



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS DE BRAGANÇA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA AMBIENTAL  
CURSO DE MESTRADO EM RECURSOS BIOLÓGICOS DA ZONA COSTEIRA  
AMAZÔNICA

**HEMATOLOGIA COMO FERRAMENTA NO MONITORAMENTO DO “STATUS”  
DA CADEIA PRODUTIVA DE OITO ESPÉCIES DE ACARIS ORNAMENTAIS  
(LORICARIIDAE) DO MÉDIO RIO GUAMÁ, ESTADO DO PARÁ**

MIKAELLE DE SOUZA NEVES

Bióloga

BRAGANÇA-PA

2011

**HEMATOLOGIA COMO FERRAMENTA NO MONITORAMENTO DO “STATUS”  
DA CADEIA PRODUTIVA DE OITO ESPÉCIES DE ACARIS ORNAMENTAIS  
(LORICARIIDAE) DO MÉDIO RIO GUAMÁ, ESTADO DO PARÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Ambiental – PPBA (Recursos Biológicos da Zona Costeira Amazônica) da Universidade Federal do Pará, *Campus* de Bragança, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Biologia Ambiental.

Mikaelle de Souza Neves  
Pós-graduanda - Bióloga

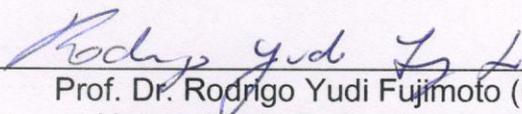
Dr. Rodrigo Yudi Fujimoto  
Prof. orientador

Mikaelle de Souza Neves

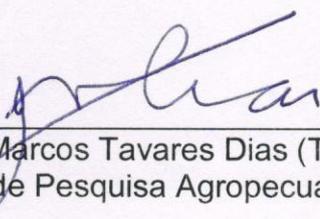
Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Biologia Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Biologia Ambiental: Ecologia de Ecossistemas Costeiros e Estuarinos, da Universidade Federal do Pará.

Data de aprovação - Bragança/PA: 28/02/2011

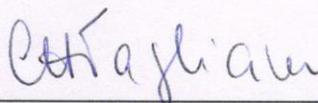
Banca Examinadora



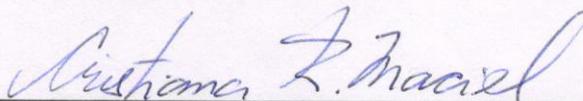
Prof. Dr. Rodrigo Yudi Fujimoto (Orientador)  
Universidade Federal do Pará (UFPA)



Prof. Dr. Marcos Tavares Dias (Titular)  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)



Prof. Dr. Claudia Helena Tagliaro (Titular)  
Universidade Federal do Pará (UFPA)



Prof. Dr. Cristiana Ramalho de Maciel (Titular)  
Universidade Federal do Pará (UFPA)

DEDICO

Aos meus pais, Valter e Mira, pelo amor, confiança e incentivo com que sempre zelaram pela minha formação profissional e bem-estar.

AMO MUITO VOCÊS!!!

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Fujimoto pela orientação segura e competente, pela amizade e confiança. Ao senhor devo não apenas as oportunidades de crescimento profissional, mas sim a formação moral que a vida exige.

Aos membros da banca examinadora, pelas valiosas contribuições.

A CAPES pela concessão da bolsa de mestrado, ao CNPq pelo financiamento do projeto e ao IECOS/UFPa por essa oportunidade de crescimento profissional.

Aos amigos estagiários do Laboratório de Ictioparasitologia e Piscicultura da UFPA, *Campus Bragança*: Rudã Fernandes, Henrique Malta, Josiane Lopes, Adjalbas Marinho, Fabrício Menezes, Marcela Gabbay pela ajuda e companhia. Em especial, a Valéria Couto e ao Natalino Sousa não só pelo auxílio e companhia, mas pela amizade e por fazerem das madrugadas e fins de semana de plantão no laboratório, momentos mais alegres e fraternais. Tenham a certeza de que vocês são muito especiais !!!

Rudã Fernandes brigadão por seu apoio não só na parte prática deste trabalho, mas por todo auxílio, paciência e força dedicada. Muito obrigada mesmo !!!

Aos amigos da turma do PPBA 2009, em especial a Del (Adelson Souza), Sibito (Welingon), Naty (Natalia Freitas), Su (Suelem) e Rosi pelos momentos de descontração, amizade e forças nas noites de viradas que fazíamos quando as disciplinas nos consumiam...só sei que conseguimos passar pelas provas do NO LIMITE made in Prof Marquinhos.

Aos meus pais, Valter e Mira, pessoas tão especiais, pelo amor que me dedicam !!!

Aqui está a realização de um sonho nosso !!! AMO muito vocês !!!

À minha filhota Eloa Judith, por seu carinho, alegria e amor e por me fazer perceber cada dia mais que posso ser uma pessoa melhor....filhota te amo muito!!!.

Ao meu namorado Fabiano Peixoto Duarte (*In Memoriam*) pelo incentivo, companheirismo e por ter feito de mim a pessoa mais feliz do mundo. Vivo de nossas lembranças, pois és mais que minha própria vida. Te amo eternamente !!!

À todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

**Muito obrigada!**

## ÍNDICE

<b>Dedicação.....</b>	<b>iv</b>
<b>Agradecimentos.....</b>	<b>v</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>2</b>
<b>1- INTRODUÇÃO.....</b>	<b>3</b>
1.1- A PESCA ORNAMENTAL E OS LORICARIDAE.....	3
1.2- ASPECTOS SANITÁRIOS.....	6
1.3- HEMATOLOGIA.....	7
1.4- TRIPANOSSOMA.....	9
<b>2- OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
2.1 - GERAL.....	12
2.2 - ESPECÍFICOS.....	12
<b>3- REFERENCIAS.....</b>	<b>13</b>
<b>4- RESULTADOS (cinco artigos).....</b>	<b>18</b>
4.1 - CAPÍTULO I.....	19
Hematologia de <i>Ancistrus</i> sp., <i>Rineloricaria lanceolata</i> e <i>Hypostomus</i> sp. (Teleostei, Loricariidae) peixes ornamentais da Bacia do Médio Rio Guamá, Estado do Pará, Brasil.....	20
Resumo.....	20
Abstract.....	20
Introdução.....	21
Material e Métodos.....	22
Resultados e discussão.....	24
Conclusão.....	28
Agradecimentos.....	28
Referências.....	28
4.2 - CAPÍTULO II.....	31
Características hematológicas de <i>Peckoltia oligospila</i> , <i>Cochilodon</i> sp., <i>Lasiancistrus saetiger</i> e <i>Pseudocanthicus spinosus</i> (Teleostei, Loricariidae).....	32
Resumo.....	32
Abstract.....	32
Introdução.....	33
Material e Métodos.....	34
Resultados e discussão.....	36

Conclusão.....	39
Agradecimentos.....	39
Referências.....	39
4.3 - CAPÍTULO III.....	42
Resposta hematológica do acari-bola <i>Peckoltia oligospila</i> Gunther, 1864 (Loricariidae) submetido a estresse de transporte.....	43
Abstract.....	43
Resumo.....	43
Introdução.....	44
Material e Métodos.....	45
Peixes, coleta basal e procedimentos de análises.....	45
Desenho experimental para o transporte.....	46
Análises estatísticas.....	47
Resultados.....	47
Discussão.....	49
Conclusão.....	52
Agradecimentos.....	52
Referências.....	53
4.4 - CAPÍTULO IV.....	57
Resposta hematológica dos acaris pleco <i>Cochilodon</i> sp. e picoto <i>Hypostomus</i> sp. (Loricariidae) submetidos a estresse de transporte.....	58
Abstract.....	58
Resumo.....	58
Introdução.....	59
Material e Métodos.....	60
Captura dos peixes, coleta sanguínea basal e procedimentos de análises....	60
Análises estatísticas.....	61
Resultados.....	62
Discussão.....	63
Conclusão.....	65
Agradecimentos.....	65
Referências.....	65
Legendas e Figuras.....	69
Quadrado 1.....	72
Quadrado 2.....	72

4.5 - CAPÍTULO V.....	73
Aspectos hematológicos de oito espécies de acaris (Loricariidae) naturalmente infectados por <i>Trypanosoma</i> spp.....	74
Resumo.....	74
Abstract.....	75
Introdução.....	75
Material e Métodos.....	76
Resultados.....	78
Discussão.....	79
Conclusão.....	82
Agradecimentos.....	82
Referências.....	83
Tabela 1.....	86
<b>5- CONCLUSÃO.....</b>	<b>89</b>
<b>6- CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>91</b>
<b>7- ANEXOS.....</b>	<b>92</b>
7.1- ANEXO 1: Normais de submissão da Revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.....	93
7.2- ANEXO 2: Normais de submissão da Revista Acta Scientiarum Animal Sciences.....	95
7.3- ANEXO 3: Normais de submissão da Revista Pesquisa Veterinária Brasileira.....	98
7.4- ANEXO 4: Normais de submissão da Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária.....	99

## RESUMO

O presente trabalho monitorou a saúde de oito espécies de acaris ornamentais capturados e comercializados no Médio Rio Guamá - Pará, através do estabelecimento do quadro hematológico basal, avaliação de estresse de transporte e de infecção por *Trypanosoma* spp. São elas: ancistrus (*Ancistrus* sp. - L338), loricaia (*Rineloricaia lanceolata* - L10), picoto (*Hypostomus* sp. - L28), bola (*Peckoltia oligospila* - L06), pleco (*Cochilodon* sp. - L145), canoa (*Lasiancistrus saetiger* - L323), assacu (*Pseudacanthicus spinosus* - L160) e pinima (*Leporacanthicus galaxias* - L07). As coletas sanguíneas para a determinação do quadro hematológico basal (Capítulos I e II) foram realizadas ainda no local da captura dos peixes, sob o mínimo de estresse possível. Separarou-se as amostras sanguíneas não infectadas para possibilitar comparações com as do após-estresse de transporte (Capítulos III e IV) e também com as infectados por *Trypanosoma* spp. (Capítulo V). O estresse de transporte estabelecido durou 3h, com densidade de 1,5 peixe/L, simulando o processo de comercialização dos peixes na região e foi avaliado após 0, 6, 24, 48, 72 e 96h. Nos Capítulos I e II, observou-se que o hemograma basal apresentou diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os sete espécies de acaris, apesar de estas pertencerem a mesma família e compartilharem nichos ecológicos semelhantes. O estresse de transporte por 3h (Capítulos III e IV) não comprometeu a saúde dos acaris, pois a maioria dos parâmetros hematológicos retornou aos níveis basais em 24h em bola, em 48h em pleco e em 72h em picoto, sendo estes, respectivamente, os períodos mínimos indicados para a aclimação destes peixes antes de uma nova comercialização. Todas as oito espécies de acaris estudadas estavam infectadas por *Trypanosoma* spp. (Capítulo V). Encontrou-se anemia normocítica-hipocrômica em ancistrus e canoa, e anemia macrocítica-hipocrômica em loricaia. Pinimas infectados apresentaram quadro de estresse com linfocitopenia, neutrofilia e monocitose. Assim, os resultados deste ensaio proporcionaram a avaliação da higidez destas espécies de acaris ornamentais através de exames hematológicos, podendo assim subsidiar o desenvolvimento ou a adequação do manejo menos estressante para estes peixes, de forma a auxiliar a sustentabilidade da cadeia extrativista das espécies ornamentais.

**Palavras chave:** acaris, peixe ornamental, hematologia, estresse, transporte, *Trypanosoma* spp.

## ABSTRACT

The present study monitored the health of eight species of ornamental plecos (acaris) captured and marketed in the Guamá River Middle - Pará, through the establishment of the hematological baseline value, evaluation of transport stress and infestation by *Trypanosoma* spp. The ornamental plecos were: ancistrus (*Ancistrus* sp. - L338), loricaia (*Rineloricaia lanceolata* - L10), picoto (*Hypostomus* sp. - L28), bola (*Peckoltia oligospila* - L06) pleco (*Cochilodon* sp. - L145), canoa (*Lasiancistrus saetiger* - L323), assacu (*Pseudacanthicus spinosus* - L160) and pinima (*Leporacanthicus galaxias* - L07). The blood collections for determination of hematological baseline (Chapters I and II) were realized at the site of capture fish, under the least stress as possible. Blood samples uninfected were separated to enable comparisons with the others after the transport stress (Chapters III and IV) and also with fish infected by *Trypanosoma* spp. (Chapter V). The transport stress lasted 3h, in density 1,5 fish/L, simulating the marketing process the fish in the region and was evaluated at 0, 6, 24, 48, 72 and 96h after stress. In Chapter I and II, the hematological baseline showed significant difference ( $p > 0.05$ ) among the seven species of plecos although they belong to the same family and share similar ecological niches. The transport stress for 3h (Chapters III and IV) not compromise the health of plecos, since most of the hematological parameters returned to baseline within 24h for the bola, 48h for the pleco and 72h for the picoto, being respectively, the minimum time indicated by the results of these fish to be maintained before a new trade. The all eight plecos species studied were infected by *Trypanosoma* spp. (Chapter V). Normocytic-hypochromic anemia was observed in ancistrus and canoa, and hypochromic-macrocytic anemia in loricaia. In infected pinima showed under stress with lymphocytopenia, neutrophilia and monocytosis. Therefore, the results of this test provided an assessment of the healthiness of these species of ornamental plecos through the haematological examinations, thereby subsidize the development or adequacy of management less stressful for these plecos in order to assist the sustainability of ornamental plecos extractive chain.

Key words: acaris, ornamental fish, hematology, stress, transport, *Trypanosoma* spp.

## 1- INTRODUÇÃO

### 1.1- A PESCA ORNAMENTAL E OS LORICARIDAE

O comércio de peixes ornamentais de água doce na região Norte representou uma receita equivalente a US\$ 3,9 milhões, em 2007, com a venda de 6,7 milhões de indivíduos. Sendo que os dois estados que tiveram maior representação na geração desta receita foram o Amazonas e o Pará, os quais foram responsáveis respectivamente por aproximadamente 62,8% e 37,2% (Torres et al., 2008).

A exportação de peixes ornamentais aumentou em média 3,9% nos últimos 10 anos, sendo que apenas entre os anos de 2002 e 2006 este crescimento foi de 11,6% ao ano (Lima, 2001; Ribeiro, 2008). Na Amazônia aproximadamente 20 milhões de espécimes de peixes ornamentais são capturados vivos e exportados, principalmente para os Estados Unidos e Europa (Chao, 2001). Segundo Gomes (2003) e Silva (2005) o comércio de peixes ornamentais cresce “vertiginosamente” no país e embora a atividade de captura e comercialização sejam regulamentadas pela Portaria Normativa Ibama nº 10.683, de 28 de maio de 2003, não há uma fiscalização rigorosa por parte dos órgãos governamentais, permitindo que a captura e o comércio ilegal destes peixes estejam ocorrendo nos estados como o Pará e o Amapá de maneira desordenada e prejudicial as populações naturais.

Segundo Silva (2005), no ano de 2005, o estado do Pará foi o segundo estado produtor de peixes ornamentais, sendo as regiões próximas ao rio Xingu, em particular o município de Altamira, e o rio Tapajós, município de Itaituba, as principais áreas de captura do estado. Dentre as cinco espécies mais comercializadas pelos estado estavam os loricarídeos: *Baryancistrus* sp., *Peckoltia* sp., *Scobinancistrus* sp., *Pseudocanthicus leopardos* e *Hypostomus* sp., peixes estes responsáveis por 56% das receitas geradas (Torres et al., 2008).

Porém, o nordeste paraense é também um pólo de captura, principalmente na época da estiagem. Na Bacia do Médio Rio Guamá-PA foram catalogadas 213 espécies de peixes ornamentais, das quais 49 são comercializadas, entre estas estão: ancistrus (*Ancistrus* sp.), loricaia (*Rineloricaria lanceolata*), picoto (*Hypancistrus* sp.), bola (*Peckoltia oligospila*), pleco (*Cochilodon* sp.), canoa (*Lasiancistrus saetiger*), pinima (*Leporacanthicus galaxias*) e assacu (*Pseudacanthicus spinosus*) (Silva, 2005; Torres et al., 2008).

O mercado de peixes ornamentais apresenta uma demanda crescente em esfera internacional e as espécies amazônicas possuem uma exotividade que atrai os aquaristas (Chao, 1993; Prang, 2007). Os acaris ou cascudos são peixes ornamentais que pertencem a família loricariidae e que apresentam a maior diversidade dentre os siluriformes, sendo composta de aproximadamente 600 espécies distribuídas em cinco subfamílias: Ancistrinae, Hypostominae, Hypoptopomatinae, Loricariinae and Neoplecostominae. Os hábitos dos peixes dessa família são distintos e os mesmos se alimentam de algas e de microorganismo aderidos ao substrato duro e lama, mas permanecendo, na maioria das vezes, em corredeiras (Abreu e Yuki, 2002).

Em virtude da importância econômica dos loricarídeos que são comercializados como peixes ornamentais, nota-se que são necessários estudos referentes a sua biologia, para a melhor compreensão de sua fisiologia, tais como o estabelecimento do quadro hematológico basal, assim como as alterações frente ao manejo de transporte e infecções parasitárias por *Trypanosoma* spp. Estes estudos forneceram informações que contribuam para aprimorar o manejo das técnicas aplicadas na cadeia produtiva, propiciando melhor bem-estar animal e qualidade do produto a ser comercializado. Entre as espécies de loricarídeos ornamentais capturados na Bacia do Médio Rio Guamá – Nordeste Paraense escolheu-se as oito espécies de acaris mais comercializados, os quais estão representados na Figura 1, para a realização do estudo de monitoramento sanitário da cadeia produtiva utilizando-se a hematologia como ferramenta de diagnóstico.

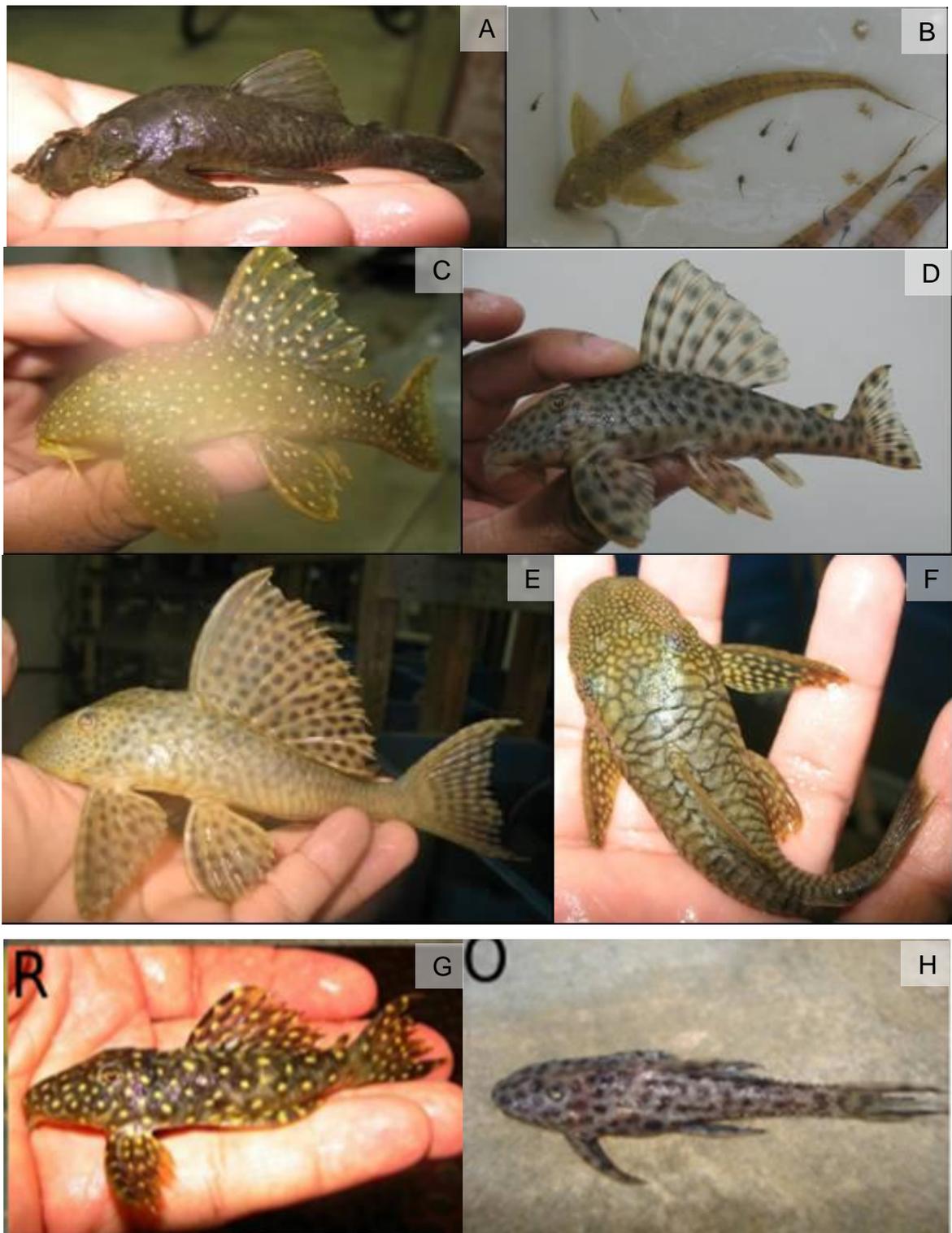


Figura 1: Fotos dos acaris estudados capturados na Bacia do Médio Rio Guamá: A) ancistrus (*Ancistrus* sp.); B) loricaia (*Rineloricaria lanceolata*); C) picoto (*Hypancistrus* sp.); D) bola (*Peckoltia oligospila*); E) pleco (*Cochilodon* sp.); F) canoa (*Lasiancistrus saetiger*); G) pinima (*Leporacanthicus galaxias*) e H) assacu (*Pseudacanthicus spinosus*).

Fonte: Laboratório de Ictioparasitologia e Piscicultura, UFPA, Campus de Bragança.

## 1.2- ASPECTOS SANITÁRIOS

O comércio de peixes ornamentais, especialmente o das espécies amazônicas, encontra-se em franca expansão no âmbito internacional. Isso se deve especialmente pela marcante exotividade de tais espécies (Chao, 1993; Prang, 2007) e também a nova tendência por parte dos consumidores que é a de conscientização em relação a sustentabilidade e impactos ambientais, causados em consequência direta ou indireta da produção do que está sendo consumido. Tais preocupações dão suporte aos ditos processos de eco certificação de pescarias, cuja função é atender a este novo olhar do consumidor e assim apresentar aos clientes uma imagem de compromisso com o meio ambiente (Godelman, 2009).

Segundo a FAO (1999) os maiores desafios encontrados na indústria de peixes ornamentais mundial são: reduzir a mortalidade dos peixes coletados, contribuir com renda justa aos pescadores, avaliar os estoques pesqueiros e reduzir a vulnerabilidade das espécies submetidas à pressão da pesca. Logo, esse processo de conscientização dos consumidores pode ser visto como uma oportunidade de negócio para esse segmento, uma vez que a maioria dos gargalos existentes na cadeia produtiva de peixes ornamentais podem ser solucionados através de parcerias público-privadas e da concentração dos esforços de todos os elos da cadeia para reorganização da mesma.

Sendo assim, esses esforços devem ser centrados em fazer uso sustentável deste recurso natural (peixes ornamentais) apoiando-se sobre pilares, como respeito aos limites toleráveis de exploração das espécies, a viabilidade econômica do empreendimento e a atenção às necessidades sociais do grupo de manejadores (Queiroz e Hercos, 2009).

Gomes (2003) e Tlusty et al. (2005) relataram a necessidade de readequação e otimização das condições de captura e transporte, manutenção e manejo pós-captura desses peixes ornamentais que são causas de altas mortalidades e trazem grandes prejuízos para a cadeia produtiva reduzindo a produtividade e aumentam os custos da exploração.

Segundo Wendelaar Bonga (1997), dependendo da severidade e duração, uma ameaça contínua ou crônica, os danos ao sistema de defesa, crescimento e reprodução, são levados ao limite, gerando condição patológica ou até a morte do animal. Pickering e Pottinger (1989) assumem que o período para voltar à condição normal do peixe após estresse é de dias ou até semanas. Quando os peixes são

submetidos a altas densidades de estocagem esta pode propiciar redução da qualidade da água, promoção de comportamento anormal dos peixes, como o aumento da agressividade, favorecendo o aparecimento de ferimentos, doenças e deformidades, e ainda, nestas condições aumentam as infestações parasitárias, gerando altas taxas de mortalidade

Observa-se na região do nordeste paraense que os peixes são capturados nos igarapés, transportados até um porto, geralmente uma comunidade e são mantidos em piscinas plásticas. Ao desembarcarem os peixes são distribuídos nessas piscinas, não havendo qualquer manejo de aclimação e cuidado com qualidade de água, permanecendo nestas condições até 15 dias, quando então são comercializados com os atravessadores (Silva, 2005).

Segundo Lima (2003) a cadeia produtiva de peixes ornamentais brasileiros, principalmente os amazônicos, sofreu imposição de barreiras sanitárias por parte da união européia, e por isso o Brasil deixou de exportar US\$200.000 por mês, de peixes ornamentais da Amazônia. Isso se deve ao fato de que a França exige testes de imunidades e certificados ictiosanitários. Esta situação se torna um ponto fraco na cadeia de produção destes peixes, uma vez que a União Europeia é responsável por 70% da aquisição destes peixes na região Amazônica.

Assim, estudos sobre a saúde destes peixes comercializados, como a hematologia e suas relações com o estresse e parasitismo, são imprescindíveis para a sustentabilidade da cadeia produtiva.

