1): 45-60.
- Rincon, G.; Charvet-Almeida, P. 2006. O monitoramento da pesca ornamental de raias de água doce está sendo efetivo? Problemas e possíveis soluções nas esferas envolvidas. *Elasmovisor*, 9:4-6.
- Shibuya, A.; Araújo, M. L. G.; Zuanon, J. A. S. 2009. Analysis of stomach contents of freshwater stingrays (Elasmobranchii, Potamotrygonidae) from the middle Negro River, Amazonas, Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 4(4): 466-47.
- Speers-Roesch, B.; Treberg, J. R. 2010. The unusual energy metabolism of elasmobranch fishes. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*. 155:417-434.
- Takemoto, R. M.; Lizama, M. A. P.; Guidelli, G. M.; Pavanelli, G. C. 2004. Parasitas de peixes de águas continentais. In: Ranzani-Paiva, M. J. T.; Takemoto, R. M.; Lizama, M. A. P. *Sanidade de Organismos Aquáticos*. São Paulo: Editora Varela, 1: 179-197.

- Tavares-Dias, M.; Martins, M. L.; Moraes, F. R. 2000a. Relação hepatossômática e esplenossômática em peixes teleósteos de cultivo intensivo. *Rev. Bras. Zool.*, 17: 273-281.
- Tavares-Dias, M.; Martins, M. L.; Moraes, F. R. Kronka, S. N. 2000b. Fator de condição e Relação hepato e esplenossômática em peixes teleósteos de água doce naturalmente parasitados. *Acta Sci Biol Sci.*, 22(2): 533-537.
- Tavares-Dias, M.; Sandrim, E. F. S.; Moraes, F. R.; Carneiro, P. C. F. 2001. Physiological responses of “tambaqui” *Colossoma macropomum* (Characidae) to acute stress. *B. Inst. Pesca*, 27:43-48.
- Tavares-Dias, M.; Moraes, F. R. 2004. Hematologia de peixes teleósteos. Ribeirão Preto: Villimpress, 144p.
- Tavares-Dias, M.; Lemos, J. R. G.; Martins, M. L.; Jeronimo, G. T. 2009. Metazoan and protozoan parasites of freshwater ornamental fish from Brazil. In: TAVARES-DIAS, M.. (Org.). *Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo*. Macapá - AP: Embrapa Amapá, 1:469-494p.
- Tavares-Dias, M.; Araújo, C. S. O.; Gomes, A. L. S.; Andrade, S. M. S. 2010. Relação peso-comprimento e fator de condição relativo (Kn) do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) em cultivo semi-intensivo no estado do Amazonas, Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências*, 12(1): 59-65.
- Thatcher V. E. 2006. *Amazon Fish Parasites*. 2ed. Sofia-Moscow: Pensoft Publishers.
- Waichaman, A. V.; Pinheiro, M.; Marcon, J. L. 2001. Water quality monitoring during the transport of Amazonian ornamental fish, 279-299. In: Chao, N. L.; Petry, P.; Prang, G.; Sonneschien, L.; Tlustý, M (Eds). *Conservation and management of ornamental fish resources of the rio Negro Basin, Amazonia, Brazil-Project Piaba*. Edua, Manaus.
- Wajsbrot, N.; Gasith, A.; Krom, M.D.; Popper, D. M. (1991). Acute toxicity of ammonia to juvenile gilthead seabream *Sparus aurata* under reduced oxygen levels. *Aquaculture* 92: 277-288.
- Wajsbrot, N.; Gasith, A.; Diamant, A.; Popper, D. M. (1993). Chronic toxicity of ammonia to juvenile giltthead seabream *Sparus aurata* and related histopathological effects. *Journal of Fish Biology* 42: 321-328.
- Wilkie, M. P. 2002. Ammonia excretion and urea handling by fish gills: present understanding and future research challenges. *Journal of Experimental Zoology*, 293:284-301.
- Wood, C. M.; Matsuo, A. Y. O.; Gonzalez, R. J.; Wilson, R. W.; PATRICK, M.L.; Val, A. L. 2002. Mechanisms of ion transport in *Potamotrygon*, a stenohaline freshwater elasmobranch native to the ion-poor blackwaters of the Rio Negro. *The Journal of Experimental Biology*, 205:3039-3054.
- Zapata, A. G.; Chiba, A.; Varas, A.. 1996. Cells and tissues of the immune system of fish. In: G. Iwama & T. Nakanishi (eds.). *The fish immune system. Organism, pathogen, and environment*. Academic Press, San Diego, California, 1-62.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4ed. New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 663.
- Zhou, X.; Li, M.; Abbas, K.; Wang, W. 2009. Comparison of haematology and serum biochemistry of cultured and wild Dojo loach *Misgurnus anguillicaudatus*. *Fish Physiol Biochem*, 35:435-441.

CONCLUSÕES GERAIS

Este trabalho é o primeiro registro de interações entre a fauna parasitária e os indicadores de saúde em *Potamotrygon* cf. *histrrix* na natureza, gerando informações sobre as características fisiológicas e parasitológicas desta arraia em função da dinâmica hidrológica, que ajudam na compreensão das relações ecológicas que envolvem os potamotrigonídeos amazônicos em seu hábitat. Além disso, este também é pioneiro ao demonstrar de uma forma sistemática a higidez de *P. cf. histrrix* em etapas da cadeia extrativista que antecedem a exportação para o mercado internacional, reforçando que a quarentena é imprescindível quando realizada com água de boa qualidade e como os mínimos cuidados de manejo, para a recuperação do estresse causado pelo transporte e redução da intensidade parasitária, mesmo sem a adição de produtos quimioterápicos.

Este trabalho gera subsídios para a elaboração de estratégias de manejo e conservação que assegurem o uso sustentável desse recurso natural da bacia do médio Rio Negro.