### 1.3- HEMATOLOGIA

A hematologia constitui uma importante ferramenta para identificação do estado de saúde dos diversos organismos, tanto em condições fisiológicas basais quanto em condições patológicas, pois o sangue reflete de forma rápida e eficiente as alterações que ocorrem nos mesmos (Ranzani-Paiva e Silva-Souza, 2004; Azevedo et al., 2006). Assim, as análises dos parâmetros hematológicos vêm sendo cada vez mais utilizada para estabelecer diagnósticos em peixes (Tavares-Dias et al., 2000, 2002; Tavares-Dias e Moraes, 2004).

O hemograma de peixes é constituído basicamente pelo eritrograma, leucograma, trombograma e índices hematimétricos absolutos (VCM – Volume Corpuscular Médio, HCM – Hemoglobina Corpuscular Média e CHCM –

Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média), além de indicadores fisiológicos como a glicose plasmática, porcentagem de hematócrito e de proteínas plasmáticas totais (Ranzani-Paiva e Silva-Souza, 2004). Estabelecer os valores de hemograma em condições basais para as espécies, ou seja, o quadro hematológico padrão, é importante, por permitir comparações quando em situações mórbidas e a identificação dos processos infecciosos, anemiantes ou mesmo respostas do organismo a estímulos externos (Tavares-Dias, 2003; Tavares-Dias et al., 2002).

A hematologia tem sido frequentemente utilizada para a detecção de alterações fisiopatológicas em diferentes condições de estresse (Ranzani-Paiva et al., 2005), principalmente durante o comércio desses peixes ornamentais, pois o manejo e transporte dos animais do local de captura para o cativeiro ou entre diferentes criações, são fatores estressantes. Tais procedimentos são inevitáveis e comprometem a sanidade do peixe por interferir negativamente no funcionamento normal de seu organismo, influenciando diretamente na qualidade destes ao serem comercializados (Ranzani-Paiva e Silva-Souza, 2004).

O estresse é um estado em que o organismo encontra-se com a homeostase comprometida em decorrência da exposição a estímulos adversos e ameaçadores, sendo que o grau desse estresse pode variar de acordo com a severidade e duração do estímulo, bem como as características genéticas e domesticação da espécie em questão (Moraes e Martins, 2004; Urbinati e Carneiro, 2004; Takahashi et al., 2006; Val et al., 2006). Esses agentes estressores causam alterações homeostáticas, o que resulta em uma cadeia de respostas fisiológicas e comportamentais, para a adaptação ao agente estressante (Val et al., 2004; 2006).

Segundo Selye (1950), o estresse é constituído por três fases: a de alarme, caracterizada como o primeiro contato com o estímulo estressante; a de resistência, marcada pela tentativa de adaptação ao estresse, através de modificações com o objetivo de atingir um novo patamar de equilíbrio e a fase de exaustão, no qual o organismo perde a capacidade de adaptação com quebra da homeostase e morre; tais fases constituem a Síndrome Geral de Adaptação (SGA). Porém, os estímulos estressantes podem ser severos e de longa duração a ponto de ocorrer desfalque das reservas de corticosteróides e acelerar a passagem do organismo à terceira fase da SGA, a morte (Mazeaud et al., 1977).

Val et al. (2006) acrescentaram que o conjunto de respostas ao estresse perde seu papel adaptativo e se torna disfuncional se permanecerem ativas por um longo tempo e em consequência passa a afetar o crescimento, a competência reprodutiva,

a competição por alimentos e a afetar também de maneira significativa a organização das populações, da comunidade e do ecossistema. Diversos são os fatores estressantes para os peixes, como por exemplo: perseguição com rede, captura e exposição ao ar (Barton et al., 2003; Urbinati e Carneiro, 2004), elevada densidade de estocagem (Urbinati e Carneiro, 2004), má condição de transporte (Barton et al., 2003; Lim et al., 2003; Urbinati e Carneiro, 2004) e outros.

Segundo Oliveira e Cyrino (2000) o número de empresas especializadas no transporte de peixes vivos tem aumentado, devido ao crescimento da indústria aquícola, sendo que para esta atividade é interessante o uso de altas densidades durante o transporte, sem que haja comprometimento da saúde dos peixes, com intuito de reduzir os custos envolvidos. O transporte pode ser considerado como uma das etapas de maior importância na produção de peixes, pois quando mal planejada e mal executada, pode levar o produtor a grandes prejuízos (Oliveira e Cyrino, 2000; Inoue e Moraes, 2006), pois o estresse de transporte pode causar a predisposição a infecções ou até mesmo a morte dos peixes (Val et al., 2006; Inoue e Moraes, 2006), principalmente quando elevada densidade de estocagem é usada no transporte destes organismos (Gomes et al., 2003).

Assim, os estudos da composição sanguínea estão sendo amplamente utilizados como ferramenta para avaliar técnicas de manejo que minimizem o quanto possível o estresse e seus efeitos negativos nos peixes, reduzindo a taxa de mortalidade durante o processo de comercialização, proporcionando a comercialização de peixes com melhor higidez (Urbinati e Carneiro, 2004; Inoue e Moraes, 2006).

#### 1.4- TRIPANOSSOMA

O parasitismo em peixes é um assunto amplamente estudado por se tratar de uma importante ferramenta para averiguação da sanidade de peixes (Takemoto et al., 2004). Segundo Luque (2004) e Takemoto et al. (2004) estes estudos possibilitam quantificar e identificar a fauna parasitária, melhor compreender a biologia e comportamento dos parasitas, e principalmente, avaliar os danos causados aos hospedeiros, de forma a evitar perdas econômicas significativas na cadeia produtiva, pois certos parasitas podem causar altas mortandades de peixes.

Os organismos parasitas compõem um grupo muito diversificado e tem poder

patogênico diretamente relacionado com o seu ciclo de vida, com a prevalência e a intensidade da parasitose. Porém, a mortalidade dos hospedeiros depende de um conjunto de vários fatores interrelacionados, como: espécie parasita, órgão parasitado, intensidade da parasitose e relação parasita-hospedeiro (Eiras, 2004), sendo que não é de interesse do parasita causar a morte do seu hospedeiro.

Dentre os diversos tipos de parasitas, existem os que compõem o grupo dos protozoários sanguinícolas como os tripanosomas mastigóforas, parasitas flagelados que apresentam ampla distribuição geográfica e infectam uma grande variedade de hospedeiros. Estes parasitas apresentam como uma das características a presença de flagelo e cinetoplasto e pertencem a ordem Kinetoplastida e a família Tripanosomatidae. Segundo Knoff e Serra-Freire (1993) estes parasitas possuem o sanguessuga como hospedeiro intermediário, desenvolvendo-se no seu intestino anterior.

Observou-se na literatura que existe uma lacuna entre os trabalhos antigos e os mais recentes, sendo que entre estes são escassas as informações sobre a biologia e o ciclo de vida, assim como a influencia dos tripanosomas na saúde de peixes. A maioria dos trabalhos somente descreve morfologicamente a espécie de parasita (Fróes et al., 1978; Grogl et al., 1980; Paulin et al., 1980; Woo, 1981; Nuti-Sobrinho et al., 1987; Ribeiro et al., 1987; Mork, 1988; Zajícek, 1991).

Dos poucos registros sobre as conseqüências desta parasitemia na fisiologia de peixes encontram-se os relatos de Untergasser (1989), o qual afirmou que estes parasitas podem não causar quaisquer problemas aos peixes. Porém, Noga (1996) relatou algumas reações no organismo hospedeiro frente a esta infecção tais como: anemias, danos nos tecidos hematopoiéticos e até morte.

A classificação das espécies deste grupo de parasitas sanguícolas é controversa, pois baseia-se em dados de morfometria, hospedeiros e/ou distribuição geográfica (Woo e Black, 1984 *apud* Stevens e Gilbson, 1999), o que implica em uma incerteza sobre a quantidade de espécies existentes destes parasitas (Thatcher, 2006). Porém, mais recentemente os pesquisadores, com o objetivo de revisar os nomes e a quantidade das espécies descritas e também de estabelecer relações filogenéticas entre elas, afim de solucionar esta problemática, estão desenvolvendo trabalhos que utilizam outras técnicas para a descrição e classificação deste grupo de parasitas, como por exemplo, caracterização bioquímica, desenvolvimento de meios de cultura e análises genéticas (Overath et al. 1998; Stevens e Gibson 1999).

Segundo Thatcher (2006), no Brasil existem 22 espécies descritas de *Trypanosoma* parasitas de peixes de água doce, sendo que a maioria parasita os siluriformes (72%), destes 36% parasitam acaris. E entre estes loricarídeos, os gêneros nos quais já foram relatadas infecções foram: *Hypostomus* (*Plecostomus*), *Loricaria*, *Microlepidogaster*, *Ancistrus*, *Loricariichthys* e *Rhinelepis* (Ribeiro et al., 1987). Estes acaris são comercializados e por vezes são exportados, possibilitando a infecção de outras espécies. Os tripanossomas são um grupo de parasitas que não apresentam ação espécie-específica, pois a mesma espécie pode parasitar diversas espécies de peixes (Islam e Woo, 1991). Assim, nota-se a necessidade de se avaliar as alterações decorrentes da parasitemia por tripanossoma em loricarídeos, através da intensidade média, prevalência e abundância, além de descrever as alterações hematológicas que ocorrem nas espécies de acaris do Rio Guamá.

## 2- OBJETIVOS

### 2.1 - GERAL

Monitorar a saúde de oito espécies de acarís ornamentais do Médio Rio Guamá (Nordeste Paraense) através do estabelecimento do quadro hematológico, avaliação de estresse de transporte e de infestação por *Trypanosoma* spp.

### 2.2- ESPECÍFICOS

- Estudar o quadro hematológico basal (eritrograma, leucograma, trombograma, e níveis de glicose e proteínas plasmáticas totais) para as espécies de acarís ornamentais (eritrograma, leucograma, trombograma, glicose plasmática e proteínas plasmáticas totais).
- Avaliar as respostas hematológicas 0, 6, 24, 48, 72 e 96 horas após o estresse de transporte de três espécies de acarís ornamentais.
- Avaliar as alterações nos parâmetros hematológicos das espécies de acarís ornamentais, naturalmente infectados com *Trypanosoma* spp.
- Avaliar a infestação parasitária por *Trypanosoma* spp. nas oito espécies de acarís ornamentais através dos índices de prevalência, intensidade média e abundância.

### 3- REFERÊNCIAS

- Abreu, M.L.S.; Yuki, R.N.Y. Levantamento preliminar da família Loricariida, para o Médio e Baixo Tapajós, Pará, Brasil (Teleostei, Siluriforme). In: XI Encontro Anual de Iniciação Científica de 1 a 4 outubro de 2002, Maribgá – PR. 2002.
- Azevedo, T.M.P.; Martins, M.L.; Yamashita, M.M.; Francisco, C.J. Hematologia de *Oreochromis niloticus*: comparação entre peixes mantidos em piscicultura consorciada com suínos e em pesque-pague no Vale do Rio Tijucas, Santa Catarina, Brasil. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo. 32(1): 41-49, 2006.
- Barton, B.A.; Haukenes, A.H.; Parsons, B.G.; Reed, J.R. Plasma cortisol and chloride stress responses in juvenile Walleyes during capture, transporte and stoching procedures. North American Journal Aquaculture. 65: 210-219, 2003.
- Chao, N.L. Conservation of Rio Negro ornamental fishes. Tropical Fish Hobbyist, Neptune City – USA, 41(5): 99-114, 1993.
- Chao, N.L. The fishery diversity and conservation of ornamental fishes in the Rio Negro Basin, Brasil: A review of Project Piaba (1989 - 1999). In: Chao, N. L.; Petry, P.; Prang, G.; Sonnenschein L.; Tlusty M.T. eds: Conservation and management of ornamental fish resources of the Rio Negro Basin, *Amazonia Brasil - Projeto Piaba*. Editora da Universidade do Amazonas, Manaus. p.161-204, 2001.
- Eiras, J.C. Aspectos gerais da patologia das Parasitases de peixes Marinhos. Em Ranzani-Paiva, M.J.I.; Takemoto, R.M. Lizama, M.A.P. *Sanidade de Organismos Aquáticos*. Editora Varela, São Paulo, Brasil, p.143-156, 2004.
- FAO, 1999. <http://www.fao.org/NEWS/1999/990901-e.htm>. , acesso em junho de 2006.
- Fróes, O.M.; Fortes, E.; Lima, D.F.; Leite, V.R.V. Três espécies novas de tripanossomas de peixes de água doce do Brasil (Protozoa, Kinetoplastida). Ver. Bras. Biol., 38(2): 461-468, 1978.
- Godelman, E. Los Procesos De Eco-Certificación De Pesquerías: Una Vía Operativa Para La Aplicación Del Enfoque Eco-Sistémico En La Investigación Y En La Gestión. 1centro De Desarrollo Y Pesca Sustentable. Dirección: José. Rondeau 361. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. 2009.

- Gomes, D. Captura ilegal de peixes ornamentais pode ameaçar espécies. Folha do Amapá, [http://folhadoamapa.com.br/diario\\_more.php?id=1182\\_0\\_4\\_0\\_C](http://folhadoamapa.com.br/diario_more.php?id=1182_0_4_0_C), 2003, acesso junho de 2006.
- Grogl, M.; Marinkelle, C.J.; Suarez, M.F.; Sanchez, N.; Guhl, F. *Trypanosoma magdalenae* SP. N. (Protozoa: Kinetoplastida) from a freshwater Teleost, *Petenia kruassii*, in Colombia. *J. Parasitol.*, 66(6): 1022-1025, 1980.
- Inoue, L.A.K.A.; Moraes, G. Stress responses of matrinxã (*Brycon cephalus*) submitted to transport in plastic bags. *J. Fish. Aquat. Sci.*, Washington, D.C., 1(1): 1-9, 2006.
- Islam, A.K.M.N.; Woo P.T.K. Anorexia in goldfish *Carassius auratus* infected with *Trypanosoma danilewskyi*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 11: 45-48, 1991.
- Knoff, M.; Serra-Freire, N. M. Prtotozoários parasites de *Mugil platanus* Günther, 1880 do litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil, In: *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 2: 25-28, 1993.
- Lim, L.C.; Dhert, P.; Sorgeloos, P. Recent developments and improvements in ornamental fish packaging system for air transport. *Aquaculture Research*, 34: 923-935, 2003.
- Lima, A.O.; Bernardino, G.; Proença, C.E.M. Agronegócio de peixes ornamentais no Brasil e no mundo. *Panorama da aqüicultura*, 11(65): 14-24, 2001.
- Lima, F.C.T. Subfamily Bryconinae (Characins, Tetras). In: Reis, R.E; Kulander, S. O; Ferraris Jr, C. J. (Orgs.) *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America*. EDPURCS, Porto Alegre: p.174-181, 2003.
- Luque, J.L. Biologia, epidemiologia e controle de parasitos de peixes. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 13, suplemento 1, 2004.
- Mazeaud, M.M.; Mazeaud, F.; Donaldson, E. M. Primary and secondary effects of stress in fish: Some new data with a general review. *Transactions of the American Fisheries Society*, 106(3): 201-212, 1977.
- Moraes, F.R.; Martins, M. L. Condições predisponentes e principais enfermidades de teleósteos em piscicultura intensiva. In: *Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva*. São Paulo. Editora. TecArt. p.343-386, 2004.
- Mork, J. Prevalence of the haemoflagellate *Trypanosoma* SP. in some common norwegian marine fihs species. *Bergen, Sarsia*, 73: 263-266, 1988.
- Noga, E.J. *Fish Disease. Diagnosis and Treatment*. St. Louis, Missouri: Mosby-Year Book, Inc., 1996, 367p.

- Nuti-Sobrinho, A.; Lopes, R.A.; Satake, T.; Ribeiro, R.D.; Garcia, T.A.R.; Garavelo, J.C. Tripanossomos de peixes brasileiros. I. *Trypanosoma satakei* N.SP. encontrado em bagres *Rhandia quelen* capturados na represa da usina São Martinho, Pradópolis, SP. *Ars Veterinaria*, 3(2): 263-286, 1987.
- Oliveira, A.M.B.M.S.; Cyrino, J.E.P. Estresse dos peixes em piscicultura intensiva. *Revista Científica de Pesca, Aqüicultura e Limnologia. Boletim do Instituto de Pesca*. 26(1): 1678-2305, 2000.
- Overath, P.; Ruoff, J.; Stierhof, Y.D.; Haag, J.; Tichy, H. Dyková, I.; Lom, J. Cultivation of bloodstream forms of *Trypanosoma carassii*, a common parasite of freshwater fish. *Parasitol. Research, Berrien Springs*, 84: 343-347, 1998.
- Paulin, J.J.; Lom, J.; Nohynkova, E. The fine structure of *Trypanosoma danilewskyi*: II. – structure and cytochemical properties of the cell surface. *Protistolog.*, 3: 375-383, 1980.
- Pickering, A.D.; Pottinger, T.G. Stress response and disease resistance in salmonid fish: effects of chronic elevation of plasma cortisol. *Fish Physiol. Biochem.* 7.: 253-258. 1989.
- Prang, G. An industry analysis of the freshwater ornamental shery with particular reference to the supply of Brazilian freshwater ornamentals to the UK market. *Revista UAKARI, Manaus*, 3(1): 7-51, 2007.
- Queiroz, H.L; Hercos, A.P. Plano de manejo das áreas de coleta de peixes ornamentais da Reserva Amanã (Pora). Plano de manejo das áreas de coleta de ornamentais de Amanã. 1-90p., 2009
- Ranzani-Paiva, M.J.T.; Felizardo, N.N.; Luque, J.L. Parasitological and hematological analysis of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757) from Guarapiranga reservoir, São Paulo State, Brazil. *Acta Sci. Biol. Sci. Maringá*, july-sept. 27(3): 231-237, 2005.
- Ranzani-Paiva, M.J.T.; Silva-Souza, A.T. Hematologia de Peixes Brasileiros. In: *Sanidade de Organismos Aquáticos*. Ranzani-Paiva, M.J.T.; Takemoto, R.M. & Lizama, M. de los A.P. Editora Varela. São Paulo. 86-120, 2004.
- Ribeiro, F.A.S. Panorama mundial do Mercado de peixes ornamentais. *Revista Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, 18(108): 32-37, 2008.
- Ribeiro, R.D.; Satake, T.; Garcia, T.A.R.; Lopes, R.A.; Nuti-Sobrinho, A.; Garavelo, J.C. Tripanossomos de peixes brasileiros. V. ocorrência de *Trypanosoma regani*

- “Tipo IV” Fonseca & Vaz 1928 em cascudo do Rio Pardo, Município de Ribeirão Preto, SP. *Ars Veterinaria*, 3(2): 257-261, 1987.
- Selye, H. Stress and general adaptation syndrome. *British Medical Journal*, 1(4667): 1383-1392, 1950.
- Silva, R.M.R. *A ictiofauna de igarapés na Bacia hidrográfica do rio Caeté, município de Bragança, Pará: Ocorrência e Composição*. Bragança-PA Universidade Federal do Pará (Trabalho de conclusão de curso) p.33, 2005.
- Stevens, J.R.; Gibson, W. The molecular evolution of Trypanosomes. *Parasitol. Today*, London, 15: 432-437, 1998, 1999.
- Takahashi, L.S.; Abreu, J.S.; Biller, J.D.; Urbinati, E.C. Efeito do ambiente pós-transporte na recuperação dos indicadores de estresse de pacus juvenis, *Piaractus mesopotamicus*. *Acta Science Animal. Maringá*, 28(4): 469-475, 2006.
- Takemoto, R.M.; Lizama, M. De Los A.P.; Guideli, G.M.; Pavanelli, G.C. Parasitos de peixes de águas continentais. In: Ranzani-Paiva, M.J.; Takemoto, R.M.; Lizama, M. De Los A. P. 2004. *Sanidade de Organismos Aquáticos*. Ed. Varela, São Paulo, SP. 180-198, 2004.
- Tavares-Dias, M. *Variáveis Hematológicas de Teleósteos Brasileiros de Importância Zootécnica*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista. Centro de Aqüicultura. Campus de Jaboticabal. São Paulo, 2003.
- Tavares-Dias, M.; Martins, M.L.; Moraes, F.R. Características hematológicas de teleósteos Brasileiros. V. variáveis de piauçu *Leporinus macrocephalus* Garavelos & Britski, 1988 (Anostomidae). *Naturalia*, São Paulo. 25: 39-52, 2000.
- Tavares-Dias, M.; Melo, J.F.B.; Moraes, G.; Moraes, F.R. Características Hematológicas de Teleósteos Brasileiros. IV. Variáveis de Jundiá *Rhamdia quelen* (Pimelodidae). *Revista Ciência Rural*. 32(4): 693-698, 2002.
- Tavares-Dias, M.; Moraes, F.R. *Hematologia de peixes teleósteos*. Ribeirão Preto, São Paulo, 2004. 144p.
- Thatcher, V.E. *Amazon fish parasites*. 2. ed. Sofia: Pensoft Publishers, 205-251, 2006.
- Tlusty, M.; Dowd, S.; Weber, S.; Cooper, R. Shipping Cardinal Tetras from the Amazon - understanding stressors to decrease shipping mortality. *Ornamental Fish International*, 48: 21-23, 2005.

- Torres, M.F.; Giarizzo, T.; Carvalho, J.R.Jr. Diagnóstico, Tendência, Análise e Políticas Públicas para o Desenvolvimento da Pesca Ornamental no Estado do Pará. Belém, SEPAq. 2008. 41p.
- Untergasser, D. Handbook of fish disease. Plaza, Neptune City: TFH publications Inc., 160p. 1989.
- Urbinati, E.C.; Carneiro, P.C.F. Prática de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. In: Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva, São Paulo. Editora TecArt. p.171-193, 2004.
- Val, A.L., Silva, M.N.P.; Val, V.M.F.A. Estresse em peixes – Ajustes Fisiológicos e Distúrbios Orgânicos. In: *Sanidade de Organismos Aquáticos*. Ranzani-Paiva, M.J.T.; Takemoto, R.M.; Lizama, M. de los A.P. Editora Varela.p. 75-88, 2004.
- Val, A.L.; Menezes, A.C.L.; Ferreira, M.S.; Silva, N.N.P.; Araújo, R.M.; Almeida-Val, V.M.F. Estresse em peixes: respostas integradas para a sobrevivência e a adaptação. In: *Sanidade de Organismos Aquáticos no Brasil*. Silva-Souza, A.T. Abrapoa. Maringá-PR. p. 211-228, 2006.
- Wendelaar Bonga, S.E. The stress response of fish, *Physiol. Rev.*, 77, 591-625p., 1997.
- Woo, P.T.K. Acquired immunity against *Trypanosoma danilewskyi* in goldfish, *Carassius auratus*. *Parasitology*, 83: 343-346, 1981.
- Zajíček, P. Enzyme polymorphism of freshwater fish trypanosomes and its use for strain identification. Printed in Great Britain, *Parasitology*, 102: 221-224, 1991.

**4- RESULTADOS**  
**(cinco artigos)**

#### 4.1- CAPÍTULO I

Hematologia de *Ancistrus* sp., *Rineloricaria lanceolata* e *Hypostomus* sp. (Teleostei, Loricariidae) peixes ornamentais da Bacia do Médio Rio Guamá, Estado do Pará, Brasil

Artigo formatado segundo normas da revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia em Anexo 1.

**Hematologia de *Ancistrus* sp., *Rineloricaria lanceolata* e *Hypostomus* sp. (Teleostei, Loricariidae) peixes ornamentais da Bacia do Médio Rio Guamá, Estado do Pará, Brasil**

**Haematology *Ancistrus* sp., *Rineloricaria lanceolata* and *Hypostomus* sp. (Teleostei, Loricariidae) ornamental fish of Guamá River Middle, Pará State, Brazil**

NEVES, M.S.<sup>1,4</sup>, COUTO, M.V.S.<sup>2,4</sup>, SOUSA, N.C.<sup>2,4</sup>, SANTOS, R.F.B.<sup>2,4</sup>, DIAS, H.M.<sup>2,4</sup>, LOPES, J.N.S.<sup>1,4</sup>, FUJIMOTO, R.Y.<sup>3,4</sup>

**Resumo** – O presente estudo descreveu o quadro hematológico basal de *Ancistrus* sp. (ancistrus - L338), *Rineloricaria lanceolata* (loricaia - L10) e *Hypostomus* sp. (picoto - L28), peixes ornamentais capturados na Bacia do Médio Rio Guamá - Pará. Realizou-se as coletas sanguíneas em campo, por punção caudal, sob o mínimo de estresse possível e determinou-se: o número total de eritrócitos, eritroblastos, trombócitos e leucócitos, hemoglobina, hematócrito, volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), glicose plasmática e proteínas plasmáticas totais (PPT). O ancistrus apresentou menor número de eritrócitos, com maior volume (VCM) e concentração de hemoglobina corpuscular (HCM), o inverso observou-se em loricaia e picoto. O loricaia apresentou maior valor de glicose plasmática. Não foi observada diferença significativa ( $p>0,05$ ) nas variáveis hemoglobina, CHCM, hematócrito e PPT. O número de neutrófilos apresentou-se com maior frequência em picoto e os linfócitos em loricaia. Para as três espécies de acaris observou-se baixa frequência de monócitos, não sendo observados basófilos, eosinófilos e leucócito granular PAS positivo. Neste ensaio descreveu-se variáveis hematológicas para os acaris ancistrus, loricaia e picoto capturados em ambiente natural, afim de subsidiar futuros estudos sobre a saúde destas espécies.

**Palavra-chave:** sangue, peixe ornamental, leucócito, Rio Guamá.

**ABSTRACT:** The study present described the haematological baseline values for *Ancistrus* sp. (ancistrus - L338), *Rineloricaria lanceolata* (loricaia - L10) and *Hypostomus* sp. (picoto - L28), ornamental acaris collected in the Guamá River Middle - Pará. The blood was collected in the field, by caudal puncture, under minimal stress as possible and the total numbers of red blood, erythroblasts, thrombocyte and leukocytes, hemoglobin, hematocrit, mean corpuscular

volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), plasma glucose and total plasma protein (TPP) was determined. The ancistrus had lowest red blood number, with higher volume (MCV) and mean corpuscular hemoglobin (MCH), and the inverse was observed for loricaia and picoto. The loricaia showed higher value of plasma glucose. In hemoglobin, MCHC, hematocrit and PPT were not observed significant difference ( $p>0,05$ ). The neutrophils number showed higher frequency in picoto and the lymphocytes number in loricaia. For the three species of acaris was found low frequency of monocytes, and did not was observed basophils, eosinophil and PAS-positive granular leucocyte. In this experiment was described the hematologic variables for acaris ancistrus, loricaia and picoto captured in natural environment, to subsidize at health studies future related to these species.

**Keyword:** blood, ornamental fish, leukocytes, Guamá River.

## Introdução

A pesca extrativista de peixes ornamentais amazônicos é uma atividade de grande importância comercial devido ao grande número de espécies, dentre elas, estão as espécies de acaris (Loricariidae), que despertam grande interesse em aquaristas de todo o mundo, tornando a maior parte de sua produção destinada ao mercado internacional, principalmente ao europeu e asiático (Ribeiro et al., 2008/09).

O acari-ancistrus ou preto velho (L338), como é conhecido popularmente, pertence ao gênero *Ancistrus* sp., são de pequeno e médio porte e com estruturas sobre a porção anterior da cabeça que se assemelham a tentáculos, tal característica facilmente o difere de todos os outros loricarídeos (Armbruster, 2010). O acari-loricaia branco (L10) pertence ao gênero *Rineloricaria*, o qual é constituído por 49 espécies, e que vivem em locais variados que vão desde riachos de montanha com águas rasas, claras, frias e de forte correnteza, até grandes rios ou lagoas em planícies da América do Sul. Sua distribuição vai do Panamá ao norte da Argentina (Ghazzi, 2008). O acari-picoto (L28), por sua vez, é classificado no gênero *Hypostomus* sp. que é citado como o maior gênero de loricarídeos atualmente com 138 espécies descritas. A maioria destas espécies vive em locais de baixas altitudes, geralmente são encontrados associados com troncos submersos, sendo que algumas espécies preferem fendas entre rochas, com velocidade da água de moderada a rápida (Armbruster, 2010).

Estes acaris têm grande importância econômica por serem comercializados como peixes ornamentais com alto valor comercial, pois segundo Torres et al. (2008) os loricarídeos estão entre os cinco principais peixes comercializados no Estado do Pará e são responsáveis por 56% das receitas geradas. Porém, pouco se sabe sobre a biologia e fisiologia destas espécies.

Sabe-se que as alterações ambientais associadas a fatores intrínsecos e extrínsecos dos peixes podem favorecer o desenvolvimento de processos mórbidos (Ranzani-Paiva e Silva-Souza, 2004), que por sua vez, podem comprometer a saúde e qualidade dos peixes comercializados, influenciando negativamente na cadeia de comercialização de peixes ornamentais. Diante disto, a hematologia apresenta-se como uma ferramenta útil para a identificação de possíveis alterações no quadro hematológico dos peixes, além de auxiliar no diagnóstico de estresse e diversas doenças ocasionadas por múltiplos fatores, ressaltando, desta forma a necessidade do estabelecimento das características do hemograma basal das diversas espécies de peixes de importância econômica (Ranzani-Paiva et al., 2000; Tavares-Dias e Moraes, 2004).

Assim, pelos fatores supramencionados e por não haver relatos na literatura para essas espécies, o presente estudo teve como objetivo determinar os valores basais do hemograma para os acaris ancistrus (*Ancistrus* sp.), loricaiá (*Rineloricaria lanceolata*) e picoto (*Hypostomus* sp.) da Bacia do Médio Rio Guamá, Estado do Pará.

## Material e métodos

Os acaris ancistrus - *Ancistrus* sp. (peso  $29,89 \pm 15,9$ g, comprimento padrão  $10,21 \pm 1,7$ cm e total  $11,52 \pm 2,3$ cm), loricaiá - *Rineloricaria lanceolata* (peso  $21,46 \pm 10,7$ g, comprimento padrão  $15,33 \pm 2,1$ cm e total  $18,01 \pm 2,8$ cm) e picoto - *Hypostomus* sp. (peso  $20,27 \pm 7,0$ g, comprimento padrão  $9,11 \pm 2,7$ cm e total  $10,84 \pm 1,2$ cm) foram capturados na Bacia do Médio Rio Guamá (S01°34'04.6" W47°01'50.3"), município de Capitão Poço, Nordeste Paraense, Brasil.

Os acaris foram capturados com auxílio dos pescadores locais, com a mão e em mergulhos por apnéia, em coletas realizadas nos meses de estiagem. Os acaris foram armazenados em tanques de tela imersos no próprio rio com troncos e galhos submersos para simular o ambiente natural e também para fornecer alimentação natural para os referidos peixes, por possuírem hábito alimentar planctófago. Os peixes permaneceram aí armazenados por aproximadamente sete dias, até que se retira-se a amostra sanguínea.

Em decorrência da dificuldade de identificação taxonômica por ser um grupo ainda com muitas modificações em suas chaves de classificação, optou-se por auxiliar a identificação dos loricarídeos através do código L (Planetcatfish, 2010). Código esse aceito e utilizado pelos exportadores de todo o mundo.

Nas coletas sanguíneas monitorou-se a qualidade da água: pH (com aparelho Quimis<sup>®</sup> Q-400BC/BD), temperatura e oxigênio dissolvido (com aparelho OXYGEN METER LT Lutron DO-5519) e amônia (com aparelho HANNA Range HI 93715).

As coletas sanguíneas foram realizadas ainda em campo, com os peixes recém retirados dos tanques e sob o mínimo de estresse possível; este procedimento levou em média 30 segundos. As amostras sanguíneas foram coletas por punção do vaso caudal utilizando agulhas e seringas umedecidas com EDTA (10%). Posteriormente a retirada das amostras sanguíneas os peixes foram pesados e medidos (comprimento padrão e total) e observado quanto à presença de lesões superficiais e ectoparasitas, e se presentes estes foram descartados.

Ainda em campo analisou-se todas as amostras sanguíneas quanto a: concentração de glicose plasmática ( $\text{mg dL}^{-1}$ ) utilizando o medidor automático Prestige IQ 50; hematócrito (%) foi determinado pelo método de microhematócrito (Goldenfarb et al., 1971); contagem de eritrócitos totais ( $\text{cél.} \times 10^6 \mu\text{L}^{-1}$ ) em câmara de Neubauer (Garcia-Navarro, 2005); proteína plasmática total ( $\text{g dL}^{-1}$ ) utilizou-se refratômetro (Quimis<sup>®</sup>). Precedeu-se em campo também a confecção das extensões sanguíneas.

O restante do sangue foi transportado em isopor contendo gelo até o Laboratório de Ictioparasitologia e Piscicultura da UFPA, *Campus* de Bragança, para a determinação da concentração de hemoglobina ( $\text{g dL}^{-1}$ ) com o auxílio do aparelho Celm 500 e Celm 550. Neste laboratório, as extensões sanguíneas foram coradas pancromicamente (Rosenfeld, 1947) para a contagem total de leucócitos, trombócitos e eritroblastos (Tavares-Dias e Moraes, 2004) e contagem diferencial de leucócitos (Ranzani-Paiva, 1995).

De posse destes dados de eritrócitos, hematócrito e hemoglobina foram calculados os índices hematimétricos (Vallada, 1999): volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM).

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando F foi significativo ( $p < 0,01$ ) realizou-se o teste de Tukey para comparação das médias ( $p < 0,05$ ). Realizou-se o também o teste de normalidade com base nos desvios para verificação e eliminação de *outliers*.

## Resultados e discussão

Foram capturados 49 ancistrus (*Ancistrus* sp.), 57 loricaria branca (*Rineloricaria lanceolata*) e 38 picoto (*Hypostomus* sp.) para a determinação do quadro hematológico basal, cujos dados obtidos estão listados na Tabela 1.

Durante as coletas dos acaris os dados de qualidade da água do Médio Rio Guamá apresentaram-se com temperatura de  $26,4 \pm 1,2$  °C, oxigênio dissolvido de  $6,5 \pm 0,8$  mg.L<sup>-1</sup>, condutividade  $22,1 \pm 0,2$  mS.cm<sup>-1</sup>, pH  $6,6 \pm 0,4$  e amônia  $0 \pm 0$  mg.L<sup>-1</sup>.

Tabela 1: Quadro hematológico basal dos acaris ornamentais ancistrus (*Ancistrus* sp.), loricaria (*Rineloricaria lanceolata*) e picoto (*Hypostomus* sp.). Médias  $\pm$  desvio padrão. Linhas com mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

	Ancistrus (n=49) ( <i>Ancistrus</i> sp.)	Loricaria (n=57) ( <i>R. lanceolata</i> )	Picoto (n=38) ( <i>Hypostomus</i> sp.)
Glicose (mg dL <sup>-1</sup> )	64,93 $\pm$ 32,8b	109,18 $\pm$ 41a	67,21 $\pm$ 12,5b
Hematócrito (%)	17,34 $\pm$ 7,5a	16,50 $\pm$ 7,6a	17,65 $\pm$ 7,5a
PPT (g dL <sup>-1</sup> )	9,13 $\pm$ 2,1a	9,23 $\pm$ 1,7a	8,47 $\pm$ 1,8a
Hemoglobina (g dL <sup>-1</sup> )	10,02 $\pm$ 4,3a	9,59 $\pm$ 4,7a	8,95 $\pm$ 4,2a
Eritrócitos (x10 <sup>6</sup> μL <sup>-1</sup> )	0,34 $\pm$ 0,3b	0,59 $\pm$ 0,3a	0,59 $\pm$ 0,3a
Eritroblastos (μL)	6935,50 $\pm$ 5199,2a	1386,80 $\pm$ 1078,6b	1562,85 $\pm$ 1592,2b
VCM (fL)	911,08 $\pm$ 744,6a	364,79 $\pm$ 232,9b	458,54 $\pm$ 462,4b
HCM (pg)	459,18 $\pm$ 295,8a	185,58 $\pm$ 123,4b	280,92 $\pm$ 487,3ab
CHCM (g dL <sup>-1</sup> )	69,37 $\pm$ 38,4a	61,20 $\pm$ 23,7a	55,76 $\pm$ 24a
Leucócitos (μL)	5080,43 $\pm$ 3634,7b	18995,41 $\pm$ 10698,2a	18536,41 $\pm$ 11319,3a
Linfócitos (μL)	2232,04 $\pm$ 1701,4b*	15506,91 $\pm$ 9234,2a	5354,97 $\pm$ 3388,7b
Neutrófilos (μL)	2881,84 $\pm$ 2192,8b*	2698,59 $\pm$ 1653,9b	12476,56 $\pm$ 7985,1a
Monócitos (μL)	208,27 $\pm$ 166,0b*	789,90 $\pm$ 705,5a	704,86 $\pm$ 679,1a
Trombócitos (μL)	764,75 $\pm$ 585,3b	3412,84 $\pm$ 2354a	2778,26 $\pm$ 2143,3a

PPT: proteínas plasmáticas totais; VCM: volume corpuscular médio; HCM: hemoglobina corpuscular média; CHCM: concentração de hemoglobina corpuscular média.

\*a soma destes valores não correspondem ao valor total de leucócitos em decorrência da retirada de *outliers*, segundo a análise estatística.

Melo et al. (2007) afirmaram que as adaptações fisiológicas e morfológicas em peixes são comuns e diferem-se devido as variações físico-químicas, estruturais, temporais e espaciais do ambiente na qual estão inseridos. Assim, o acari-loricaria apresentou o maior valor de glicose, com diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) em relação as demais espécies de acaris. A concentração de glicose sanguínea está diretamente relacionada com o

modo de vida e com a atividade metabólica dos peixes, sendo que peixes mais ativos apresentam maior nível de glicose (Ranzani-Paiva e Silva-Souza, 2004), desta forma entende-se que o acari-loricaia é a espécie, dentre as três estudadas, que apresenta hábitos mais ativo, exigindo maior suprimento de reservas energéticas para seu metabolismo. Vale ressaltar que o estresse de manipulação foi minimizado ao máximo durante a retirada da amostra sanguínea, pois esta foi realizada com o peixe recém retirado do viveiro, e este procedimento durou aproximadamente 30 segundos.

Neste estudo, observou-se que o acari-ancistrus apresentou maior número de eritroblastos, eritrócitos com maior volume corpuscular médio (VCM) e hemoglobina corpuscular média (HCM), porém em menor quantidade. Já para os acaris loricaia e o picoto observou-se o contrário, estes têm menor número de eritroblastos, eritrócitos com menor VCM e HCM e maior quantidade de eritrócitos totais. Quanto ao hematócrito não foram observadas diferenças significativas entre os acaris estudados. Murari et al. (1992) e Lay e Baldwin (1999) afirmaram que os peixes com hábitos sedentários, em sua maioria os herbívoros, possuem menor número de eritrócitos e CHCM e maior VCM. Estas afirmações foram corroboradas neste estudo para o acari-ancistrus.

Em comparação com estudo realizado por Carvalho et. al. (2009), observou-se que o peixe *Squaliforma emarginata* (= *Hypostomus emarginatus*) capturado no Rio Tocantins apresentou valor de hematócrito superior (21,44%) e de hemoglobina inferior ( $5,69 \text{ g.dL}^{-1}$ ) em relação as três espécies de acaris deste ensaio. Segundo esses autores, a diferença dos valores sanguíneos quando comparados aos dos encontrados para as *Auchenipterus nuchalis*, *Psectrogaster amazonica* seria uma condição decorrente da respiração acessória que facilitaria as trocas gasosas na espécie *S. emarginata*. Porém, ao se comparar os valores de hemograma de *S. emarginata* com os dos acaris deste estudo observa-se que os valores de hematócritos das três espécies de acaris são inferiores e os de hemoglobina são superiores.

Considerando que as espécies anteriormente comparadas pertencem à mesma família (Loricariidae), mas que a descrição de respiração acessória para *S. emarginata* não é relatada na literatura, para as espécies estudadas neste experimento, pode-se inferir que em virtude disso tais espécies suprimiram a ausência de respiração acessória através do aumento da quantidade de hemoglobina em seus eritrócitos.

Estudo realizado por Ranzani-Paiva et al. (2000) com o loricarídeo *Hypostomus* sp. também oriundo de ambiente natural, revelaram valores de eritrócitos ( $0,92 \times 10^6 \mu\text{L}^{-1}$ ) e hematócrito (29,3 %), superiores aos encontrados no presente trabalho para as três espécies de acaris estudadas, enquanto que os valores de VCM (325,2 fL) apresentaram-se próximos

apenas ao encontrado para o acari-loricaia (364,79 fL). Os valores hemoglobina ( $4,8 \text{ g dL}^{-1}$ ) e de CHCM ( $16,5 \text{ g dL}^{-1}$ ) para o *Hypostomus* sp. no trabalho anteriormente citado, mostraram-se inferiores quando comparados aos encontrados neste ensaio para as três espécies de acaris.

Ranzani-Paiva et al. (2000) relataram que peixes que apresentaram maior número de eritrócitos com menor VCM, possuem maior área de membrana para efetuar as trocas gasosas, o que pode ser um reflexo para proporcionar mais efetivo o fluxo sanguíneo e as trocas gasosas, podendo estar relacionado com uma atividade metabólica do animal, ou com uma hemoglobina menos eficiente no transporte de oxigênio.

De acordo com essas afirmações pode-se inferir que, possivelmente, os acaris loricaia e picoto possuem um fluxo sanguíneo mais eficiente quando comparado com o acari-ancistrus, entretanto as três espécies estudadas pertencem ao grupo dos loricarídeos, o qual se caracteriza por possuírem hábitos sedentários e habitarem ambientes lóticos como troncos de árvores, galhos ocos e fendas em rochas submersas em rios (Armbruster, 2010), o que não caracteriza dificuldade de obtenção de oxigênio.

A relação entre a quantidade e o tamanho dos eritrócitos também pode ser um indício da posição evolutiva das espécies de peixes na escala zoológica, assim, os que possuem eritrócitos menores e em maior quantidade são considerados mais recentes (Ranzani-Paiva e Silva-Souza, 2004), desta forma pode-se inferir que entre as três espécies de acaris estudadas o acari-ancistrus seria o menos recentes nesta escala.

Ressalta-se que não foi observada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as variáveis hemoglobina total, concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), hematócrito e proteína plasmática total (PPT) entre as espécies estudadas.

Quanto a contagem total de leucócitos, observou-se que o acari-ancistrus se destaca por apresentar menor valor de leucócitos. Os leucócitos são células circulantes que atuam na defesa do organismo de peixes, cuja anatomia e variação são definidas pelos órgãos linfóides, podendo também ser influenciadas pelo hábitat (Abbas et al., 1995).

Nas extensões sanguíneas das três espécies de acaris foram identificados linfócitos, neutrófilos, monócitos e trombócitos, que embora não seja leucócito têm função de defesa em peixes (Matushima e Mariano, 1996), descrição essa semelhante aos outros trabalhos encontrados na literatura (Ranzani-Paiva et al., 2003; Tavares-Dias, 2003). Porém, em relação as variações de leucócitos, os linfócitos foram mais frequentes no sangue circulante do acari-loricaia, enquanto que neutrófilos foram mais frequentes no sangue circulante dos acaris ancistrus e picoto. Os monócitos foram observados em menor frequência, nas três espécies, sendo que o acari-ancistrus apresentou os menores valores deste leucócito.

Ressalta-se a importância de se quantificar leucócitos, pois estas células atuam nos processos inflamatório e imunológico nos tecidos de peixes (Tavares-Dias e Moraes, 2004), além de que diversos autores apontam as alterações no leucograma como úteis para a determinação do diagnóstico de processos infecciosos e parasitários (Tavares-Dias et al., 1999ab; Ranzani-Paiva et al., 2000; Tavares-Dias e Moraes, 2004).

Kavamoto et al. (1985) demonstraram que o Loricarídeo *Plecostomus albopunctatus* (= *Hypostomus albopunctatus*), apresentou predominância de linfócitos no sangue periférico, corroborando os resultados encontrados aqui para o acari-loricaia. Contrariamente, estudos realizados por Ranzani-Paiva (1996) com *Brycon* sp. (pirapitinga-do-sul) descrevem predominância de neutrófilos, assim como o observado neste experimento para os acaris ancistrus e picoto.

Quando comparados aos demais leucócitos, os linfócitos e os neutrófilos são considerados células de defesa mais importantes no organismo de peixes por apresentarem-se como as células mais frequentes e por serem os participantes mais ativos do processo inflamatório. Assim, sugere-se que os acaris ancistrus e picoto podem possuir um sistema de defesa mais eficiente contra agentes infecciosos e/ou estressante e substâncias estranhas em relação ao acari-loricaia, devido a predominância de neutrófilos. Pois, os neutrófilos são caracterizado, na literatura, com eficiente capacidade fagocítica e de migração, tais fatores apontam para uma eficiente resposta imunológica celular (Tavares-Dias e Moraes, 2004; Davis et al., 2008; Pinheiro-Silva e Soriano, 2009).

Porém, com relação a resposta imunológica humoral o acari loricaria se destaca devido ao grande número de linfócitos. Os linfócitos são células envolvidas na produção de imunoglobulinas e modulação da defesa (Davis et al., 2008), assim como participam da resposta imune humoral e celular, através da produção de anticorpos (Yoshinaga et al., 1994 *apud* Falcon, 2007).

Das três espécies de acaris estudadas o ancistrus apresentou a menor quantidade de trombócitos. É importante se quantificar os trombócitos de peixes pois estas células são envolvidas diretamente no processo de homeostese do organismo, além de realizarem fagocitose, o que caracteriza-os como componentes importantes do sistema imunitário de peixes (Ranzani-Paiva e Silva-Souza, 2004). Assim, o resultado do trombograma sugere que o ancistrus seja o acari que apresenta uma defesa imunitária celular menos favorecida quando se trata de quantidades de células trombocitárias disponíveis.

## Conclusão

O quadro hematológico descrito neste trabalho para os acaris ancistrus, loricaria e picoto foi semelhante aos dos demais teleosteos encontrados na literatura. Das três espécies estudadas o acari-ancistrus tem o hemograma mais diferenciado, principalmente no que se refere ao eritrograma, enquanto que os acaris loricaria e picoto apresentaram semelhantes valores de hemograma. Sugere-se que os acaris picoto e ancistrus podem ter melhor resposta imunológica celular e o acari loricaria melhor resposta humoral.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES pela Bolsa concedida ao primeiro autor. Ao CNPq pelo financiamento do projeto e pelas bolsas concedidas aos coautores.

## Referências

- ABBAS, A.K.; LICHTMAN, A.H.; POBER, J.S. *Imunologia celular e molecular*. Rio de Janeiro, Revinter, 1995. 27p.
- ARMBRUSTER, J.W. The loricariidae. Disponível em: [http://www.auburn.edu/academic/science\\_math/res\\_area/loricariid/fish\\_key/hypostom/hypost.html](http://www.auburn.edu/academic/science_math/res_area/loricariid/fish_key/hypostom/hypost.html) Acesso em maio de 2010.
- CARVALHO, E.G.; SEIBERT, C.S.; COELHO, M.S.; MARQUES, E.E. Parâmetros hematológicos de espécies nativas do rio Tocantins, *Auchenipterus nuchalis*, *Psectrogaster amazonica* e *Squaliforma emarginata* (Teleostei, Ostariophysi). Maringá, *Acta Scient. Biol. Scien.*, v.31, n.2, p.173-177, 2009.
- DAVIS, A.K.; MANEY, D.L.; MAERZ, J.C. The use of leukocytes profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologists. *Funct. Ecol.*, 22: 760-772, 2008.
- FALCON, D.R.  $\beta$ -glucano e vitamina C no desempenho produtivo e parâmetros fisiopatológicos em juvenil de tilápia do Nilo: nível de suplementação e tempo de administração. Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura da Unesp Campus De Jaboticabal. São Paulo. 2007. 159p.

- GARCIA-NAVARRO, C.E.K. *Manual de Hematologia Veterinária*. 2.ed. São Paulo: Livraria Varela, p. 109-124, 2005.
- GHAZZI, M.S. Nove espécies novas do gênero *Rineloricaria* (Siluriformes, Loricariidae) do rio Uruguai, do sul do Brasil. Porto Alegre, *Iheringia, Sér. Zool.*, v.98, n.1, p.100-122, 2008.
- GOLDENFARB, P.B.; BOWYER, F.P.; HALL, E.; BROUSIUS, E. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. , Philadelphia, *Amer. Jour. Clin. Pathol.*, v.56, n.1, p.59-9, 1971.
- KAVAMOTO, E.T.; TOKUMARU, M.; SOUZA-SILVA, R.A.P.; CAMPOS, B.E.S. Variáveis morfológicas e contagem diferencial das células leucocitárias de “cascudo”, *Plecostomus albopunctatus* (Regan, 1908) em relação ao desenvolvimento gonadal. São Paulo. *Bol. Inst. Pesca*, v.12, n.2, p.15- 23, 1985.
- LAY, P.A.; BALDWIN, J. What determines the size of teleost erythrocytes? Correlation with oxygen transport and nuclear volume. *Fish Phys. Biochem.*, v.20, p.31-35, 1999.
- MATUSHIMA, E.R.; MARIANO, M. Kinetics of the inflammatory reaction induced by carrageenin in the swimbladder of *Oreochromis niloticus* (Nile tilapia). *Braz. Jour. Vet. Res. and Anim. Scien.*, v.33, n.1, p.5-10, 1996.
- MELO, T.L.; TEJERINA-GARRO, F.L.; MELO, C.E. Diversidade biológica da comunidade de peixes no baixo rio das Mortes, Mato Grosso, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, v.24, n.3, p.657-665, 2007.
- MURARI, R.; ALMEIDA, S.A.; SATAKE, T.; OGARAWARA, T.M.; LOPES, R.A. Estudo hematológico de peixes brasileiros. XXVIII. Parâmetros da série vermelha do cascudo *Hypostomus acistroides* Thering, 1911 (Pisces, Loricariidae). *Ciên. e Cult.*, v.44, p.713-714, 1992.
- PINHEIRO-SILVA, F.; SORIANO, F.G. Neutrophils recruitment during sepsis: critical points and crossroads. *Front. Biosci.*,v.14, p.4464-4476, 2009.
- PLANETCATFISH, 2010. <http://www.Cat-eLog/All-L/Numbers> Acessado em 12/01/2010.
- RANZANI-PAIVA, M.J. Células sanguíneas e contagem diferencial de leucócitos em pirapitinga-do-sul, *Brycon* sp., sob condições experimentais de criação intensiva. *Rev. Ceres*, v.43, n.250, p.685-695, 1996.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T. Células do sangue periférico e contagem diferencial de leucócitos de tainha *Mugil platanus* Günther, 1880 (Osteichthyes, Mugilidae) da região estuarino-lagunar de Caranéia – SP (Lat. 25° 00’S – Long. 47°55’W). *Bol. Inst. Pesca*. 22(1): 23-40, 1995.

- RANZANI-PAIVA, M.J.T.; RODRIGUES, E.L.; EIRAS, A.C.; CAMPOS, B.E.S. Differential leucocyte counts in “dourado”, *Salminus maxillosus* Valenciennes, 1840, from the Mogi-Guaçu River, Pirassununga, São Paulo. *Braz. Jour. Vet. Res. and Anim. Scienc.*, São Paulo. 63(3): 517-525, 2003.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SILVA-SOUZA, A.T. Hematologia de Peixes Brasileiros. In: *Sanidade de Organismos Aquáticos*. RANZANI-PAIVA, M.J.T., TAKEMOTO, R.M. E LIZAMA, M. DE LOS A.P. Editora Varela. São Paulo. 2004. p.86-120.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SOUZA, A.T.S.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M.; EIRAS, A.C. Hematological evaluation in commercial fish species from the floodplain of the upper Paraná River, Brazil. *Acta Scient. Biol. Scien.*, v.22, n.2, p.507-513, 2000.
- RIBEIRO, F.A.S.; CARVALHO JUNIOR, J.R.; FERNANDES, J.B.K.; NAKAYAMA, L. Comércio brasileiro de peixes ornamentais. Rio de Janeiro, *Pan. Aqüic.*, v.18, n.110, p.54-59, 2008.
- RIBEIRO, F.A.S.; CARVALHO JUNIOR, J.R.; FERNANDES, J.B.K.; NAKAYAMA, L. Cadeia produtiva do peixe ornamental. Rio de Janeiro, *Pan. Aqüic.*, v.19, n.112, p.36-45, 2009.
- ROSENFELD, G. Corante pancrômico para hematologia e citologia clínica: nova combinação dos componentes do May-Grunwald e do Giemsa num só corante de emprego rápido. São Paulo, *Memór. Inst. Butant.*, v.20, p.329-34, 1947.
- TAVARES-DIAS, M.; FRASCÁ-SCORVO, C.M.D.; CAMPOS-FILHO, E.; MORAES, F.R. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. IV. Parâmetros eritroleucométricos, trombométricos e glicemia do matrinxã (*Brycon cephalus* Günther, 1869) (Osteichthyes: Characidae). Jaboticabal, *Ars Vet.*, v.15, p.149-153, 1999a.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. *Hematologia de Peixes Teleósteos*. São Paulo. Ribeirão Preto. 2004. 144p.
- TAVARES-DIAS, M.; TENANI, R.A.; GIOLI, L.D.; FAUSTINO, C.D. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. II. Parâmetros sanguíneos do *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae) em policultivo intensivo. Curitiba, *Rev. Bras. Zool.*, v.16, p.423-431, 1999b.
- TORRES, M.F.; GIARIZZO, T.; CARVALHO, J.R.Jr. Diagnóstico, Tendência, Análise e Políticas Públicas para o Desenvolvimento da Pesca Ornamental no Estado do Pará. Belém, SEPAq. 2008. 41p.
- VALLADA, E.P. *Manual de Técnicas Hematológicas*. São Paulo. Editora Atheneu. 1999. 104p.

## 4.2- CAPÍTULO II

Características hematológicas de *Peckoltia oligospila*, *Cochilodon* sp., *Lasiancistrus saetiger* e *Pseudocanthicus spinosus* (Teleostei, Loricariidae)

Artigo formatado segundo normas da revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia em Anexo 1.

**Características hematológicas de *Peckoltia oligospila*, *Cochilodon* sp., *Lasiancistrus saetiger* e *Pseudocanthicus spinosus* (Teleostei, Loricariidae)**

**Haematological profile *Peckoltia oligospila*, *Cochilodon* sp., *Lasiancistrus saetiger* and *Pseudocanthicus spinosus* (Teleostei, Loricariidae)**

NEVES, M.S.<sup>1,4</sup>, COUTO, M.V.S.<sup>2,4</sup>, SOUSA, N.C.<sup>2,4</sup>, SANTOS, R.F.B.<sup>2,4</sup>, DIAS, H.M.<sup>2,4</sup>, LOPES, J.N.S.<sup>1,4</sup>, FUJIMOTO, R.Y.<sup>3,4</sup>

**Resumo** – Este experimento caracterizou o hemograma basal dos acaris ornamentais bola (*Peckoltia oligospila* - L06), pleco (*Cochilodon* sp. - L145), canoa (*Lasiancistrus saetiger* - L323) e assacu (*Pseudocanthicus spinosus* - L160) capturados do Rio Guamá - Nordeste Paraense. Coletaram-se as amostras sanguíneas em campo, por punção do vaso caudal e sob o mínimo possível de estresse de manipulação. Determinou-se o eritrograma, leucograma, trombograma, glicose e proteínas plasmáticas totais (PPT). O acari-canoa apresentou o maior valor de glicose plasmática e eritrócitos totais e o menor nível de PPT, número de eritroblastos e neutrófilos. Enquanto que o acari-assacu apresentou o menor valor de hematócrito, hemoglobina e hemoglobina corpuscular média (HCM). Observou-se para o acari-pleco o maior número de neutrófilos e o menor número de trombócitos. O acari-bola apresentou valores intermediários de hemograma. O volume corpuscular médio (VCM), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), leucócitos totais, linfócitos e monócitos não diferiram estatisticamente entre as espécies. Nos quatro acaris os linfócitos foram mais frequentes, seguidos dos neutrófilos e monócitos, não sendo observados eosinófilos, basófilos e leucócito granular PAS positivo. Este estudo descreve valores de hemograma normal para os acaris ornamentais bola, pleco, canoa e assacu oriundos de ambiente natural, que poderão servir de comparação com dados dessas espécies em outras situações.

**Palavras-chave:** sangue, eritrócitos, leucócitos, peixes ornamentais.

**ABSTRACT:** This experiment characterized the basal haematological values for ornamental acaris: bola (*Peckoltia oligospila* - L06), pleco (*Cochilodon* sp.- L145), canoa (*Lasiancistrus saetiger* - L323) and assacu (*Pseudocanthicus spinosus* - L160), collected in the Guamá River

- Northeast of Pará. The blood samples were collected in the field, by puncturing the caudal vessels and under possible minimal stress manipulation. It was determined the red blood, leukocyte, trombocyte count, glucose and total plasma proteins (TPP). The acari-canoa had higher values of glucose and red blood cell number and elevel lowest TPP, erythroblasts number and neutrophils. While the acari-assacu had lowest values of hematocrit, hemoglobin and mean corpuscular hemoglobin (MCH). In acari-pleco higher numbers of neutrophils was observed and lowest thrombocytes number. The acari-bola had intermediate values blood count. The mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), total leukocytes, lymphocytes and monocytes did not differ between species. For the four acaris the lymphocytes were most common, followed by neutrophils and monocytes, and eosinophils, basophils and PAS-positive granular leucocyte were not observed. This study describes normal hemogram values for the ornamental acaris bola, pleco, canoa and assacu from the natural environment, which could serve as comparison with these species in other situations.

**Keywords:** blood, red blood cell, leukocytes, ornamental fish.

## **Introdução**

A Bacia do Rio Guamá apresenta uma ampla variedade de peixes com potencial ornamental. Possui aproximadamente 49 espécies sendo comercializadas e gerando renda para as famílias ribeirinhas (Torres et. al., 2008). Nesta região o comércio de peixes ornamentais é favorecido pela facilidade de escoamento da produção, dada a facilidade de acesso e proximidade com a capital paraense, Belém (Torres, 2007). Estes são acaris (Loricariidae) assim como os demais peixes ornamentais da Amazônia e despertam grande interesse no mercado aquarofilista mundial, principalmente dos países europeus e asiáticos (Torres, 2007; Ribeiro et al., 2008/09).

Em decorrência da importância econômica dos acaris são necessários maiores estudos sobre as suas características biológicas, principalmente hematológicas, pois os estudos hematológicos são de interesse tanto ecológico como fisiológico, pois auxiliam na compreensão de vários fatores, dentre os quais a filogenia, o hábitat, a adaptabilidade dos peixes ao ambiente e a relação entre as características sanguíneas. Além disso, verifica-se que as diferentes espécies de peixes, até as do mesmo gênero, na maior parte dos casos,

apresentam variações quanto aos valores, quanto ao número, tamanho e volume dos eritrócitos, concentração de hemoglobina e hematócrito (Tavares-Dias e Moraes, 2004).

Conjuntamente aos estudos ecológicos, a hematologia pode ser uma importante ferramenta para o entendimento das relações entre o peixe e o ambiente no qual ele está inserido e interagindo (Tavares-Dias e Moraes, 2004), pois as análises sanguíneas permitem que se indentifique as condições basais e também perturbações patológica que podem afetar a homeostase des peixes (Tavares-Dias et al., 2000a; Tavares-Dias e Mataqueiro, 2004). Porém, são poucos os estudos sobre a hematologia de espécies de loricarídeos.

Tavares-Dias et al. (2000b) ressaltaram a necessidade de identificação das células sanguíneas de defesa orgânica de cada espécie de teleósteo em condições de normalidade para entendimento do comportamento das populações celulares na vigilância de processos mórbidos. Tais informações são importantes para que se garanta a qualidade do peixe, fortalecendo a cadeia produtiva e de comercialização.

Deste modo, devido importância econômica dos loricarídeos como peixes ornamentais, por serem exportados e por não haver relato na literatura, o presente trabalho teve como objetivo descrever o quadro hematológico normal para os acaris bola (*Peckoltia oligospila* - L06), pleco (*Cochilodon* sp. - L145), canoa (*Lasiancistrus saetiger* - L 323) e assacu (*Pseudocanthicus spinosus* - L160) capturados na Bacia do Médio Rio Guamá - Nordeste Paraense, afim de subsidiar futuros estudos de comparações hematológicas com estes peixes em outras condições como pesca, manejo e cativeiro a serem realizados futuramente.

## Material e Métodos

Para a determinação do quadro hematológico basal foram capturados 40 bola (peso  $34,07 \pm 10,0g$ , comprimento padrão  $10,69 \pm 1,2cm$  e total  $13,20 \pm 1,2cm$ ), 37 pleco (peso  $25,49 \pm 11,6g$ , comprimento padrão  $9,42 \pm 1,8cm$  e total  $12,85 \pm 1,8cm$ ), 57 canoa (peso  $39,29 \pm 13,9g$ , comprimento padrão  $11,22 \pm 1,4cm$  e total  $13,96 \pm 2,0cm$ ) e 38 assacu (peso  $30,70 \pm 20,7g$ , comprimento padrão  $11,08 \pm 2,7cm$  e total  $14,53 \pm 3,1cm$ ) na Bacia do Médio Rio Guamá ( $S01^{\circ}34'04.6''$   $W47^{\circ}01'50.3''$ ), município de Capitão Poço, Nordeste Paraense (Brasil) com auxílio dos pescadores locais, em mergulho por apnéia. Em seguida, os peixes foram armazenados por aproximadamente sete dias em tanques de tela imersos no próprio rio, com troncos e galhos de árvores afim de simular o ambiente natural, e para fornecer

alimentação natural aos peixes, considerando o hábito alimentar planctófago descrito para estas espécies de acaris.

Após a captura os peixes foram identificados até a espécie, aqueles que a identificação não era possível até espécie utilizou-se o código L, código esse aceito e utilizado pelos exportadores mundiais, para auxiliar a identificação dos acaris estudados. Isso foi realizado devido a dificuldade de classificação taxonômica deste grupo de peixes, tal dificuldade é decorrente de muitas mudanças nas chaves de classificação dos mesmos (Planetcatfish, 2010).

As coletas sanguíneas foram realizadas por punção do vaso caudal utilizando seringas e agulhas umedecidas com EDTA (10%), logo após serem retirados dos tanques de tela submersos, onde permaneceram por aproximadamente 10 dias. Este procedimento foi realizado com os peixes submetidos ao mínimo de estresse de manuseio possível, levando em média 30 segundos.

As amostras sanguíneas foram analisadas em campo para a determinação da glicose (mg/dL) utilizando o medidor automático Prestige IQ 50. O hematócrito (%) foi determinado pelo método de microhematócrito, utilizando centrífuga (Goldenfarb et al., 1971), a contagem de eritrócitos totais ( $\mu$ L) em câmara de Neubauer utilizando microscópio (Garcia-Navarro, 2005), a concentração de proteína plasmática total (g/dL) em refratômetro (Quimis<sup>®</sup>). Também foram confeccionadas extensões sanguíneas, coradas pancromicamente (Rosenfeld, 1947), destinadas para a contagem total de leucócitos, trombócitos e eritroblastos (Tavares-Dias e Moraes, 2004) e diferencial de leucócitos (Ranzani-Paiva, 1995).

No Laboratório de Ictioparasitologia e Piscicultura da UFPA, *Campus* de Bragança, procedeu-se a determinação da hemoglobina (g/dL) utilizando os equipamentos Celm 500 e Celm 550. Após determinação da contagem de eritrócitos, hemoglobina e hematócrito foram calculados os índices hematimétricos (Vallada, 1999): Volume Corpuscular Médio (VCM), Hemoglobina Corpuscular Média (HCM) e Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (CHCM).

Após a coleta sanguínea cada peixe foi pesado e medido (comprimento padrão e total) e observado quanto à presença de lesões superficiais e ectoparasitas, e se presentes estes foram descartados. Também foi monitorada a qualidade da água, quanto ao pH (com aparelho Quimis<sup>®</sup> Q-400BC/BD), temperatura e oxigênio dissolvido (com aparelho OXYGEN METER LT Lutron DO-5519) e amônia (com aparelho HANNA Range HI 93715), para certificação da não interferência de fatores externos durante a determinação das características hematológicas basais para as espécies.

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando F foi significativo ( $p < 0,05$ ) realizou-se o teste de Tukey para comparação das médias ( $p < 0,05$ ). Realizou-se o também o teste de normalidade com base nos desvios para verificação e eliminação de *outliers*.

## Resultados e Discussão

Os resultados das análises da qualidade da água do Rio Guamá durante o período em que se realizaram as coletas sanguíneas revelaram valores de temperatura de  $26,4 \pm 1,2$  °C, oxigênio dissolvido de  $6,5 \pm 0,8$  mg L<sup>-1</sup>, condutividade  $22,1 \pm 0,2$  mS cm<sup>-1</sup>, pH  $6,6 \pm 0,4$  e amônia  $0 \pm 0$  mg L<sup>-1</sup>.

Tabela 1: Quadro hematológico basal dos acaris ornamentais bola (*Peckoltia oligospila* - L06), pleco (*Cochilodon* sp. - L145), canoa (*Lasiancistrus saetiger* - L323) e assacu (*Pseudocanthicus spinosus* - L160). Médias  $\pm$  desvio padrão. Valores na mesma linha com letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

	Bola (n=50) ( <i>P. oligospila</i> )	Pleco (n=37) ( <i>Cochilodon</i> sp.)	Canoa (n=57) ( <i>L. saetiger</i> )	Assacu (n=38) ( <i>P. spinosus</i> )
Glicose (mg dL <sup>-1</sup> )	50,28 $\pm$ 8,8b	64,17 $\pm$ 26,9ab	72,47 $\pm$ 28,7a	52,92 $\pm$ 15,5b
Hematócrito (%)	24,87 $\pm$ 3,9a	22,11 $\pm$ 9,1a	23,77 $\pm$ 8,7a	12,66 $\pm$ 4,6b
PPT (g dL <sup>-1</sup> )	7,96 $\pm$ 1,8a	7,93 $\pm$ 1,8a	4,87 $\pm$ 1,5c	6,55 $\pm$ 1,5b
Hemoglobina (g dL <sup>-1</sup> )	8,65 $\pm$ 2,1a	9,90 $\pm$ 4,7a	10,60 $\pm$ 4,7a	5,88 $\pm$ 1,7b
VCM (fl)	557,89 $\pm$ 132,3a	523,43 $\pm$ 389,6a	470,27 $\pm$ 402,0a	399,87 $\pm$ 588,6a
HCM (pg)	207,04 $\pm$ 58,9a	247,95 $\pm$ 111,03a	193,37 $\pm$ 103,2a	123,14 $\pm$ 42,7b
CHCM (g dL <sup>-1</sup> )	35,96 $\pm$ 9,4a	45,39 $\pm$ 20,2a	44,01 $\pm$ 14,1a	51,13 $\pm$ 19,4a
Eritrócitos ( $\times 10^6$ $\mu$ L <sup>-1</sup> )	0,47 $\pm$ 0,1ab	0,38 $\pm$ 0,2b	0,51 $\pm$ 0,2a	0,44 $\pm$ 0,1ab
Eritroblastos ( $\mu$ L)	1234,37 $\pm$ 562,7a	1335,79 $\pm$ 812,2a	673,17 $\pm$ 302,9b	889,53 $\pm$ 382,4ab
Leucócitos ( $\mu$ L)	9401,19 $\pm$ 2694,7a	11533,00 $\pm$ 8327,3a	10829,60 $\pm$ 4912,9a	10261,00 $\pm$ 3619,3a
Linfócitos ( $\mu$ L)	6622,14 $\pm$ 2070,0a	6121,40 $\pm$ 4625,7a	9096,78 $\pm$ 4200,4a	7178,28 $\pm$ 1754,4a
Neutrófilos ( $\mu$ L)	1917,94 $\pm$ 655,1bc	4142,42 $\pm$ 3280,1a	945,51 $\pm$ 731,1c	3337,11 $\pm$ 1032,3ab
Monócitos ( $\mu$ L)	598,15 $\pm$ 270,5a	442,33 $\pm$ 398,4a	328,64 $\pm$ 288,7a	444,57 $\pm$ 241,7a
Trombócitos ( $\mu$ L)	3458,30 $\pm$ 1543,2ab	2149,10 $\pm$ 1465,9c	3356,70 $\pm$ 2048,9bc	4778,33 $\pm$ 1224,8a

PPT: proteínas plasmáticas totais; VCM: volume corpuscular médio; HCM: hemoglobina corpuscular média; CHCM: concentração de hemoglobina corpuscular média.

\*a soma destes valores não correspondem ao valor total de leucócitos em decorrência da retirada de *outliers*.

Nos valores do eritrograma pôde-se observar que o acari-assacu apresentou a menor concentração de hemoglobina, hemoglobina corpuscular média (HCM) e hematócrito, diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ) dos demais acaris, os quais não mostraram diferenças nestes parâmetros. Para o acari-canoa, encontrou-se o maior número de eritrócitos totais e o menor número de eritroblastos e de proteínas plasmáticas totais, o inverso foi encontrado para o acari-pleco.

No que se refere ao volume corpuscular médio (VCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) não foi observada diferença significativa entre os quatro acaris.

Os resultados de eritrograma do acari-canoa apresentaram número de eritrócitos de  $0,51 \times 10^6 \mu\text{L}^{-1}$  e peso de hemoglobina de 193,37 pg., estes resultados são semelhantes aos descritos por Carvalho et al. (2009) para *Hypostomus emarginatus* (= *Squaliforma emarginata*, Loricariidae), com número de eritrócitos de  $0,56 \times 10^6 \mu\text{L}^{-1}$ , com volume de 394,03 fl e o peso de hemoglobina 103,20 pg. Nesse trabalho os autores relacionam essas características hemáticas do *H. emarginatus* com o seu nincho ecológico, principalmente com o seu hábito de buscar alimentos na região bentônica, onde os níveis de oxigênio podem ser reduzidos. Esta analogia poderia ser feita com os acaris estudados neste ensaio, porém a maioria dos loricariídeos apresentam este hábito bentônico, o que implica que tais diferenças encontradas nos valores hemáticos dos acaris do presente trabalho possivelmente estarem relacionadas à adaptações fisiológicas geradas pelo conjunto de hábitos que estas espécies de acaris desenvolveram diferenciadamente.

Assim, observa-se que o assacu foi o acari que apresentou valores diferenciados no eritrograma em relação as demais espécies de acaris. Essas variações são comuns na composição do hemograma de diferentes espécies de peixes e até mesmo diferenças intraespecíficas. Elas são reflexos do nicho ecológico ocupado, o qual induz à adaptações fisiológicas e dentre essas adaptações que podem ocorrer no quadro sanguíneo de peixes, os autores citam como exemplo, o tamanho e número de eritrócitos (Campbell e Murru 1990).

Quanto ao hematócrito o acari-assacu apresentou o menor valor (12,66%), diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ) das demais espécies de acaris estudados. Os dados de hematócrito dos acaris pleco (22,11%) e canoa (23,77%) foram próximos aos descritos por Carvalho et al. (2009) para *H. emarginatus* (21,44 %). Val et al. (1996) afirmaram que diversas espécies de peixes podem desenvolver estratégias que visam a melhorara da obtenção de oxigênio, tais como adaptações fisiológicas, bioquímicos e comportamentais, além disso há possibilidade destas estratégias adaptativas estarem relacionados à filogenia das espécies.

Os acaris pleco e bola apresentaram os maiores valores de eritroblastos em relação aos outros dois acaris. Carvalho et al., (2009) também encontraram significativo número de eritrócitos imaturos no sangue periférico de *S. emarginata* em condições basais e relataram que a presença destas células no sangue periférico de peixes é comum, pois pode ser decorrente da necessidade de repor os eritrócitos mais efetivamente para garantir o transporte adequado do oxigênio.

Com relação a glicose plasmática, o acari-canoa apresentou valores diferentes significativamente ( $p < 0,05$ ) dos demais acaris, tal dado pode estar relacionado com hábitos e metabolismo mais ativos da espécie (Ranzani-Paiva e Silva-Souza, 2004).

Foram encontrados três valores estatisticamente diferentes no que se refere aos níveis de proteínas plasmáticas totais (PPT), sendo observados valores semelhantes para os acaris bola e pleco (7,96 e 7,93 g dL<sup>-1</sup>, respectivamente), que estatisticamente diferem dos demais acaris assacu (6,55 g dL<sup>-1</sup>) e canoa (4,87 g dL<sup>-1</sup>). Na literatura que se pôde compilar, não existem trabalhos sobre os níveis de proteínas plasmáticas totais em outras espécies de acaris. Porém, Satake et al. (2009) estudando dourado *Salminus brasiliensis* cultivados, em condições experimentais, encontraram valores de concentração de proteínas plasmáticas totais (6,19 g dL<sup>-1</sup>), próximos aos encontrados neste ensaio para o acari-assacu. As proteínas plasmáticas participam de processos metabólicos fundamentais para garantir a homeostase do organismo, como por exemplo, o transporte de metabólitos, defesa humoral e coagulação (Satake et al., 2009).

Nas quatro espécies de acaris estudadas, na contagem diferencial de leucócitos observou a presença de linfócitos, neutrófilos e monócitos, nesta ordem de frequência, sendo que não foram observados eosinófilos, basófilos e leucócito granular PAS-positivos. As células observadas apresentaram padrão morfológico compatível com o descrito na literatura, com os maiores valores de neutrófilos e trombócitos observados no acari-pleco. Porém, não foi observada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os valores de leucócitos totais, linfócitos e monócitos para as quatro espécies de acaris aqui estudadas. Os neutrófilos são considerados leucócitos importantes nos processos inflamatórios e de fagocitose (Tavares-Dias e Moraes, 2004), assim entende-se que em situações de doenças infecciosas e de contato com substâncias estranhas o acari-pleco, provavelmente, responderia de forma mais rápida e eficiente no combate a estas situações desfavoráveis.

A ausência de basófilos, eosinófilos e leucócito granular PAS positivos também foi demonstrada em *Hypostomus emarginatus* (Carvalho et al. 2009), em *Oreochromis niloticus* (Azevedo et al., 2006) e em *Tilápia rendalli* (Tavares-Dias e Moraes, 2003). Ressalta-se que a

ausência ou a baixa frequência de eosinófilo e basófilos tem sido relatada em muitas espécies de peixes, e quando estão presentes em alta frequência, pode estar relacionada com parasitismo e/ou processos alérgicos (Tavares-Dias e Moraes, 2004). Desta forma, identificar e quantificar essas células sanguíneas em condições basais das diversas espécies de peixes é uma importante ferramenta auxiliar para a determinação de diagnóstico quando em condições adversas (Tavares-Dias et al., 2000b).

Os trombócitos foram encontrados em maior quantidade no sangue periférico do acari-pleco em relação aos três outros acaris, Ranzani-Paiva e Silva-Souza (2004) relataram que estas células responsáveis pela homeostase possuem capacidade fagocítica, assim entende-se que sua maior frequência favoreça o sistema imunológico desses peixes.

## **Conclusão**

As espécies apresentam quadro hematológico semelhante as demais espécies de peixes, mas com características quantitativamente distintas, demonstrando assim variabilidade interespecífica o que pode refletir em respostas fisiológicas diferenciada para as distintas ambientais. Este estudo descreve valores de hemograma normal para os acaris ornamentais bola (*Peckoltia oligospila*), pleco (*Cochilodon* sp.), canoa (*Lasiancistrus saetiger*) e assacu (*Pseudocanthicus spinosus*) oriundos de ambiente natural, que poderão subsidiar comparações com dados dessas espécies em outras situações.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem a CAPES pela Bolsa concedida ao primeiro autor. Ao CNPq pelo financiamento do projeto e pelas bolsas concedidas aos coautores.

## **Referências**

AZEVEDO, T.M.P.; MARTINS,M.L.; YAMASHITA,M. M.; FRANCISCO, C.J. Hematologia de *Oreochromis niloticus*: Comparação entre peixes mantidos em piscicultura

consorciada com suínos e em pesque-pague no vale do rio Tijucas, Santa Catarina, Brasil. *Bol. Inst. de Pesca*, v. 32, n. 1, p. 41-49, 2006.

CAMPBELL, T. W.; MURRU, F. An introduction to fish hematology. *Comp. Cont. Ed. Pract. Vet.*, v. 12, n. 4, p. 525-532, 1990.

CARVALHO, E.G.; SEIBERT, C.S.; COELHO, M.S.; MARQUES, E.E. Parâmetros hematológicos de espécies nativas do rio Tocantins, *Auchenipterus nuchalis*, *Psectrogaster amazonica* e *Squaliforma emarginata* (Teleostei, Ostariophysi). Maringá, *Acta Scient. Biol. Scien.*, v.31, n.2, p.173-177, 2009.

GARCIA-NAVARRO, C.E.K. *Manual de Hematologia Veterinária*. 2.ed. São Paulo: Livraria Varela, p. 109-124, 2005.

GOLDENFARB, P.B.; BOWYER, F.P.; HALL, E.; BROUSIUS, E. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. Philadelphia, *Amer. Jour. Clin. Pathol.*, v.56, n.1, p.59-9, 1971.

PLANETCATFISH, 2010. <http://www.Cat-eLog/All-L/Numbers> Acessado em 12/01/2010.

RANZANI-PAIVA, M.J.T. Células do sangue periférico e contagem diferencial de leucócitos de tainha *Mugil platanus* Günther, 1880 (Osteichthyes, Mugilidae) da região estuarino-lagunar de Caranéia – SP (Lat. 25° 00'S – Long. 47°55'W). *Bol. Inst. Pesca*. 22(1): 23-40, 1995.

RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SILVA-SOUZA, A.T. Hematologia de Peixes Brasileiros. In: *Sanidade de Organismos Aquáticos*. Ranzani-Paiva, M.J.T., Takemoto, R.M. E Lizama, M. De Los A.P. Editora Varela. São Paulo. 2004. p.86-120.

RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SOUZA, A.T.S.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M.; EIRAS, A.C. Hematological evaluation in commercial fish species from the floodplain of the upper Paraná River, Brazil. *Acta Scient. Biol. Scien.*, v.22, n.2, p.507-513, 2000.

RIBEIRO, F.A.S.; CARVALHO JUNIOR, J.R.; FERNANDES, J.B.K.; NAKAYAMA, L. Comércio brasileiro de peixes ornamentais. *Pan. Aqüic.*, Rio de Janeiro, v.18, n.110, p.54-59, 2008.

RIBEIRO, F.A.S.; CARVALHO JUNIOR, J.R.; FERNANDES, J.B.K.; NAKAYAMA, L. Cadeia produtiva do peixe ornamental. *Pan. Aqüic.*, Rio de Janeiro, v.19, n.112, p.36-45, 2009.

ROSENFELD, G. Corante pancrômico para hematologia e citologia clínica: nova combinação dos componentes do May-Grunwald e do Giemsa num só corante de emprego rápido. *Memór. Inst. Butant.*, São Paulo, v.20, p.329-34, 1947.

- SATAKE, F.; ISHIKAWA, M.M.; HISANO, H.; PÁDUA, S.B.; TAVARES-DIAS, M. Relação peso-comprimento, fator de condição e parâmetros hematológicos de dourado *Salminus brasiliensis* cultivado em condições experimentais. *Bol. Pesq. Desenv. Embrapa*, 1ª Ed. online. INSS 1679-0456, p22, 2009.
- TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M.L.; MORAES, F.R. Relação hepatossômica e esplenosômica em peixes teleósteos de cultivo intensivo. *Ver. Brasil. Zool.*, Curitiba, v.17, p. 273-281, 2000b.
- TAVARES-DIAS, M.; MATAQUEIRO, M.I. Características hematológicas, bioquímicas e biométricas de *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae) oriundos de cultivo intensivo. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, Maringá, v.26, n.2, p.157-162, 2004.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. *Hematologia de Peixes Teleósteos*. São Paulo. Ribeirão Preto. 2004. 144p.
- TAVARES-DIAS, M.; SCHALCH, S.H.C.; MARTINS, M.L.; MORAES, F.R. Características hematológicas de *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) cultivadas intensivamente em “Pesque-Pague” do Município de Franca, São Paulo, Brasil. *Ars Veter.*, Jaboticabal, v.16, n.2, p.76-82, 2000a.
- TAVARES-DIAS, M.; MELO, J.F.B.; MORAES, G.; MORAES, F.R. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. IV. Variáveis do jundiá *Rhamdia quelen* (Pimelodidae). *Ciênc. Rural*, Santa Maria, v.32, p.693-698, 2002.
- TORRES, M.F.; GIARIZZO, T.; CARVALHO, J.R.JR. Diagnóstico, Tendência, Análise e Políticas Públicas para o Desenvolvimento da Pesca Ornamental no Estado do Pará. Belém, SEPAq, p.41, 2008.
- TORRES, M.F.A Pesca Ornamental na Bacia do Rio Guamá: Sustentabilidade e Perspectivas ao manejo. Tese de Doutorado – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos – NAEA, Universidade Federal do Pará, Belém – PA, p.264, 2007.
- VAL, A.L. Surviving low oxygen levels: Lessons from fishes of the Amazon. In: Val, A.L.; Almeida- Val, V.M.F.; Randall, D.J. (Eds.) *Physiology and Biochemistry of the fishes of the Amazon*. Manaus, INPA, 59-73. 1996.
- VALLADA, E.P. *Manual de Técnicas Hematológicas*. São Paulo. Editora Atheneu. 1999. 104p.

### 4.3- CAPÍTULO III

Resposta hematológica do acari-bola *Peckoltia oligospila* Gunther, 1864  
(Loricariidae) submetido a estresse de transporte

Artigo formatado segundo normas da revista Acta Animal Science em Anexo 2.

**Resposta hematológica do acari-bola *Peckoltia oligospila* Gunther, 1864 (Loricariidae)  
submetido a estresse de transporte**

**Haematological response of acari-bola *Peckoltia oligospila* Gunther, 1864 (Loricariidae)  
submitted at the transport stress**

Mikaelle de S. Neves<sup>1,4</sup>, Márcia V.S. Couto<sup>2,4</sup>, Natalino C. Sousa<sup>2,4</sup>, Rudã F.B. Santos<sup>2,4</sup>,  
Josiane N.S. Lopes<sup>1,4</sup>, Henrique M. Dias<sup>2,4</sup> e Rodrigo Y. Fujimoto<sup>3,4</sup>

**RESUMO:** O presente estudo avaliou a resposta hematológica do peixe ornamental acari-bola (*Peckoltia oligospila*) ao estresse de transporte. Após 0, 6, 24, 48, 72 e 96 horas de transporte determinou-se os parâmetros eritrocitários, contagem de leucócitos e trombócitos totais, glicose e proteínas totais plasmáticas. Determinou-se previamente o hemograma basal para a espécie em campo sob o mínimo de estresse possível, para possibilitar comparações sanguíneas após estresse de transporte. O acari-bola apresentou quadro hematológico de estresse entre 0 e 6h, com retorno aos valores basais da maioria dos parâmetros após 24h. Houve hiperglicemia entre 0 e 6h após transporte dos peixes. Os valores de eritrócitos apresentaram elevação em 0h, seguida de decréscimo às 6h após estresse, retornando e mantendo-se nos valores basais até o fim do experimento de 96h. O inverso ocorreu com os valores do Volume Corpuscular Médio (VCM) e Hemoglobina Corpuscular Média (HCM). Quanto aos valores de leucócitos não se observou alterações significativas ( $p>0,05$ ). Em acari-bola, o estresse de transporte não causou alterações sanguíneas que pudessem comprometer a saúde, pois a maioria dos parâmetros hematológicos retornou aos níveis basais em 24h. Porém, os resultados indicam que após a captura e transporte do *P. oligospila*, é necessário um mínimo de 24h de aclimação antes da comercialização.

**TERMOS DE INDEXAÇÃO:** Peixe, acaris, ornamental, hematologia, hiperglicemia.

**ABSTRACT:** The present study evaluated the haematological response of ornamental fish acari-bola (*Peckoltia oligospila*) to the transport stress. Red blood cell parameters, leukocyte and thrombocyte total counts, plasma glucose and total plasma protein were evaluated at 0, 6, 24, 48, 72 and 96h after transport. The baseline blood values were determined to species in the field with minimum management stress as possible, to perform the comparisons with the blood after transport stress. Haematological parameters of acari-bola presented signs of stress in the period from 0 to 6h after the transport with the return of most parameters in 24h.

Hyperglycemia was observed in 0h, returning to baseline at 6h and remained thereafter. Red blood cell counts had high values at 0h followed by decrease in 6h, returning and staying in baseline values until the end of the experiment 96h. To the values of mean corpuscular volume (MCV) and mean corpuscular hemoglobin (MCH) occurred inverse. Count of leukocytes did not presented significant ( $p>0.05$ ) changes. In acari-bola, the stress of transport was not severe at point to jeopardize of the fish health, because most of the haematological parameters returned to baseline values in 24h after stress. However, result indicates that the *P. oligospila* should be maintained in acclimatization during 24h after the capture and transport for to be marketed.

INDEX TERMS: Fish, acaris, ornamental, haematology, hyperglycemia.

## INTRODUÇÃO

O comércio de peixes ornamentais de água doce na região Norte representou uma receita equivalente a US\$ 3,9 milhões, em 2007, com a venda de 6,7 milhões de exemplares. Sendo que os dois estados que tem maior representação na geração desta receita são o Amazonas e o Pará, os quais são responsáveis respectivamente por cerca de 62,8% e 37,2% das receitas geradas com a exportação desses peixes (Torres et al., 2008).

Na Bacia do Rio Guamá existe 213 espécies de peixes ornamentais catalogadas e destas, 49 são comercializadas atualmente, sendo que nesta lista os Loricariídeos estão entre os cinco principais peixes comercializados no Estado do Pará e são responsáveis por 56% das receitas geradas (Torres et al., 2008).

O *Peckoltia oligospila*, conhecido popularmente como acari-bola, é uma das espécies de grande valor comercial da Bacia do Rio Guamá, representando 13% da receita com a pesca ornamental nesta Bacia em 2006 (Torres, 2007). De acordo com Armbruster (2008) o acari-bola tem coloração castanha, cabeça com pequenos e médios pontos, manchas fracas, corpo com quatro selas dorsais, abdômen geralmente com manchas médias, sendo que os juvenis apresentam manchas maiores que os adultos e o contraste entre essas manchas é mais nítido, porém não há manchas no abdômen.

Para o comércio desses peixes, o manejo e transporte dos animais do local de captura para o cativeiro ou entre diferentes locais, são fatores estressantes, uma vez que são procedimentos inevitáveis. Atualmente, o número de empresas especializadas no transporte de peixes vivos tem aumentado devido ao crescimento da indústria aquícola. Para esta atividade

é interessante o uso de altas densidades durante o transporte, sem que haja comprometimento da saúde dos peixes, com intuito de reduzir os custos envolvidos (Oliveira e Cyrino, 2000). Esta atividade pode ser considerada como uma das etapas de maior importância na comercialização de peixes, pois quando mal planejada e mal executada, pode gerar grandes prejuízos, devido à mortalidade dos peixes (Oliveira e Cyrino, 2000; Inoue et al., 2010). O estresse de transporte pode causar a predisposição a infecções ou até mesmo a morte dos peixes (Val et al., 2006; Inoue et al., 2010), dependendo da intensidade e duração do estresse.

O estresse é conhecido como uma resposta biológica do peixe exposto à estímulos adversos e ameaçadores, sendo que o grau desta reação pode variar de acordo com a severidade e duração do estímulo, bem como as características genéticas e domesticação da espécie em questão (Takahashi et al., 2006). Esses agentes estressores causam alterações homeostáticas, que resultam em uma cadeia de respostas fisiológicas e comportamentais, na tentativa de adaptação ao agente estressante (Val et al., 2004; 2006). Dentre essas alterações as sanguíneas são importantes, pois os parâmetros hematológicos são ferramentas para determinação de alterações causadas por estresse decorrente de alterações nos parâmetros físico-químicos, oscilações hormonais, período de reprodução, parasitas, entre outros fatores (Ranzani-Paiva e Silva-Souza, 2004, Ishikawa et al., 2008).

Dessa forma, é importante estabelecer a natureza e a resposta fisiológica ao estresse de transporte, para que se possa desenvolver técnicas de manejo que minimizem o quanto possível os efeitos desse estresse nos peixes (Urbinati e Carneiro, 2004; Inoue et al., 2010), proporcionando a comercialização de peixes com melhor higidez (Urbinati e Carneiro, 2004). Assim, visando contribuir na elaboração de técnicas de melhorias durante os procedimentos de manejo da cadeia produtiva de peixes ornamentais do Estado do Pará, o presente estudo teve como objetivo avaliar a resposta hematológica do acari-bola (*Peckoltia oligospila*) ao estresse de transporte.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Peixes, coleta basal e procedimentos de análises

Um lote de setenta espécimes de acari-bola (*Peckoltia oligospila*) com peso médio de  $21,86 \pm 5,9$ g, comprimento padrão de  $9,21 \pm 0,8$ cm e total de  $11,76 \pm 1,0$ cm, foram coletados da Bacia do Médio Rio Guamá (S01°34'04.6" W47°01'50.3"), município de Capitão Poço,

Nordeste Paraense, Brasil, com auxílio dos pescadores locais e posteriormente realizado o exame hematológico basal no próprio local. Inicialmente, antes do estresse de transporte, de 10 espécimes de acari-bola foram coletados amostra de sangue para a determinação dos valores basais, por punção do vaso caudal com seringas umedecidas com EDTA (10%). Esta coleta ocorreu logo após a captura e com os peixes mantidos nos tanques de tela submersos no Rio Guamá, com o mínimo de estresse de manuseio possível, assim este procedimento levou em média 30 segundos. Após esta etapa os peixes foram transportados por cerca de três horas até o Laboratório de Ictioparasitologia e Piscicultura da UFPA, *Campus* de Bragança (PA).

Em cada amostra de sangue foi determinada os níveis de glicose sanguínea (mg/dL) utilizando o medidor automático Prestige IQ 50. O hematócrito (%) foi determinado pelo método de microhematócrito (Goldenfarb et al., 1971), a hemoglobina (g/dL) em aparelho Celm 500 e Celm 550 e a contagem de eritrócitos totais ( $\mu\text{L}$ ) em câmara de Neubauer (Garcia-Navarro, 2005).

De posse dos dados de eritrócitos, hematócrito e hemoglobina foram calculados os índices hematimétricos (Vallada, 1999): Volume Corpuscular Médio (VCM), Hemoglobina Corpuscular Média (HCM) e Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (CHCM). Para a determinação dos níveis de proteína plasmática total (g/dL) utilizou-se refratômetro (Quimis<sup>®</sup>).

As extensões sanguíneas foram confeccionadas, secas ao ar e coradas pancromicamente (Rosenfeld, 1947) para a contagem de leucócitos, trombócitos e eritroblastos totais (Tavares-Dias e Moraes, 2004) e contagem diferencial de leucócitos (Ranzani-Paiva, 1995). Os procedimentos de análises sanguíneas foram realizados igualmente, para determinar as características basais e posteriores ao estresse de transporte estabelecido.

No momento da coleta dos acaris no Médio Rio Guamá para a determinação do quadro hematológico basal e no momento em que os peixes foram embalados para a realização do transporte, realizou-se também as análises de qualidade de água utilizando o aparelho Quimis<sup>®</sup> Q-400BC/BD para determinar o pH, e o OXYGEN METER LT Lutron DO-5519 para determinar a temperatura e o oxigênio dissolvido.

### **Desenho experimental para o transporte**

Para este estudo, o transporte consistiu na separação em 6 grupos de 10 peixes e embalá-los em sacos plásticos de 20L, com 6L de água, correspondendo 1/3 do seu volume,

os outros 2/3 foram preenchidos com ar (densidade aproximada de 1,5 peixes/L). Após amarrados, os sacos plásticos colocados em um veículo e transportado até o laboratório. Isso simulou o que ocorre durante o processo de comercialização dos peixes na região. Assim, o processo de embalagem dos peixes e densidade usada foi aquela comumente empregada pelos pescadores artesanais da Bacia do Rio Guamá (Pa).

No momento da chegada ao laboratório os peixes foram aclimatados por 20 minutos, distribuídos em caixas de água de 300L com sistema de recirculação (refletindo as condições que o peixe encontraria durante a comercialização com o exportador) para então serem realizadas as coletas sanguíneas. No laboratório, a primeira coleta de sangue ocorreu logo após aclimatação dos peixes (tempo 0h). A segunda, terceira, quarta, quinta e sexta coletas sanguíneas procederam após 6, 24, 48, 72 e 96h, respectivamente. Utilizou-se 10 peixes por tratamento, para cada coleta de sangue e determinação dos parâmetros sanguíneos.

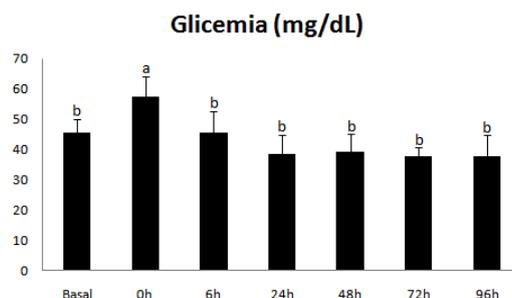
### **Análises estatísticas**

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando F foi significativo ( $p < 0,05$ ) realizou-se o teste de Tukey para comparação das médias ( $p < 0,05$ ). Realizou-se o também o teste de normalidade com base nos desvios para verificação e eliminação de indivíduos *outliers*.

## **RESULTADOS**

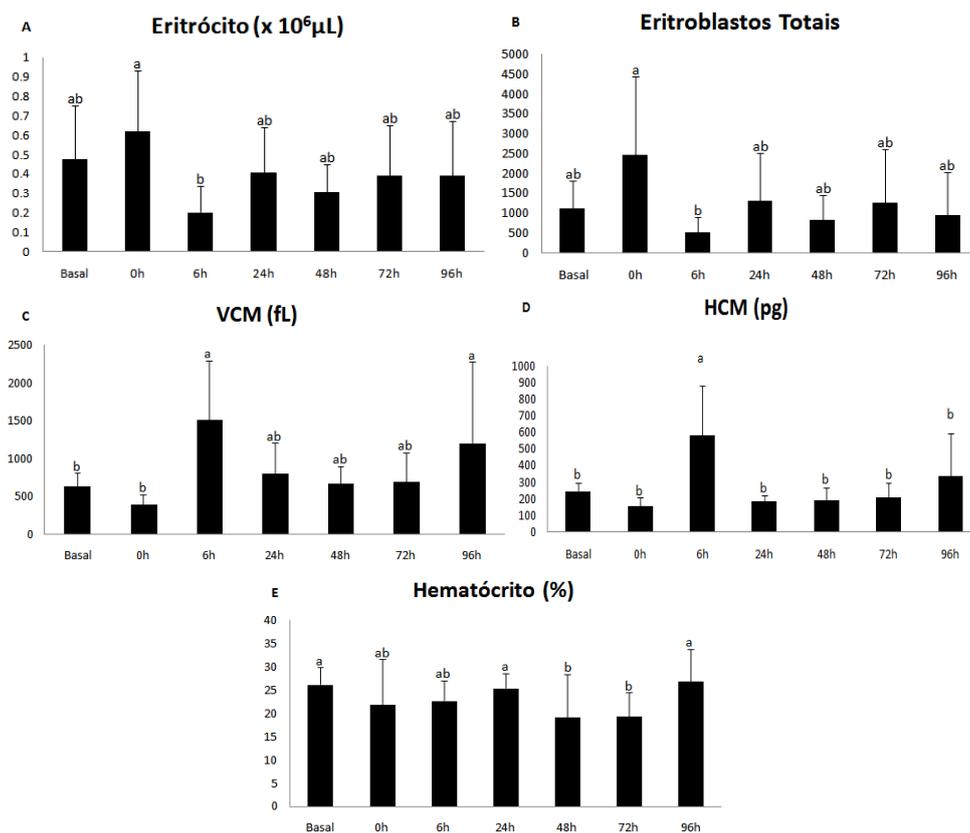
Durante todo o período experimental não foi observada nenhuma mortalidade de peixes e os valores de qualidade de água analisados durante a coleta dos acaris no Rio Guamá apresentaram-se com temperatura de 25,3 °C, oxigênio dissolvido de 6,7 mg.L<sup>-1</sup>, condutividade 21,8 mS.cm<sup>-1</sup> e pH 6,3.

Para o acari-bola observou-se elevação dos valores de glicose as 0h após o transporte com retorno aos níveis basais em 6h, mantendo-se estável até 96h (Fig.1), além de aumento no número de eritrócitos totais e eritroblastos às 0h de transporte e diminuição após 6h (Figs.2A-B). Porém, o VCM e HCM tiveram aumento acentuado após 6h de estresse por transporte, retornando aos níveis basais em 24h, o VCM mostrou também aumento após 96h de transporte (Figs.2C-D).



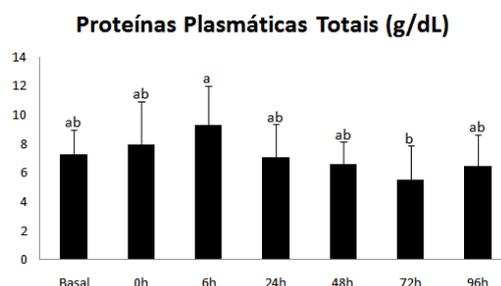
**Fig.1.** Glicose plasmática do acari-bola (*Peckoltia oligospila*) antes e após ser submetido ao estresse de transporte. Média  $\pm$  desvio padrão, n=70. Valores na mesma coluna com letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ).

**Fig.1.** Glicemic values of acari-bola (*Peckoltia oligospila*) submitted at the transport stress. Mean  $\pm$  SD, n = 70. Values in the same column with same letter do not differ by Tukey test ( $p > 0.05$ ).



**Fig.2.** Parâmetros eritrocitários do acari-bola (*Peckoltia oligospila*) antes e após ser submetido ao estresse de transporte. A) Eritrócitos; B) Eritroblastos; C) Volume Corpuscular Médio (VCM); D) Hemoglobina Corpuscular Média (HCM) e E) Hematócrito. Média  $\pm$  desvio padrão, n=70. Valores na mesma coluna com letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ).

**Fig.2.** Eritrocytes parameters of acari-bola (*Peckoltia oligospila*) submitted at the transport stress. A) Eritrocytes; B) Eritroblast; C) Mean Corpuscular Volume (MCV); D) Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH) e E) Hematocrit. Mean  $\pm$  SD, n = 70. Values in the same column with same letter do not differ by Tukey test ( $p > 0.05$ )



**Fig.3.** Proteínas plasmáticas totais do acari-bola (*Peckoltia oligospila*) antes e após ser submetido ao estresse. Média e desvio Padrão, n=70. Valores na mesma coluna com letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

**Fig.3.** Total plasm protein of acari-bola (*Peckoltia oligospila*) submitted at the transport stress. Mean  $\pm$  SD, n = 70. Values in the same column with same letter do not differ by Tukey test ( $p > 0.05$ )

O hematócrito mostrou diminuição somente no período de 48 a 72h após estresse de transporte (Fig.2E) e os níveis de proteínas plasmáticas totais apresentaram aumento após 6h do transporte e diminuição após 72h (Fig.3). Os leucócitos observados no sangue de acari-bola foram somente linfócitos, monócitos e neutrófilos. Após estresse de transporte, não houve alterações significativas ( $p > 0,05$ ) nas contagens de leucócitos e trombócitos (Tabela 1).

No Quadro 1 estão descritos os parâmetros biométricos, número de leucócitos e trombócitos, níveis de hemoglobina e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), estes parâmetros hematológicos não apresentaram alterações significativas ( $p > 0,05$ ) em acari-bola submetido a estresse de transporte.

## DISCUSSÃO

Segundo Esteves (1998) os resultados das análises de água realizadas durante o experimento apresentaram valores dentro da faixa considerada normal para os rios amazônicos

o que nos permite considerar que os resultados obtidos neste ensaio durante a determinação do hemograma de estresse não teve influência do fator qualidade da água.

A hiperglicemia observada para o acari-bola as 0h, corrobora os resultados encontrados por Brandão et al. (2006) que estudando os efeitos de estresse de transporte, por 3 horas em pirarucu (*Arapaima gigas*) em densidade de 12 peixes por saco plástico de 60 L contendo 20 L de água, também observaram hiperglicemia com retorno aos níveis basais em 24h. Diversos outros estudos (Barcellos et al., 2001; Gomes et al., 2003abc) também relataram hiperglicemia por 24h, após estresse para diferentes espécies de peixes. Por outro lado, em salmão (*Salmo salar*) submetido a estresse, a hiperglicemia permaneceu até 48h (Iversen et al., 1998). Em matrinxã *Brycon amazonicus*, os níveis de glicose sanguínea somente retornaram aos valores basais em 96h após transporte (Carneiro et al., 2002). Todavia, essas diferenças são dependentes da intensidade do estímulo estressante e da espécie de peixe investigada. Assim, a glicemia tem sido considerada um bom parâmetro sanguíneo indicador de estresse para diferentes espécies peixes (Barcellos et al., 2001; Gomes et al., 2003a,b,c).

Esta hiperglicemia está relacionada à necessidade de energia do peixe submetido a estresse, o que ocasiona uma depleção das reservas de glicogênio hepático e aumento da glicogenólise, permitindo assim que ocorra essa elevação nos níveis plasmáticos de glicose (Mommsen et al., 1999). A hiperglicemia está principalmente relacionada à liberação de catecolaminas e cortisol (Morgan e Iwama 1997, Mommsen et al., 1999). O cortisol é o principal mediador dos mecanismos bioquímicos para disponibilizar energia adicional ao organismo quando em condições adversas (Mommsen et al., 1999; Inoue et al., 2010), como o estresse de transporte, porém este não foi determinado no presente trabalho.

Durante o estresse pode haver um aumento no número de eritrócitos em decorrência da necessidade de maior transporte de oxigênio para os tecidos. O número destas células pode aumentar por contração do baço que é um dos órgãos hematopoéticos (Gilmour 1997; Val et al., 2004). O aumento de adrenalina em decorrência do estresse causa essa contração esplênica, proporcionando a liberação de eritrócitos e eritroblastos na circulação (Val et al., 2004), confirmado pelo aumento dos número de ambas células em 0h após estresse, no presente estudo. Porém, a diminuição no número de eritroblastos e de eritrócitos totais associada com o aumento do VCM e HCM e manutenção do hematócrito às 6h podem estar relacionados com o melhor fornecimento de oxigênio para os tecidos. Por outro lado, a diminuição do hematócrito as 48 e 72h após estresse pode ser decorrente da entrada de água no plasma sanguíneo, que favorece o melhor fluxo sanguíneo causado por um possível desequilíbrio osmoregulatório (Carneiro e Urbinati 1998).

**Quadro 1.** Parâmetros hematológicos do acari-bola (*Peckoltia oligospila*) antes e após estresse de transporte que não apresentaram diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). Médias  $\pm$  desvio padrão,  $n=70$ .

	Basal	0h	6h	24h	48h	72h	96h
Hemoglobina(g/dL)	9,0 $\pm$ 0,8a	8,31 $\pm$ 3,7a	8,88 $\pm$ 1,2a	8,59 $\pm$ 3,0a	6,18 $\pm$ 6,1a	6,28 $\pm$ 2,6a	8,83 $\pm$ 3,7a
CHCM (g/dL)	35,58 $\pm$ 2,7a	39,88 $\pm$ 10,0a	37,99 $\pm$ 4,2a	31,58 $\pm$ 9,4a	29,8 $\pm$ 29,8a	33,61 $\pm$ 12,9a	33,75 $\pm$ 13,7a
Leucócitos ( $\mu$ L)	9360,00 $\pm$ 3116,4a	14249,44 $\pm$ 7807,3a	9498,88 $\pm$ 8359,5a	11848,50 $\pm$ 6260,4a	7830,75 $\pm$ 3594,9a	10125,50 $\pm$ 8032,9a	9971,00 $\pm$ 7757,3a
Trombócitos ( $\mu$ L)	3531,87 $\pm$ 1389,5a	3628,75 $\pm$ 1867,6a	1445,62 $\pm$ 768,3a	2783,61 $\pm$ 2109,5a	2845,00 $\pm$ 1929,6a	3673,75 $\pm$ 3275,6a	3756,25 $\pm$ 3503,3a
Linfócitos ( $\mu$ L)	6722,80 $\pm$ 2341,9a	9621,17 $\pm$ 5658a	3940,49 $\pm$ 2523,4a*	9193,18 $\pm$ 4665,8a	5082,69 $\pm$ 2340,9a	7353,63 $\pm$ 6345,1a	7079,04 $\pm$ 5937,9a
Neutrófilos ( $\mu$ L)	2090,56 $\pm$ 796,5a	3792,41 $\pm$ 2028a	3348,31 $\pm$ 2894,9a*	2009,29 $\pm$ 1438,1a	2280,92 $\pm$ 1184,2a	2293,21 $\pm$ 1674,2a	2353,19 $\pm$ 1719,5a
Monócitos ( $\mu$ L)	624,49 $\pm$ 409,8a	835,85 $\pm$ 459,7a	517,53 $\pm$ 496,9a*	646,02 $\pm$ 519,7a	467,13 $\pm$ 286,6a	478,65 $\pm$ 347,8a	538,76 $\pm$ 464,0a

CHCM: concentração de hemoglobina corpuscular média.

(\*) a soma destes valores não correspondem ao valor total de leucócitos em decorrência da retirada de valores *outliers*.

Os resultados de diminuição de hematócrito observados para o acari-bola são similares aos encontrados por Brandão et al. (2006) em estudos com pirarucus que também relataram redução no hematócrito somente após 48h do transporte. Porém, Gomes et al. (2003a) não observaram alterações no hematócrito de tambaqui após estresse de transporte.

As proteínas plasmáticas estão diretamente relacionadas com os processos fundamentais para o bom funcionamento do organismo, como por exemplo, o transporte de metabólitos, defesa humoral e coagulação (Satake et al., 2009). Para o acari do presente estudo, observou-se hipoproteinemia somente às 72h após transporte. A hipoproteinemia tem sido considerada indicador de estresse, pois o catabolismo de proteínas pode estar relacionado com os ajustes osmorregulatórios do peixe na tentativa de superar uma situação adversa como o estresse (Sancho et al., 1998; El-Sayed et al., 2007).

Segundo Tavares-Dias e Moraes (2004) dependendo do peixe os leucócitos predominante são os linfócitos, mas quando em situações estressantes é comum a ocorrência de linfocitopenia. Porém, estudos indicam que além da linfocitopenia, a neutrofilia e o monocitofilia são característicos em peixes submetidos a situações estressantes (Carneiro e Urbinati 1998, Martins et al., 2000; 2002, Tavares-Dias et al., 2001, Carneiro et al., 2002). Porém, em acari-bola, o estresse de transporte não influenciou as contagens de leucócitos, indicando que esse estresse não foi de magnitude significativa que pudesse comprometer o sistema imunológico celular.

## CONCLUSÃO

Neste ensaio de 96h, os resultados indicam que para o acari-bola o estresse de transporte causou alterações fisiológicas moderadas e que parecem não comprometer a saúde dos peixes após transporte. Porém, sugere-se que após procedimentos de transporte com acaris dessa espécie é importante um período de recuperação de pelo menos 24h, antes que os peixes sejam comercializados. Isso garantirá uma maior higidez dos peixes, com maior sobrevivência após um segundo procedimento de transporte, para um novo ambiente.

**Agradecimentos** - Os autores agradecem a CAPES pela Bolsa concedida ao primeiro autor. Ao CNPq pelo financiamento do projeto e pelas bolsas concedidas aos coautores.

1 Recebido em .....

Aceito para publicação em .....

<sup>2</sup> Instituto de Estudos Costeiros, Laboratório de Parasitologia e Piscicultura, Universidade Federal do Pará, Al. Leandro Ribeiro s/nº, bairro Aldeia, Bragança, PA 68600-000, Brasil. [msneves@ufpa.br](mailto:msneves@ufpa.br)

## REFERÊNCIAS

- ARMBRUSTER, J.W. The genus *Peckoltia* with the description of two new species and a reanalysis of the phylogeny of the genera of the Hypostominae (Siluriformes: Loricariidae). **Zootaxa Magnolia Press**, Auckland, New Zealand, p.76. 2008.
- BARCELLOS, L.J.G., WOEHL, V.M., WASSERMANN, G.F., QUEVEDO, R.M., ITTZÉS, I.; KRIEGER, M.H. Plasma levels of cortisol and glucose in response to capture and tank transference in *Rhamdia quelen* (Quoy e Gaimard), a South American catfish. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 32, p. 121-123, 2001.
- BRANDÃO, F.R.; GOMES, L.C.; CHAGAS, E.C. Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, n. 3, p. 349–356, 2006.
- CARNEIRO, P.C.F.; MARTINS, M.L.; URBINATI, E.C. Effect of sodium chloride on physiological response and the gill parasite, *Piscinoodinium* sp., in matrinxã, *Brycon cephalus* (Teleostei: Characidae) subjected to transport stress. **Journal Aquaculture Trop.**, New Delhi, v. 17, n. 4, p. 337-348, 2002.
- CARNEIRO, P.C.F.; URBINATI, E.C. Alterações metabólicas, hematológicas e osmorregulatórias do matrinxã *Brycon cephalus* causadas pelo estresse de transporte. In: Aqüicultura Brasil 1998, **Anais Recife**. Recife, v. 2, p. 609-620, 1998.
- EL-SAYED, Y.S.; SAAD, T.T.; EL-BAHR, S.M. Acute intoxication of deltamethrin in monosex Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* with special reference to the clinical, biochemical and haematological effects. **Environmental Toxicology Pharmacology**, v. 24, p. 212-217, 2007.
- ESTEVES, F.A. **Fundamentos da Limnologia**. Interciência, 2ª ed., Rio de Janeiro, 602p., 1998.
- GARCIA-NAVARRO, C.E.K. **Manual de Hematologia Veterinária**. 2.ed. São Paulo: Livraria Varela, p. 109-124, 2005.
- GILMOUR, K.M. Gas exchange. p.101-127. In: EVANS, D.H. (Ed.). **The Physiology of Fishes**. New York, USA. CRC Press, New York, 1997.
- GOLDENFARB, P.B.; BOWYER, F.P.; HALL, E.; BROUSIUS, E. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. **American Journal Clinical Patholog**, Philadelphia, v. 56, n. 1, p. 59-9, 1971.
- GOMES, L.C.; ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M.; ROUBACH, R.; CHIPPARI-GOMES, A.R.; LOPES, N.P.; URBINATI, E.C. Effect of fish density during transportation on stress

- and mortality of juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. **Journal of the World Aquaculture Society**, Stoneville, v. 34, n. 1, p. 76-84, 2003c.
- GOMES, L.C.; ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M.; ROUBACH, R.; URBINATI, E.C. 2003a. Avaliação dos efeitos da adição de sal e da densidade no transporte de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 283-290, 2003a.
- GOMES, L.C.; ROUBACH, R.; SANGRATI, B.; PEREIRA FILHO, M.; URBINATI, E.C. Transport of pirarucu *Arapaima gigas* juveniles in plastic bag. **Acta Amazônia**, Manaus, 33:637-642, 2003b.
- INOUE, L.A.K.A.; HACKBARTH, A.; MORAES, G. Benzocaína sobre respostas ao estresse do matrinxã submetido ao transporte em sacos plásticos. **Revista Brasileira de Saúde Prodrução**, An., v. 11, p. 909-918, 2010.
- ISHIKAWA, N.M.; RANZANI-PAIVA, M.J.T.; LOMBARDI, J.V. Metodologia para quantificação de leucócitos totais em peixe, *Oreochromis Niloticus*. **Archives of Veterinary Science**, Printed in Brazil, v. 13, n. 1, p. 54-63, 2008.
- IVERSEN, M.; FIRSTAD, B.; NILSSEN, K.J. Recovery from loading and transport stress in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 168, p. 387-394, 1998.
- MARTINS, M.L.; MORAES, F.R.; FUJIMOTO, R.Y.; NOMURA, DT.; FENERICK JR, J. Respostas do híbrido tambacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 macho x *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 fêmea) a estímulos simples ou consecutivos de captura. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 195-204, 2002.
- MARTINS, M.L.; MORAES, F.R.; MORAES, J.R.E.; MALHEIROS, E.C. Falhas na resposta do cortisol ao estresse por captura e por carragenina em *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae). **Acta Sciencie**, Maringá, v. 22, n. 2, p. 545-552, 2000.
- MOMMSEN, T.P.; VIJAYAN, M.M.; MOON, T.W. Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. **Veriews in Fish Biology and Fisheries**, Dordrecht v. 9, p. 211-268, 1999.
- MORGAN, J.D.; IWAMA, G.K. Measurements of stressed states in the field. In: IWANA, G.K. et al (Ed.). **Fish stress and health in aquaculture**. New York: Cambridge University Press 10:247-270, 1997.
- OLIVEIRA, A.M.B.M.S.; CYRINO, J.E.P. Estresse dos peixes em piscicultura intensiva. Revista Científica de Pesca, Aqüicultura e Limnologia. **Boletim do Instituto de Pesca**. São Paulo, v. 26, n. 1, p. 1678-2305, 2000.

- RANZANI-PAIVA, M.J.T. Células do sangue periférico e contagem diferencial de leucócitos de tainha *Mugil platanus* Günther, 1880 (Osteichthyes, Mugilidae) da região estuarino-lagunar de Caranéia – SP (Lat. 25° 00'S – Long. 47°55'W). **Boletim do Instituto de Pesca**. 22(1): 23-40, 1995.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SILVA-SOUZA, A.T. Hematologia de peixes brasileiros. In: RANZANI-PAIVA, M.J.T.; TAKEMOTO, R.M.; LIZAMA, M. DE LOS A.P. **Sanidade de Organismos Aquáticos**. Editora Varela. São Paulo, p.89-120, 2004.
- ROSENFELD, G. Corante pancrômico para hematologia e citologia clínica: nova combinação dos componentes do May-Grunwald e do Giemsa num só corante de emprego rápido. **Memórias do Instituto Butantan**, São Paulo, v. 20, p. 329-334, 1947.
- SANCHO, E.; FERRANDO, M.D.; FERNÁNDEZ, C.; ANDREU, E. Liver energy metabolism of *Anguilla anguilla* after exposure to fenitrothion. **Ecotoxicol Environ Saf.**, v. 41, p. 168-175, 1998.
- SATAKE, M.M.; HISANO, H.; PÁDUA, S.B.; TAVARES-DIAS, M. Relação peso-comprimento, fator de condição e parâmetros hematológicos de Dourado *Salminus brasiliensis* cultivado em condições experimentais. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Embrapa Agropecuário Oeste. 1ª Edição, ISSN 1679-0456, 51, junho, p.22, 2009.
- TAKAHASHI, L.S.; ABREU, J.S.; BILLER, J.D.; URBINATI, E.C. Efeito do ambiente pós-transporte na recuperação dos indicadores de estresse de pacus juvenis, *Piaractus mesopotamicus* 2 **Acta Science. Animal Sciencie**. Maringá, v. 28, n. 4, p. 469-475, 2006.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. **Hematologia de peixes teleósteos**. Ribeirão Preto, São Paulo p.144, 2004.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. Hematological parameters for the *Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1850 (Osteichthyes, Characidae) intensively bred. **Hidrobiológica**, v. 16, p. 271-274, 2006.
- TAVARES-DIAS, M.; SANDRIN, E.F.S.; MORAES, F.R.; CARNEIRO, P.C.F. Physiological Response of “Tambaqui” *Colossoma macropomum* (Characidae) to Acute Stress. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 43-48, 2001.
- TORRES, M. F. **A Pesca Ornamental na Bacia do Rio Guamá: Sustentabilidade e Perspectivas ao manejo**. Tese de Doutorado – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos – NAEA, Universidade Federal do Pará, Belém – PA, p.264, 2007.

- TORRES, M.F.; GIARIZZO, T.; CARVALHO, J.R.JR. Diagnóstico, Tendência, Análise e Políticas Públicas para o Desenvolvimento da Pesca Ornamental no Estado do Pará. Belém, **SEPAq**. p.41, 2008.
- URBINATI, E.C.; CARNEIRO, P.C.F. Prática de manejo e estresse dos peixes em piscicultura intensiva. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; CASTAGNOLLI, N. (Eds.). **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. São Paulo. Editora TecArt, p.171-193, 2004.
- VAL, A.L.; MENEZES, A.C.L.; FERREIRA, M.S.; SILVA, M.N.P.; ARAÚJO, R.M.; ALMEIDA-VAL, V.M.F. Estresse em peixes: respostas integradas para a sobrevivência e a adaptação. In: SILVA-SOUZA, A.T. (Ed.) **Sanidade de Organismos Aquáticos no Brasil**. Abrapoa. Maringá-PR. p.211-228, 2006.
- VAL, A.L.; SILVA, M.N.P.; VAL, V.M.F.A. Estresse em peixes – Ajustes fisiológicos e distúrbios orgânicos. p.75-88. In: RANZANI-PAIVA, M.J.T.; TAKEMOTO, R.M.; LIZAMA, M. DE LOS A.P. (Eds.) **Sanidade de Organismos Aquáticos**. Editora Varela, 2004.
- VALLADA, E.P. **Manual de Técnicas Hematológicas**. São Paulo. Editora Atheneu. p.2-104, 1999.

#### 4.4- CAPÍTULO IV

Resposta hematológica dos acaris pleco *Cochilodon* sp. e picoto *Hypostomus* sp.  
(Loricariidae) submetidos a estresse de transporte

Artigo formatado segundo normas da revista Pesquisa Veterinária Brasileira em  
Anexo 3.

**Resposta hematológica dos acaris pleco *Cochilodon* sp. e picoto *Hypostomus* sp. (Loricariidae) submetidos a estresse de transporte**

Mikaelle de S. Neves<sup>1,4</sup>, Márcia V.S. Couto<sup>2,4</sup>, Natalino C. Sousa<sup>2,4</sup>, Josiane N.S. Lopes<sup>1,4</sup> e Rodrigo Y. Fujimoto<sup>3,4</sup>

**ABSTRACT.** - Mikaelle de S. Neves, Márcia V.S. Couto, Natalino C. Sousa, Rudã F.B. Santos, Henrique M. Dias, Marcos Tavares-Dias & Rodrigo Y. Fujimoto. 2010. [Haematological response of acaris pleco *Cochilodon* sp. and picoto *Hypostomus* sp. (Loricariidae) submitted to transport stress] Resposta hematológica dos acaris pleco *Cochilodon* sp. e picoto *Hypostomus* sp. submetidos ao estresse de transporte. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 00(0):00-00. Instituto de Estudos Costeiros, Laboratório de Parasitologia e Piscicultura, Universidade Federal do Pará, Al. Leandro Ribeiro S/Nº, bairro Aldeia, Bragança, PA 68600-000, Brasil. E-mail: [msneves@ufpa.br](mailto:msneves@ufpa.br).

The present study evaluated the haematological response of ornamental acaris, pleco (*Cochilodon* sp. - L145) and picoto (*Hypostomus* sp. - L28) at the transport stress. The blood cell, leukocyte and trombocyte count, plasma glucose and total plasma proteins (TPP) was determined in 0, 6, 24, 48 and 72 hours after stress (constituted of 3 hours of transport). The baseline blood values were evaluated in the field, under minimum management stress as possible, to perform comparisons with the responses after stress. The acari-pleco presented decrease of total red blood cell at 6 and 24h and hemoglobin in the 24h, MCH in 0 to 48h and hematocrit in the 0h and increase in the quantity of glucose and erythroblasts at 6h, neutrophills at 0h and TPP at 0 to 48h. The acari-picoto presented decrease of the glucose in the 6h and increase of leukocytes, lymphocytes, monocytes, thrombocytes and TPP in the 48h and increase of the hematocrit, MCV and neutrophills in the 6h. No significative differences during observation period was observed to MCH, MCHC, red blood cell and erythroblast to acari-picoto and MCV, MCHC, total leukocytes, lymphocytes, monocytes and thrombocytes total to the acari-pleco. In this study hyperglycemic was observed in acari-pleco in the 6h after stress and decreased of plasma glucose, in the same period in acari-picoto, which presented increase of value only in 48h, revealing a delay in the response of stress. Thus, indicates a recuperation period approximately 48h to acari-pleco and the 72h to acari-picoto with objective ensure health and survival fish after new marketing.

INDEX TERMS: ornamental fish, blood, acaris, glucose.

**RESUMO:** Neste estudo avaliou-se a resposta hematológica dos acaris ornamentais pleco (*Cochilodon* sp. - L145) e picoto (*Hypostomus* sp. - L28) a estresse de transporte. Avaliou-se o eritrograma, leucograma, trombograma, glicose plasmática e proteínas plasmáticas totais

(PPT) as 0, 6, 24, 48 e 72 horas após um transporte simulado de 3 horas. O hemograma basal foi determinado em campo sob o mínimo possível de estresse para permitir comparações sanguíneas após o estresse de transporte. O acari-pleco apresentou diminuição de eritrócitos totais as 6 e 24h, hemoglobina as 24h, HCM das 0 as 48h e de hematócrito as 0h e aumento na glicose e eritroblastos as 6h, neutrófilos as 0h e PPT as 0 e 48h. Já o acari-picoto apresentou diminuição da glicose as 6h e aumento de leucócitos, linfócitos, monócitos, trombócitos e PPT as 48h e aumento do hematócrito, VCM e neutrófilos as 6h. Não houve diferenças significativas entre os períodos de observação para os parâmetros HCM, CHCM, eritrócitos e eritroblastos para o acari-picoto e VCM, CHCM, leucócitos, linfócitos, monócitos e trombócitos totais para o acari-pleco. Neste estudo, hiperglicemia foi observada em acari-pleco as 6h após estresse e hipoglicemia, no mesmo período, para o acari-picoto, o qual mostrou hiperglicemia apenas as 48h, revelando um atraso na resposta ao estresse. Assim, recomenda-se um período de recuperação de aproximadamente 48h para o acari-pleco e de 72h para o acari-picoto, a fim de assegurar a higidez e sobrevivência dos peixes após uma nova comercialização.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: peixes ornamentais, sangue, acarís, glicemia.

## INTRODUÇÃO

A captura de peixes ornamentais movimentam um importante comércio no estado do Pará, no qual os loricarídeos são apontados como o grupo dominante, por estarem representados pelas cinco primeiras espécies do ranking, rendendo aproximadamente 56% da receita gerada com a comercialização de espécies ornamentais, e são requisitados pelos aquarofilistas mundiais, principalmente da Europa e dos Estados Unidos (Chao, 2001; Torres, 2007; Torres et al. 2008). Segundo Torres et al. (2008) a captura e o comércio destes peixes são a fonte de renda para diversas famílias ribeirinhas que vivem na Amazônia, as quais se dedicam padrão ou integralmente a pesca de peixes.

A captura desordenada, as más condições de transporte, a manutenção e o manejo pós captura desses peixes ornamentais são causas de altas mortalidades (Gomes et al., 2003), que reduzem a produtividade e aumentam os custos da exploração. Assim, é necessário melhores condições de manutenção destes peixes com auxílio da piscicultura e através da otimização das condições de transporte, para diminuição da mortalidade.

A gestão de transferência de pescado (captura e transporte) a partir do ambiente natural para cativeiro ou entre explorações piscícolas diferentes é um fator de estresse, pois a condição ambiental na qual os peixes estão inseridos é importante para a manutenção da homeostasia. E dentre as linhas de estudo existentes, a hematologia representa um

importante ferramenta para a determinação de doenças e de estresse nos peixes (Ranzani-Paiva e Silva-Souza, 2004).

Alterações morfológicas, bioquímicas e fisiológicas resultantes da ação de agentes estressores (transporte e manejo inadequados) constituem o que Selye (1950) denominou de Síndrome Geral de Adaptação (SGA), a qual é constituída por três fases: a de alarme na qual o organismo sente o estímulo estressante; a de resistência na qual o organismo sofre modificações na tentativa de se adaptar ao estresse, atingindo um novo patamar de equilíbrio e a de exaustão, no qual o organismo perde a capacidade de adaptação com quebra da homeostase.

Diversos fatores são considerados como estressantes para peixes e a má condição de transporte é um deles, pois pode ocasionar a diminuição da resistência, que por consequência aumenta as infestações parasitárias e bacterianas, ocasionando a morte dos peixes (Lim et al. 2003). Porém, poucas pesquisas sobre o manejo e saúde dos acaris ornamentais foram realizadas, sendo que altas taxas de mortalidades, em torno de 50%, são reportadas para as espécies de peixes ornamentais da Bacia Amazônica, cujas causas são atribuídas a diversas condições causadoras de estresse (Leite e Zuanon, 1991; Adeodato e Oliveira, 1994).

Como exposto acima é notório a carência de estudos sobre a saúde destes peixes ornamentais para que se assegure a obtenção e comercialização de peixes com melhor higidez, que suportem o transporte e com baixa mortalidade, favorecendo a diminuição da pressão sobre os estoques naturais, minimizando as perdas pós-captura, aumentando o potencial de exploração econômico das espécies ornamentais dos igarapés da região. Assim com o intuito de contribuir com o conhecimento da fisiologia, este trabalho tem como objetivo avaliar a resposta hematológica dos acaris ornamentais pleco *Cochilodon* sp. e picoto *Hypostomus* sp. (Loricariidae) submetidos ao estresse de transporte.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Captura dos peixes, coleta sanguínea basal e procedimentos de análises

Foram capturados cento e vinte espécimes sendo 60 de acaris pleco e 60 de acari picoto, com peso médio de  $43,77 \pm 6,20$ g e  $18,71 \pm 6,66$ g, comprimento padrão de  $11,79 \pm 2,85$ cm e  $8,60 \pm 1,0$ cm e total de  $15,44 \pm 3,0$ cm e  $10,74 \pm 1,2$ cm, respectivamente. Os acaris foram capturados na Bacia do Médio Rio Guamá (S01°34'04.6" W47°01'50.3") município de Capitão Poço, Nordeste Paraense, Brasil, com auxílio dos pescadores locais. A identificação taxonômica dos Loricarídeos é complexa, pois trata-se de um grupo de peixes que

apresentam a chave de classificação com modificações frequentes, em virtude dessa problemática os acaris estudados foram identificados com o auxílio do código L, quando não era possível identifica-lo até a espécie, o qual é aceito e utilizado pelos exportadores mundiais (Planetcatfish, 2010).

Os acaris foram mantidos em tanques de tela submersos no próprio Rio Guamá, com troncos e substratos para simular o ambiente natural e também para fornecer alimentação natural para estes peixes, visto o seu habito alimentar ser planctófago. Os acaris permaneceram nestes tanques até que se completasse o lote e diminuísse o estresse de captura. Este período de aclimação durou aproximadamente 10 dias. Posteriormente realizou-se as coletas sanguíneas em dez acari-pleco e dez acari-picoto, para a determinação o hemograma basal, anteriormente a realização do estresse de transporte.

As coletas sanguíneas do pós-estresse foram realizadas por punção caudal com o auxílio de seringas e agulhas previamente umedecidas com EDTA (10%), ainda no local de captura logo após a retirada dos espécimes do referido tanque, de modo que este procedimento levou em média 30 segundos. Após esta etapa os peixes foram transportados por cerca de três horas até o Laboratório de Ictioparasitologia e Piscicultura da UFPA, *Campus* de Bragança (PA). Separou-se os espécimes em grupos de 10, totalizando 5 grupos de acari-pleco e 5 grupos de acari-picoto. Cada grupo foi embalado em sacos plásticos de 20L, com 6L de água, correspondendo 1/3 do seu volume, os outros 2/3 foram preenchidos com ar. Então, estes sacos plásticos foram amarrados e transportados por 3 horas em um veículo até o laboratório, de forma a simular o processo de comercialização destes peixes na região, no que se refere a embalagem, densidade (aproximadamente 1,5 peixe /L) e período de transporte.

Ao chegarem ao laboratório, os peixes foram distribuídos em caixas de água de 300L com sistema de recirculação, os quais foram aclimatados por cerca de 20 minutos, antes da primeira retirada sanguínea pós-estresse (0h). As demais amostras sanguíneas foram coletadas em 6, 24, 48 e 72 horas pós-estresse, sendo que em cada tratamento utilizou-se 10 peixes. Todos os peixes foram pesados e medidos (comprimento total e padrão) posteriormente a retirada da amostra sanguínea.

Em cada amostra de sangue foi determinada os níveis de glicose sanguínea (mg/dL) utilizando o medidor automático Prestige IQ 50. O hematócrito (%) foi determinado pelo método de microhematócrito (Goldenfarb et al., 1971), a hemoglobina (g/dL) com o auxílio do aparelho Celm 500 e Celm 550 e a contagem de eritrócitos totais ( $\mu\text{L}$ ) em câmara de Neubauer (Garcia-Navarro, 2005). De posse destes dados de eritrócitos, hematócrito e hemoglobina foram calculados os índices hematimétricos (Vallada, 1999): Volume Corpuscular Médio (VCM), Hemoglobina Corpuscular Média (HCM) e Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (CHCM). Para a determinação dos níveis de proteína

plasmática total (g/dL) utilizou-se refratômetro (Quimis<sup>®</sup>). Extensões sanguíneas foram confeccionadas, secas ao ar e coradas pancromicamente (Rosenfeld, 1947) para a contagem de leucócitos, trombócitos e eritroblastos totais (Tavares-Dias e Moraes, 2004) e contagem diferencial de leucócitos (Ranzani-Paiva, 1995). Os procedimentos de análises sanguíneas foram realizados igualmente, para determinar as características padrões e posteriores ao estresse de transporte estabelecido.

As análises de qualidade de água foram realizadas em campo no momento da retirada dos peixes para a determinação do quadro hematológico basal e no momento em que os peixes foram embalados para a realização do transporte. Para tanto utilizou-se o aparelho Quimis<sup>®</sup> Q-400BC/BD para a determinar o pH, e o OXYGEN METER LT Lutron DO-5519 para determinar a temperatura e o oxigênio dissolvido.

### **Análises estatísticas**

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando F foi significativo ( $p < 0,05$ ) realizou-se o teste de Tukey para comparação das médias ( $p < 0,05$ ). Realizou-se o também o teste de normalidade com base nos desvios para verificação e eliminação de indivíduos *outliers*.

## **RESULTADOS**

Durante a coleta dos acaris os dados de qualidade da água do Rio Guamá apresentaram-se com temperatura de 24,8 °C, oxigênio dissolvido de 6,3 mg.L<sup>-1</sup>, condutividade 22,8 mS.cm<sup>-1</sup> e pH 6,4.

Para o acari-pleco observou-se diminuição na quantidade de eritrócitos às 6 e 24h de estresse por transporte (Fig.2A), de hemoglobina em 24h (Fig.1C), de HCM das 0 as 48h (Fig.2D) e de hematócrito as 0h (Fig.2E) e aumento na quantidade de glicose e eritroblastos as 6h (Fig. 1A-2B), de neutrófilos as 0h (Fig.4A) e de PPT as 0 e 48h (Fig.2F).

Já para o acari-picoto observou-se diminuição da glicose em 6h após transporte (Fig.1B) e aumento no mesmo momento de coleta do hematócrito (Fig.3B), VCM e neutrófilos (Fig.3A-4D). Em 48h observou-se aumento da quantidade dos leucócitos (Fig.4B), linfócitos (Fig.4C), monócitos (Fig.4E), trombócitos (Fig.4F) e PPT as 48h (Fig.3C).

Não houve diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os períodos de observação para os parâmetros VCM, CHCM, leucócitos, linfócitos, monócitos e trombócitos para o acari-pleco e HCM, CHCM, eritrócitos e eritroblastos para o acari-picoto.

## DISCUSSÃO

Os parâmetros de água se mantiveram dentro da faixa considerada normal para os rios amazônicos (Esteves, 1998), o que nos permite considerar que a qualidade da água não influenciou nos resultados do hemograma dos peixes submetidos ao estresse de transporte.

Neste ensaio, observou-se hiperglicemia para o acari-pleco após 6 horas de estresse, o inverso foi observado para o acari-picoto no mesmo período, sendo que somente em 48 horas pós estresse é que foi observada elevação da glicose sanguínea para o acari-picoto. A hipoglicemia em situações estressantes não é relatada na literatura, exceto quando relacionada com contaminantes químicos como o chumbo, indicando estresse crônico (Winkaler et al. 2001). Tal resultado demonstra que o acari-picoto apresenta uma resposta tardia ao estresse de transporte ao qual foi submetido.

Segundo Acerete et al. (2004) e Iwama et al. (2004) a determinação da glicose sanguínea é um importante ferramenta para diagnosticar estresse em peixes. Sendo que diversos autores citam a hiperglicemia como uma resposta fisiológica secundária clássica aos vários estímulos estressores (Barton e Iwama, 1991; Wendelaar Bonga, 1997; Barton, 2000; Urbinati e Carneiro, 2001; Acerete et al. 2004; Val et al. 2004; Tavares-Dias e Moraes, 2004), decorrente das respostas primárias representadas principalmente pela liberação para a circulação de alguns hormônios de estresse como o cortisol e catecolaminas (Mommsen et al. 1999; Val et al. 2004). Essa liberação de glicose tem como grande objetivo dispor energia principalmente para o sistema nervoso e para os músculos como preparo para a fuga ou enfrentamento da situação estressante (Bullis, 1993; Wendelaar Boga, 1997), permitindo que o organismo se adapte a esta situação, através do estabelecimento de um novo patamar de equilíbrio orgânico (Schalch et al. 2005).

Houston et al. (1996) e Pimpão (2006) afirmaram que após o estresse o organismo pode apresentar hemoconcentração ou hemodiluição por disfunção osmorregulatória, este quadro é resultado de alterações em alguns parâmetros hematológicos como a concentração de hemoglobina e o hematócrito. Assim, pode-se inferir que o acari-pleco apresentou um quadro eritrocitário de hemodiluição em 0h caracterizada pela manutenção da quantidade de eritrócitos, VCM e hemoglobina, mas com diminuição do HCM e do hematócrito o que pode ser um reflexo de entrada de água no plasma. Tal quadro também foi complementado com o aumento da quantidade de proteínas plasmáticas totais, o que pode ser um reflexo da perda de água do plasma, por possíveis disfunções osmorregulatórias, haja vista que o VCM não apresentou diferença significativa entre os períodos observados. Vale ressaltar que, em seguida, em 6 e 24h ocorreu também diminuição na quantidade de eritrócitos e em 24h na concentração de hemoglobina. Urbinati e Carneiro (2001) também apontam alterações na concentração de hemoglobina e no

hematócrito acompanhadas por hiperglicemia e diminuição do número de linfócitos como respostas ao estresse.

Já os resultados de eritrograma encontrado para o acari-picoto foi diferente quando comparado ao observado para o acari-pleco, com aumentos apenas no VCM e hematócrito, após 6h do estresse, além de apresentar também elevação nos valores de proteínas plasmáticas totais a partir de 0h. Tais alterações podem ser decorrentes de distúrbios osmorregulatórios o que pode ter causado o deslocamento de água do plasma sanguíneo para o interior dos eritrócitos aumentando assim o VCM, o que acarretou o aumento também de hematócrito e por consequência uma concentração de proteínas totais no plasma sanguíneo no mesmo período observado pós-estresse onde o peixe tenta reestabelecer sua homeostase.

Em 24h após o estresse o acari-pleco também apresentou um quadro de deficiência no processo de fornecimento de oxigênio para os tecidos, pois observou-se diminuição do número de eritrócitos, hemoglobina total, HCM e hematócrito. Anteriormente a este período, observou-se também que ocorreu aumento na quantidade de eritroblastos circulantes as 0 e 6h após o estresse, talvez com o objetivo de tentar superar a situação estressante e reestabelecer o fornecimento adequado do oxigênio aos tecidos para reaver a homeostase (Ranzani-Paiva e Silva-Souza 2004).

Os resultados do leucograma registrados neste ensaio para os acaris pleco e picoto corroboram, em parte, o descrito para diversas espécies de peixes quando em situação de estresse. A linfocitopenia e neutrofilia são respostas leucocitárias indicadoras de estresse em peixes. Porém, para o acari-pleco observou-se apenas neutrofilia, enquanto que para o acari-picoto ocorreu leucocitose caracterizada por neutrofilia, linfocitofilia e monocitofilia, em tempos distintos (Tavares-Dias et al. 2001; Martins et al. 2000, 2002; Carneiro et al. 2002; Campbell 2004; Silveira-Coffigny et al. 2004; Urbinai e Carneiro 2004; Abreu e Urbinati 2006).

Segundo Vale et al. (2002) e Roitt et al. (2003) os neutrófilos contribuem na defesa contra infecções por possuírem capacidade fagocítica, sendo os primeiros leucócitos a realizar diapedese quando se aproximam de uma inflamação. Ghirdelli et al. (2006) ressaltaram que estas células podem ser produzidas em maior quantidade quando o peixe se encontra em condições estressantes, corroborando os dados encontrados para ambos os acaris. Essa leucocitose em acari-picoto corrobora afirmação de Tavares-Dias et al. (2001), os quais relataram que em resposta ao estímulo estressor pode ocorrer contração do baço por efeito simpático e consequente liberação de leucócitos para a circulação.

Em contra partida Campbell (2004) afirmou que a linfocitopenia pode ser decorrente de processo de imunossupressão relacionado ao excesso de glicocorticóides. Tavares-Dias et al. (2001) relataram que o estresse bloqueia a produção dos linfócitos e causa neutrofilia

e monocitopenia, porém o inverso foi observado para acari-picoto quanto ao número de linfócitos e monócitos circulantes. Essa diferença de resposta para os acaris pode ser devido a rusticidade e resistência ao manejo dessa espécie em comparação com demais peixes.

## CONCLUSÃO

O estresse de transporte de 3 horas, estabelecido neste ensaio, desencadeou respostas hematológicas moderadas para os acaris pleco e picoto, mas distintas entre estes, tanto fisiologicamente quanto nos tempos em que ocorreram. O acari-pleco apresentou hiperglicemia, alteração hematológica clássica indicadora de estresse, enquanto que o acari-picoto apresentou hipoglicemia no mesmo tempo após o estresse. Recomenda-se assim que após o manejo de transporte com estas espécies de acaris se estabeleça um período de recuperação de aproximadamente 48h para o acari-pleco e de 72h para o acari-picoto, a fim de assegurar a higidez e sobrevivência dos peixes após uma nova comercialização.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES pela Bolsa concedida ao primeiro autor. Ao CNPq pelo financiamento do projeto e pelas bolsas concedidas aos coautores.

## REFERÊNCIAS

- Abreu, J.S. & Urbinati, E.C. 2006. Physiological responses of matrinxã *Brycon amazonicus* fed different levels of vitamin C and submitted to air exposure. *Acta Amaz.*, 36:519-524.
- Acerete, L.; Balasch, J.C.; Espinosa, E.; Josa, A. & Tort, L. 2004. Physiological response in Eurasian Perch (*Perca fluviatilis*) subjected to stress to transport and handling. *Aquac.* 237:167-178.
- Adeodato, S. & Oliveira, M. 1994. Nossos preciosos peixes de exportação. *Globo Ciênc.*, 3(34):68-73.

- Barton, B.A. & Iwama, G.K. 1991. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *An. Rev. Fish Dis. Danvers* 1:3-26.
- Barton, B.A. 2000. Salmonid fishes differ in their cortisol and glucose responses to handling and transport stress. *North Amer. J. Aquac.*, Bethesda, 62(1):12-18.
- Bullis, R.A. 1993. Clinical pathological of temperature freshwater and estuarine fishes. In: Stoskopf, M.K.(ed). *Fish medicine*. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 232-239p.
- Campbell, T.W. 2004. Hematology of lower vertebrates. In: 55th Annual meeting of the American College of Veterinary Pathologists (ACVP) and 39th Annual meeting of the American Society of Clinical Pathology (ASVCP). ACVP and ASVCP (Eds.), Middleton WI, USA. International Veterinary Information Service, Ithaca NY ([www.ivis.org](http://www.ivis.org)), 1214.1104p.
- Carneiro, P.C.F.; Martins, M.L. & Urbinati, E.C. 2002. Effect of sodium chloride on physiological response and the gill parasite, *Piscinoodinium* sp., in matrinxã, *Brycon cephalus* (Teleostei: Characidae) subjected to transport stress. *J. Aquac. Trop.*, New Delhi 17(4):337-348.
- Chao, N.L. 2001. The fishery diversity and conservation of ornamental fishes in the Rio Negro Basin, Brasil: A review of Project Piaba (1989 - 1999). In: Chao, N.L.; Petry, P.; Prang, G.; Sonnenschein L.; Tlusty M.T. eds: Conservation and management of ornamental fish resources of the Rio Negro Basin, *Amazonia Brasil - Project Piaba*. Editora da Universidade do Amazonas, Manaus. 161-204p.
- Esteves, F.A. Fundamentos da Limnologia. Interciência, 2ª ed., Rio de Janeiro, 602p., 1998.
- Garcia-Navarro, C.E.K. Manual de Hematologia Veterinária. 2.ed. São Paulo: Livraria Varela, p.109-124, 2005.
- Ghirdelli, L.; Martins, M.L.; Yamashita, M.M & Jerônimo, G.T. 2006. Hematologia de *Oreochromis niloticus* (Cichlidae) e *Cyprinus carpio* (Cyprinidae) mantidos em diferentes condições de manejo e alimentação no Estado de Santa Catarina, Brasil. *Acta Sci. Biol. Sci. Maringá*, 28(4): 319-325.
- Goldenfarb, P.B.; Bowyer, F.P.; Hall, E. & Brousius, E. 1971. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. *Amer. J. Clin. Path.*, Philadelphia 56(1):59-9.
- Gomes, L.C.; Araújo-Lima, C.A.R.M.; Roubach, R.; Chippari-Gomes, A.R.; Lopes, N.P. & Urbinati, E.C. 2003. Effect of fish density during transportation on stress and mortality of juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. *J. World Aquac. Soc.*, Stoneville 34(1):76-84.

- Houston, A.H.; Dobric, N. & Kahurananga, R. 1996. The nature of hematological response in fish. *Fish Physiol. Biochem.*, Amsterdam, 15: 339-347.
- Iwama, G.K.; Afonso, L.O.B. & Vijayan, M.M. 2004. Stress in fish. Aquanet Workshop on fish welfare, Campbeel River, Canada.
- Leite, R.G. & Zuanon, J. 1991. "Peixes ornamentais – aspectos de comercialização, ecologia, legislação para um melhor aproveitamento". In: Val, L.; Figliuolo, R. & Feldberg, E. Bases científicas para estrat de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas, vol. 1. Manaus, Inpa, 331p.
- Lim, L. C.; Dhert, P. & Sorgeloos, P. 2003. Recent developments and improvements in ornamental fish packaging systems for air transport. *Aquacult. Resea.*, 34:923-935.
- Martins, M.L.; Moraes, F.R.; Fujimoto, R.Y.; Nomura, DT. & Fenerick Jr, J. 2002. Respostas do híbrido tambacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 macho x *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 fêmea) a estímulos simples ou consecutivos de captura. *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo 28(2):195-204.
- Martins, M.L.; Moraes, F.R.; Moraes, J.R.E. & Malheiros, E.C. 2000. Falhas na resposta do cortisol ao estresse por captura e por carragenina em *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae). *Acta Scien.*, Maringá 22(2):545-552.
- Mommsen, T.P.; Vijayan. M.M. & Moon, T.W. 1999. Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. *Ver. Fish Biol. Fish.*, Dordrecht 9:211-268.
- Pimpão, C.T. 2006. Avaliação aguda dos efeitos toxicológicos da deltametrina em uma espécie de peixe fluvial nativo: estudo bioquímico e imunológico. Tese (Doutorado em Saúde animal) – Setor de tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 102p.
- Planetcatfish, 2010. <http://www.Cat-eLog/All-L/Numbers> Acessado em 12/01/2010.
- Ranzani-Paiva, M.J.T. & Silva-Souza, A.T. 2004. Hematologia de peixes brasileiros. p.89-120. In: Ranzani-Paiva, M.J.T., Takemoto, R.M. & Lizama, M. de los A.P. Sanidade de Organismos Aquáticos. Editora Varela. São Paulo.
- Ranzani-Paiva, M.J.T. 1995. Células do sangue periférico e contagem diferencial de leucócitos de tainha *Mugil platanus* Günther, 1880 (Osteichthyes, Mugilidae) da região estuarino-lagunar de Caranéia – SP (Lat. 25° 00'S – Long. 47°55'W). *Bol. Inst. Pesca.* 22(1): 23-40.
- Roitt, I.M. Imunologia. 6. ed. São Paulo: Manole, 2003.
- Rosenfeld, G. 1947. Corante pancrômico para hematologia e citologia clínica: nova combinação dos componentes do May-Grunwald e do Giemsa num só corante de emprego rápido. *Mem.Inst. Butantan*, São Paulo 20:329-334.
- Schalch, S.H.C.; Belo, M.A.A.; Soares, V.E.; Moraes, J.R.E. & Moraes, F.R. 2005. Eficácia do diflubenzuron no controle de *Dolops carvalhoi* (Crustacea: Branchiura) em

- jovens pacus *Piaractus mesopotamicus* (Osteichthyes: Characidae) naturalmente infectados. *Acta Sci. Anim. Sci. Maringá*, 27(2):297-302.
- Selye, H. 1950. Stress and the general adaptation syndrome. *Brit. Med. J. London*, 1:1383-1392.
- Silveira-Coffigny, R.; Prieto-Trujillo, A. & Ascencio-Valle, F. 2004. Effects of different stressors in haematological variables in cultured *Oreochromis aureus* S. Comp. Biochem. Physiol. C. 139(4):245-250.
- Tavares-Dias, M. & Moraes, F.R. 2004. Hematologia de peixes teleósteos. Ribeirão Preto, São Paulo p.144.
- Tavares-Dias, M. & Moraes, F.R. 2006. Hematological parameters for the *Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1850 (Osteichthyes, Characidae) intensively bred. *Hidrobiológica* 16: 271-274.
- Tavares-Dias, M.; Sandrin, E.F.S.; Moraes, F.R. & Carneiro, P.C.F. 2001. Physiological Response of “Tambaqui” *Colossoma macropomum* (Characidae) to Acute Stress. *Bol. Inst. Pesca, São Paulo* 27(1):43-48.
- Torres, M.F. 2007. A Pesca Ornamental na Bacia do Rio Guamá: Sustentabilidade e Perspectivas ao manejo. Tese de Doutorado – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos – NAEA, Universidade Federal do Pará, Belém – PA, p.264.
- Torres, M.F.; Giarizzo, T. & Carvalho, J.R.Jr. 2008. Diagnóstico, Tendência, Análise e Políticas Públicas para o Desenvolvimento da Pesca Ornamental no Estado do Pará. Belém, SEPAq. p.41.
- Urbinati, E.C. & Carneiro, P.C.F. 2001. Metabolic and hormonal responses of matrixã, *Brycon cephalus* (Teleost: Characidae) to transport stress under influence benzocaine. *J. Aqua. Trop.* 16(1):75-85.
- Urbinati, E.C. & Carneiro, P.C.F. 2004. Prática de manejo e estresse dos peixes em piscicultura intensiva. p.171-193. In: Cyrino, J.E,P, Urbinati, E.C. & Castagnolli, N. (Eds.). *Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva*. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. São Paulo. Editora TecArt.
- Val, A.L., Silva, M.N.P. & Val, V.M.F.A. 2004. Estresse em peixes – Ajustes Fisiológicos e Distúrbios Orgânicos. Em: *Sanidade de Organismos Aquáticos*. Ranzani-Paiva, M.J.T.; Takemoto, R.M. & Lizama, M. de los A.P. Editora Varela.p. 75-88.
- Vale, A.; Afonso, A. & Silva, M.T. 2002. The professional phagocytes of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.): cytochemical characterisation of neutrophils and macrophages in the normal and inflamed peritoneal cavity. *Fish Shellfish Immunol.*, Aberdeen, 13:183-198.
- Vallada, E.P. 1999. Manual de Técnicas Hematológicas. São Paulo. Editora Atheneu. p.2-104.

Wendelaar Bonga S.E. 1997. The stress response in fish. *Physiological Reviews* 77, 591-625.

Winkaler, E.U.; Silva, A.G.; Galindo, H.C. & Martinez, C.B.R. 2001. Biomarcadores histológicos e fisiológicos para o monitoramento da saúde de peixes de ribeirões de Londrina, Estado do Paraná. *Acta Scientiarum*. Maringá, 23(2):507-514.

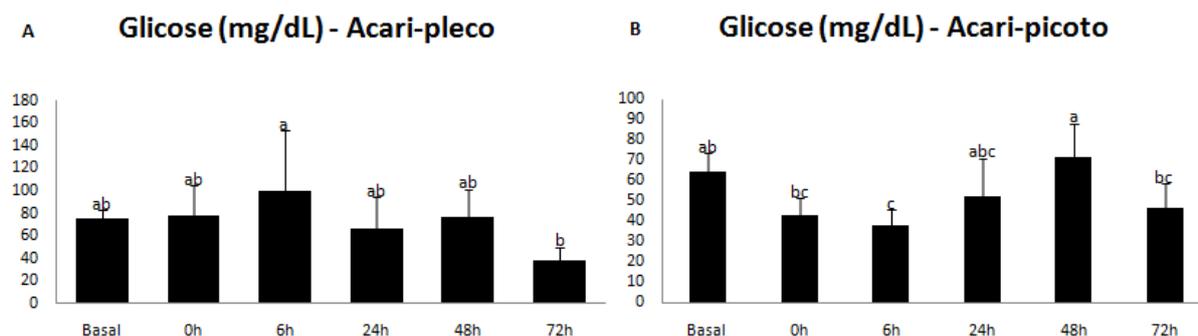
### Legendas das Figuras

**Fig.1.** Glicose dos acaris pleco (*Cochilodon* sp. - L145) (A) e picoto (*Hypostomus* sp. - L28) (B) antes e após serem submetidos ao estresse de transporte. Média  $\pm$  desvio padrão, n=120. Valores na coluna com letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ).

**Fig.2.** Parâmetros eritrocitários do acari-pleco (*Cochilodon* sp. - L145) antes e após ser submetido ao estresse de transporte. A) Eritrócitos; B) Eritroblastos; C) Hemoglobina Total; D) Hemoglobina Corpuscular Média (HCM); E) Hematócrito; e F) Proteínas Plasmáticas Totais. Média  $\pm$  desvio padrão, n=60. Valores na mesma coluna com letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ).

**Fig.3.** Parâmetros eritrocitários do acari-picoto (*Hypostomus* sp. - L28) antes e após ser submetido ao estresse de transporte. A) Volume Corpuscular Médio (VCM); B) Hematócrito; e C) Proteínas Plasmáticas Totais. Média  $\pm$  desvio padrão, n=60. Valores na mesma coluna com letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ).

**Fig.4.** Parâmetros leucocitários e trombocíticos dos (*Cochilodon* sp. - L145) e picoto (*Hypostomus* sp. - L28) antes e após serem submetidos ao estresse de transporte.. A) Neutrófilos do acari-pleco; B) Leucócitos totais do acari-picoto; C) Linfócitos do acari-picoto; D) Neutrófilos do acari-picoto; E) Monócitos do acari-picoto; e F) Trombócitos totais do acari-picoto. Média  $\pm$  desvio padrão, n=60. Valores na mesma coluna com letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ).



**Figura 1**

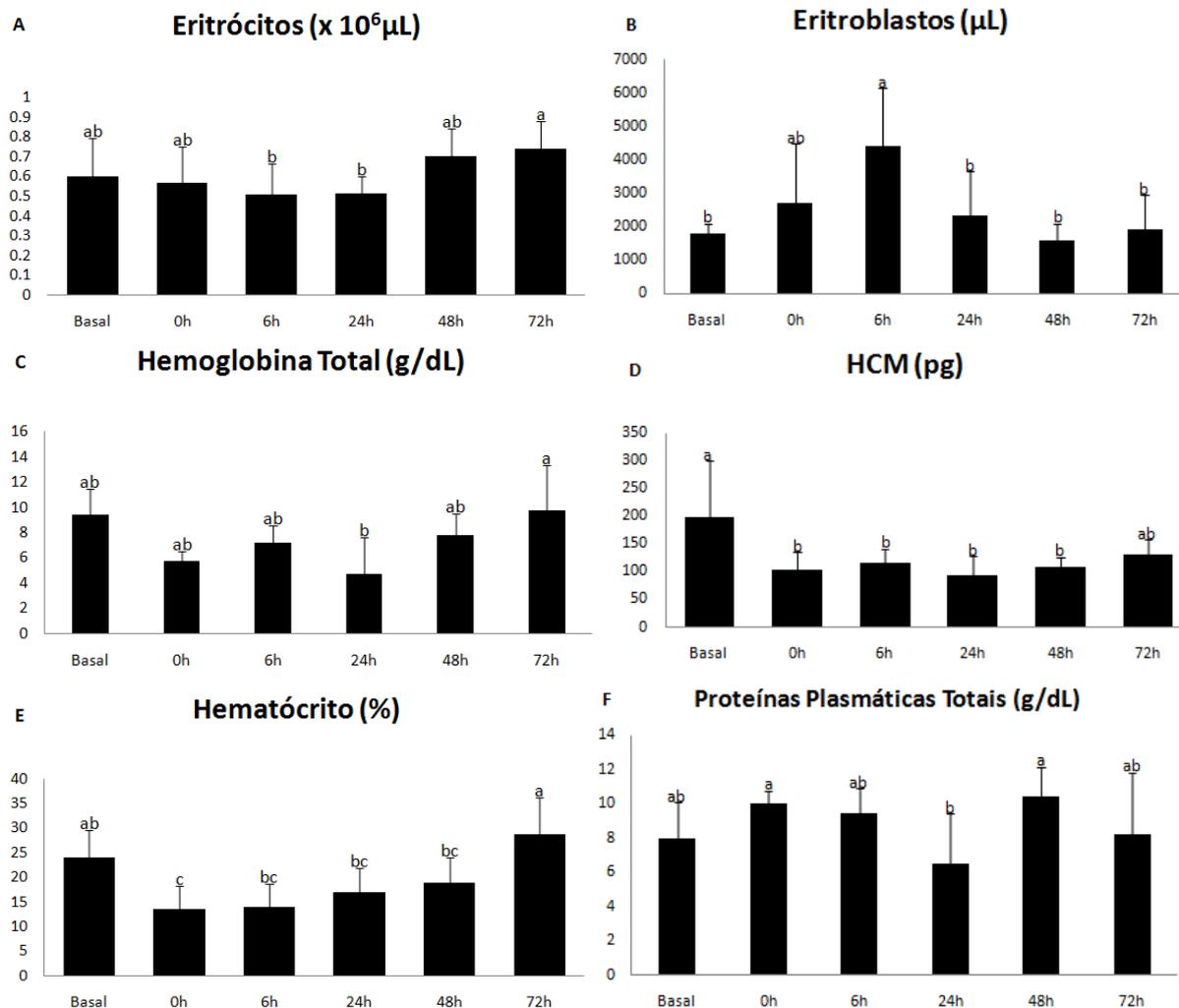


Figura 2

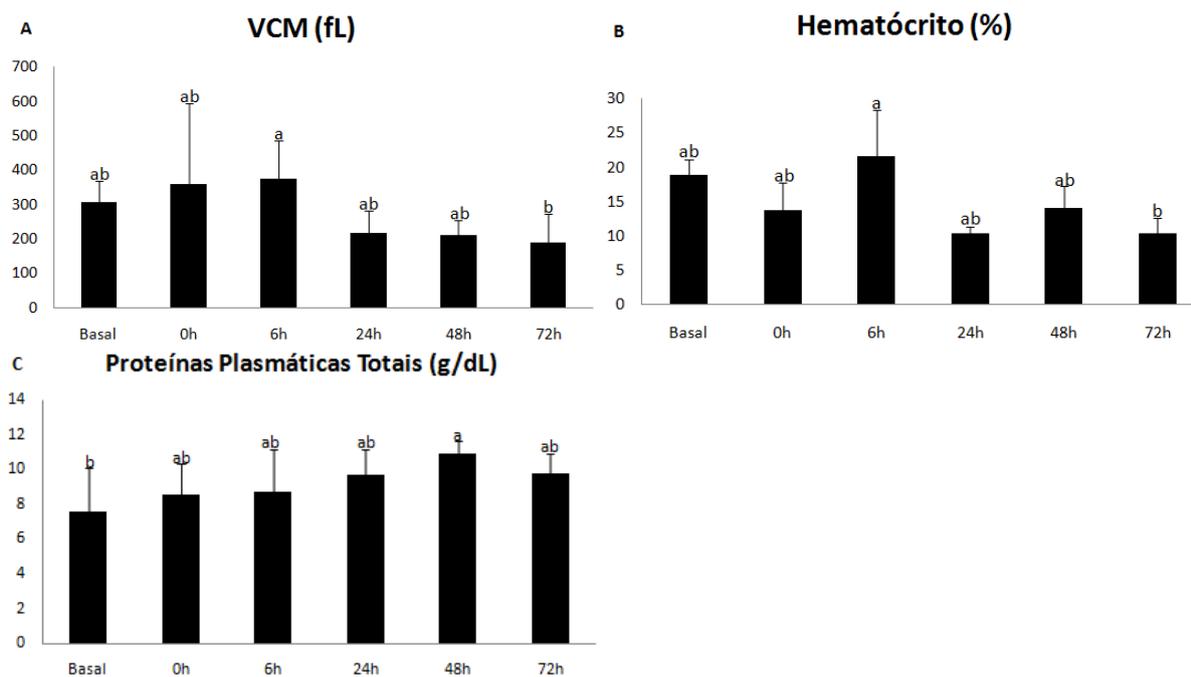


Figura 3

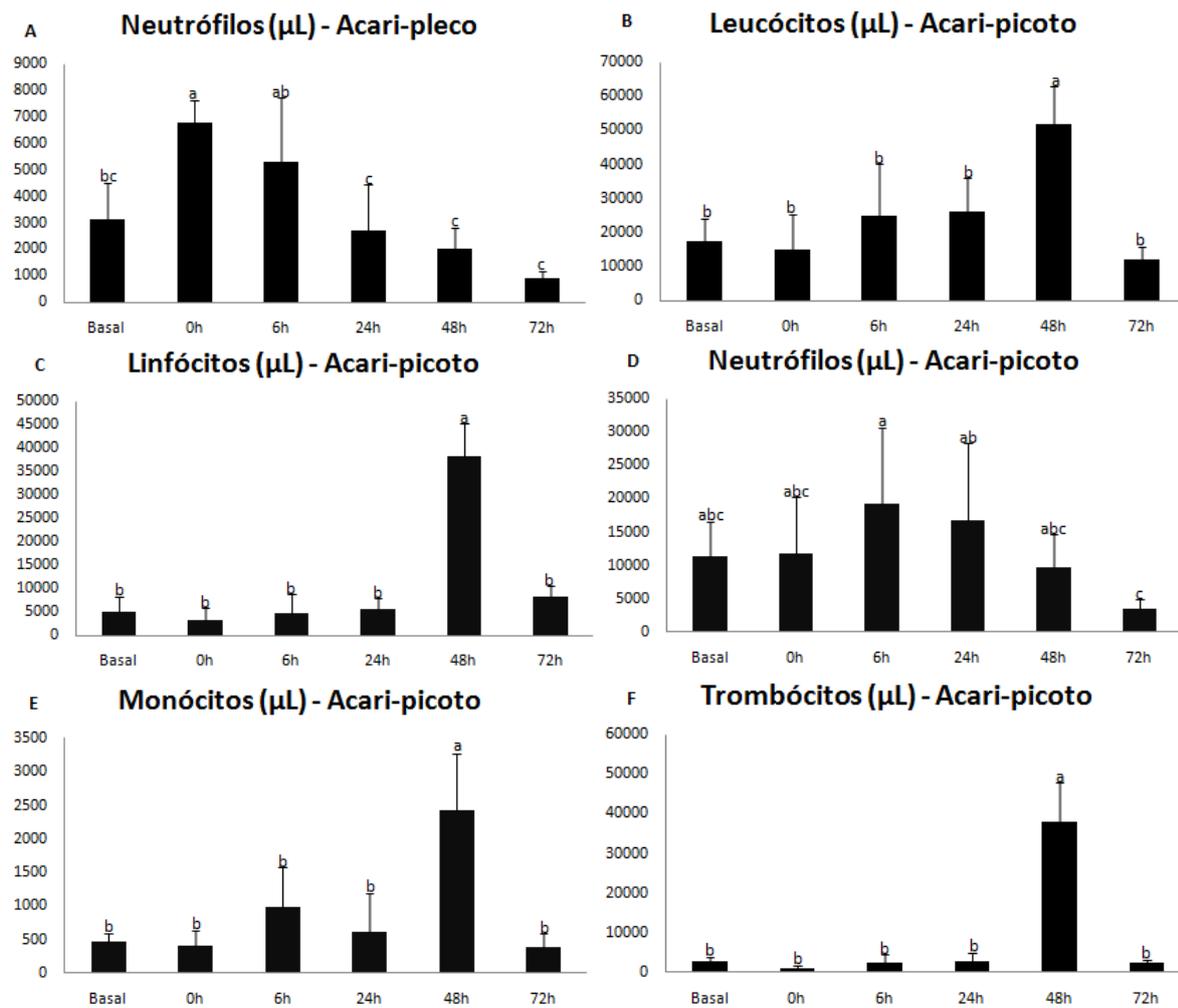


Figura 4

**Quadro 1.** Parâmetros hematológicos do acari pleco (*Cochilodon* sp. - L145) antes e após estresse de transporte. Médias e desvio padrão, n=60. Valores na mesma linha com letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ).

	Pleco ( <i>Cochilodon</i> sp.)					
	Basal	0h	6h	24h	48h	72h
VCM (fL)	401,81±148,6a	262,02±111,9a	262,75±124,2a	341,90±122,0a	275,17±77,5a	375,64±73,6a
CHCM (g/dL)	46,50±23,2a	47,74±28,7a	55,23±32,2a	28,46±6,7a	38,78±8,9a	36,59±10,8a
Leucócitos ( $\mu$ L)	11665,50±10482,1a	16673,00±7379,0a	13036,79±8719,6a	9578,75±5963,5a	8738,21±2694,2a	4890,35±2002,3a
Trombócitos ( $\mu$ L)	2470,00±1500,1a	4206,5±3292,3a	2755,35±1231,3a	6142,18±4803,0a	5503,57±1564,2a	2102,14±1589,5a
Linfócitos ( $\mu$ L)	5937,84±5148,2,5a	8883,71±7684,1a	6877,42±5850,1a	6152,59±3850,9a	6038,91±1741,1a	3705,51±1741,6a
Monócitos ( $\mu$ L)	371,90±334,6a	1013,40±974,2a	847,06±831,5a	722,17±677,3a	691,19±292,3a	456,34±138,0a

VCM: volume corpuscular médio; CHCM: concentração de hemoglobina corpuscular média;

**Quadro 2.** Parâmetros hematológicos do acari picoto (*Hypostomus* sp. - L28) antes e após estresse de transporte. Médias e desvio padrão, n=60. Valores na mesma linha com letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ).

	Picoto <i>Hypostomus</i> sp.					
	Basal	0h	6h	24h	48h	72h
Hemoglobina (g/dL)	7,18±3,2a	6,00±1,8a	6,11±0,7a	6,10±1,5a	6,20±2,6a	7,46±1,4a
HCM (pg)	108,64±30,2a	134,86±36,3a	107,12±14,8a	105,30±25,3a	102,45±36,5a	131,38±32,0a
CHCM (g/dL)	37,24±13,6a	50,03±25,4a	30,46±10,1a	55,43±13,4a	47,61±27,0a	74,77±17,7a
Eritrócitos ( $\times 10^6/\mu$ L)	0,65±0,2a	0,46±0,1a	0,57±0,1a	0,54±0,1a	0,60±0,1a	0,58±0,1a
Eritroblastos ( $\mu$ L)	1764,58±1950,4a	3765,50±2608,3a	2224,58±920,4a	3728,00±1719,6a	1238,92±329,7a	3496,56±894,6a

HCM: hemoglobina corpuscular média; CHCM: concentração de hemoglobina corpuscular média.

1 Recebido em .....

Aceito para publicação em .....

<sup>2</sup> Instituto de Estudos Costeiros, Laboratório de Parasitologia e Piscicultura, Universidade Federal do Pará, Al. Leandro Ribeiro s/nº, bairro Aldeia, Bragança, PA 68600-000, Brasil. [msneves@ufpa.br](mailto:msneves@ufpa.br)

#### 4.5- CAPÍTULO V

Aspectos hematológicos de oito espécies de acarís (Loricariidae) naturalmente infectados por *Trypanosoma* spp.

Artigo formatado segundo normas da revista Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária em Anexo 4.

**Aspectos hematológicos de oito espécies de acaris (Loricariidae) naturalmente infectados por *Trypanosoma* spp.**

**Haematological aspects of eight acaris species (Loricariidae) infected naturally for *Trypanosoma* spp.**

NEVES, M.S.<sup>1,4</sup>, COUTO, M.V.S.<sup>2,4</sup>, SOUSA, N.C.<sup>2,4</sup>, SANTOS, R.F.B.<sup>2,4</sup>, DIAS, H.M.<sup>2,4</sup>, LOPES, J.N.S.<sup>1,4</sup>, FUJIMOTO, R.Y.<sup>3,4</sup>

**Resumo** - O presente estudo avaliou os parâmetros hematológicos de oito espécies de acaris ornamentais capturados na Bacia do Médio Rio Guamá, Nordeste Paraense (Brasil), naturalmente infectados por *Trypanosoma* spp. Foram analisados 466 acaris, distribuídos em 8 espécies (60 ancistrus - *Ancistrus* sp., 68 loricaia - *Rineloricaria lanceolata*, 56 picoto - *Hypostomus* sp., 64 bola - *Peckoltia oligospila*, 44 pleco - *Cochilodon* sp., 67 canoa - *Lasiancistrus saetiger*, 47 assacu - *Pseudacanthicus spinosus* e 60 pinima - *Leporacanthicus galaxias*). Todas as oito espécies de acaris estudadas estavam parasitadas por *Trypanosoma* spp. sendo encontradas as prevalências de 18,33; 16,17; 32,14; 37,50; 15,09; 14,92; 20,83 e 71,66% e intensidade média de 1,18; 1,36; 1,05; 1,16; 1,57; 1,00; 1,22 e de 1,90 para as espécies anteriormente citadas, respectivamente. As alterações hematológicas encontradas não seguiram um padrão nas oito espécies de acaris, sendo que o acari-pinima mostrou-se mais sensível a esta parasitemia, com alterações apenas no leucograma, as quais foram características de estresse (linfocitopenia, neutrofilia e monocitose). Porém, sem comprometer a sua higidez, o que pode ser indício de parasitismo ajustado. Observou-se anemia normocítica hipocrômica em *Ancistrus* sp. e *L. saetiger* e anemia macrocítica hipocrômica em *R. lanceolata*. Assim, estudos sobre a biologia dos tripanossomas e sua patogenicidade são importantes para que se conheçam as conseqüências desta parasitemia na saúde dos peixes, possibilitando o desenvolvimento de alternativas que minimizem seus efeitos, favorecendo a cadeia produtiva de peixes ornamentais, com comercialização de um produto com melhor higidez.

**Palavras-chave:** sangue, anemia, acaris, *Trypanosoma* spp.

**Abstract** - The aim of this study was to evaluate the hematological parameters of eight species of ornamental plecos captured Guama River Basin, Northeastern Pará (Brazil), naturally infected with *Trypanosoma* spp. Therefore, 466 plecos were analyzed, distributed in eight species (60 ancistrus - *Ancistrus* sp., 68 loricaia - *Rineloricaria lanceolata*, 56 picoto - *Hypostomus* sp., 64 bola - *Peckoltia oligospila*, 44 pleco - *Cochilodon* sp., 67 canoa - *Lasiancistrus saetiger*, 47 assacu - *Pseudacanthicus spinosus* e 60 pinima - *Leporacanthicus galaxias*). All eight species of plecos studied were infected by *Trypanosoma* spp. with a prevalence of 18.33, 16.17, 32.14, 37.50, 15.09, 14.92, 20.83 and 71.66% and mean intensity of 1.18, 1.36 1 , 05, 1.16, 1.57, 1.00, 1.22 and 1.90 for the species mentioned above, respectively. Hematological changes were founded but did not follow a pattern in the eight species of plecos. The Acari-pinima was more sensitive to this parasitemias but this pleco showed changes only in the WBC, which were characteristic of stress (lymphocytopenia, neutrophilia and monocytosis), but without compromising the pleco health, which may be an indication of adjusted parasitism. A normocytic hypochromic anemia was observed in *Ancistrus* sp. and *L. saetiger* and hypochromic macrocytic anemia in *R. lanceolata*. Thus, studies on the biology of trypanosomes and their pathogenicity is important for knowing the consequences of parasitemia on health of fish, thus possibility develop alternatives that minimize them effects, favoring the production chain of ornamental fish, with marketing a product better healthiness.

**Key-words:** blood, anemia, acaris, *Trypanosoma* spp.

## Introdução

O nordeste paraense, mais especificamente a Bacia do Rio Guamá é um pólo importante para a pesca ornamental do estado do Pará, principalmente devido a sua facilidade de acesso e proximidade com a capital Belém de onde os peixes são exportados. As principais espécies comercializadas pertencem ao grupo dos loricarídeos (Torres, 2007), porém não existem estudos sobre a sanidade destes peixes, ressaltando assim uma preocupação sobre a disseminação de doenças para os outros países, pois o comércio desses peixes tem como característica principal a exportação.

Os tripanosomas são protozoários mastigóforas da ordem Kinetoplastida e pertencente à família Tripanosomatidae, que segundo Knoff e Serra-Freire (1993) são

parasitas sanguíneos e que possuem o sanguessuga como hospedeiro intermediário, desenvolvendo-se em seu intestino anterior. São parasitas que podem não causar quaisquer problemas aos peixes como relatado por Untergasser (1989) como também podem causar anemias, danos nos tecidos hematopoiéticos e até morte (Noga, 1996).

Thatcher (2006) relatou que no Brasil existem 22 espécies descritas de *Trypanosoma* parasitas de peixes de água doce, sendo que a maioria parasita siluriformes (72%) e 36% parasitam espécies de acaris. Entre estes loricarídeos, os gêneros nos quais já foram relatadas infecções estão: *Hypostomus* (*Plecostomus*), *Loricaria*, *Microlepidogaster*, *Ancistrus*, *Loricariichthys* e *Rhinelepis* (Ribeiro, 1987).

A classificação de tripanossomas de peixes apresenta um problema peculiar, pois estes parasitas podem ser identificados pelo tamanho e forma do corpo, posição e tamanho do blefaroplasto, tamanho da parte livre do flagelo e a espécie do peixe hospedeira. Porém, Thatcher (2006) ressaltou que no Brasil há uma dúvida sobre as espécies existentes, porque foram identificadas principalmente pela espécie do peixe hospedeiro.

O estudo da sistemática dos tripanossomas de peixes é um assunto em desenvolvimento, assim como as alterações fisiológicas e/ou patológicas que podem causar em seus hospedeiros, pois há poucos relatos na literatura. Há uma evidente lacuna entre os períodos de publicações antigas e recentes referentes a estes hematozoários, sendo que estes trabalhos (Fróes et al. 1978; Woo 1981; Nuti-Sobrinho et al. 1987; Mork 1988; Zajícek 1990), em sua maioria, relataram a ocorrência e a descrição morfológicas dos tripanossomas, sem estudo dos prejuízos desta parasitose para a saúde dos peixes hospedeiros.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a infecção parasitária de oito espécies de acaris ornamentais da Bacia do Médio Rio Guamá através dos índices de prevalência, intensidade média e abundância, e descrever as alterações hematológicas nessas espécies naturalmente infectadas.

## Material e Métodos

Neste trabalho utilizou-se um total de 466 espécimes de acaris, sendo 60 ancistrus (*Ancistrus* sp.), 68 loricaia (*Rineloricaia lanceolata*), 56 picoto (*Hypostomus* sp.), 64 bola (*Pecholtia oligospila*), 44 pleco (*Cochilodon* sp.), 67 canoa (*Lasiancistrus*

*saetiger*), 47 assacu (*Pseudacanthicus spinosus*) e 60 pinima (*Leporacanthicus galaxias*). Os acaris foram capturados na Bacia do Médio Rio Guamá (S01°34'04.6" W47°01'50.3") – Nordeste Paraense - Brasil, nos meses de estiagem. A captura dos espécimes foi realizada com ajuda de pescadores locais, com a mão em mergulho por apnéia, de forma aleatória, não distinguindo entre tamanho e sexo.

As oito espécies de acaris estudadas foram identificadas, e quando somente determinou-se o gênero foi realizada uma identificação adicional pelo código L, o qual é aceito e utilizado pelos exportadores mundiais, afim de suprir a dificuldade de identificação taxonômica dos acaris (Planetcatfish, 2010).

À medida que eram capturados, os peixes foram mantidos nos tanques de tela submersos no próprio Rio Guamá, onde permaneceram por aproximadamente sete dias, antes da retirada das amostras sanguíneas. Estes tanques continham troncos e galhos de árvores submersos, para simular o ambiente natural para os peixes e também para fornecer alimentação natural para os mesmo, pois os mesmos apresentam hábitos planctófagos. Foram coletadas amostras sanguíneas das oito espécies de acaris no local de captura, por punção do vaso caudal e com o auxílio de agulhas e seringas previamente umedecidas com EDTA (10%), sob o mínimo de estresse de manuseio possível. Este procedimento durou aproximadamente 30 segundo, posteriormente os peixes foram pesados e medidos (comprimento padrão e total). Os espécimes que apresentaram lesões corporais externas foram descartados.

Para a determinação sanguínea das oito espécies de acaris infectados ou não com *Tripanosoma* spp. a glicose plasmática (mg/dL) foi analisada utilizando o medidor automático Prestige IQ 50, o hematócrito (%) pelo método do microhematócrito (Goldenfarb et al., 1971), proteína plasmática total (g/dL), utilizando o refratômetro da marca Quimis®, a hemoglobina total (g/dL) com o auxílio do aparelho Celm 500 e Celm 550, o número de eritrócito totais ( $\mu$ L) em câmara de Neubauer (Garcia-Navarro, 2005). Foram calculados os índices hematimétricos: VCM - volume corpuscular médio (fL), HCM - hemoglobina corpuscular média (pg) e CHCM - concentração de hemoglobina corpuscular média (g/dL), segundo Vallada (1999).

Extensões sanguíneas foram confeccionadas, secas ao ar e coradas pancromicamente (Rosenfeld, 1947) para a contagem de leucócitos, trombócitos e eritroblastos totais (Tavares-Dias e Moraes, 2004) e contagem diferencial de leucócitos (Ranzani-Paiva, 1995). Nas extensões sanguíneas foram verificou-se a presença ou não de *Tripanosoma* spp., nos casos afirmativos determinou-se a prevalência, a intensidade

média e abundância (Bush et al. 1997). Para o cálculo de intensidade média realizou-se contagem indireta de parasitas, segundo metodologia adaptada para contagem de leucócitos (Ranzani-Paiva, 1995) onde se contabiliza a relação entre os parasitas encontrados e a quantidade em 1000 eritrócitos.

Todos os dados de hematologia foram submetidos ao teste de normalidade com base nos desvios para verificação e eliminação de *outliers* e posteriormente à análise de variância ( $p < 0,01$ ).

## Resultados

Os índices de prevalência de *Trypanosoma* spp. para as espécies *Ancistrus* sp., *R. lanceolata*, *Hypostomus* sp., *P. oligospila*, *Cochliodon* sp., *L. saetiger*, *P. spinosus* e *L. galaxias* estão na Tabela 1. A maior prevalência ocorreu em *L. galaxias* e a maior intensidade foi observada na espécie *L. galaxias* com 1,9 parasitas/1000 eritrócitos e a menor foi na espécie *L. saetiger*, com 1,0. Nesse caso, a relação de intensidade da parasitose foi variável de acordo com espécie. *L. galaxias* apresentou abundância de 1,36, maior em relação às demais espécies estudadas (Tab.1).

Na maioria dos peixes infectados foi encontrado sanguessuga.

De acordo com os resultados das análises hematológicas as oito espécies de acaris não apresentaram uma resposta padrão frente a infecção por *Trypanosoma* spp., observou-se apenas reações interespecíficas, sendo que as espécies *P. oligospila*, *L. saetiger* e *P. spinosus* apresentaram hiperglicemia quando infectados, porém as espécies *R. lanceolata* e *Hypostomus* sp. apresentaram hipoglicemia. (Tab.1)

Observou-se que nos peixes infectados ocorreu quadro de leucocitose nas espécies *Ancistrus* sp., *P. oligospila*, *Cochliodon* sp. e *L. saetiger*. Tal acréscimo na quantidade de leucócitos foi decorrente da linfocitofilia, neutrofilia e monocitose em *L. saetiger*, de linfocitofilia e monocitose em *Ancistrus* sp., de linfocitofilia e neutrofilia em *Cochliodon* sp. e de apenas linfocitofilia em *P. oligospila*. Porém, observou-se para a espécie *L. galaxias* quando parasitada, neutrofilia e monocitose, mas que não causaram um aumento na quantidade total de leucócitos por ter sido acompanhada de linfocitopenia. Também observou-se uma linfocitopenia nos acaris *R. lanceolata* e *Hypostomus* sp., mas sem alterar a quantidade de leucócitos totais nos peixes infectados.

Para as espécies *Ancistrus* sp., *Cochilodon* sp. e *L. saetiger* infectados observou-se trombocitose (Tab. 1).

Os acaris *Cochilodon* sp., *Ancistrus* sp. e *L. saetiger* apresentaram aumento no número de eritrócitos totais, sendo que no *Ancistrus* sp esse valor foi acompanhado de aumento do hematócrito e redução do CHCM. Já na espécie *L. saetiger* observou-se redução da hemoglobina total, da HCM e do CHCM quando estes apresentavam parasitas no sangue. Pôde-se observar também que não houve diferenças significativas ( $p>0,05$ ) no VCM dessas três espécies, demonstrando que, nestes peixes, o volume da célula não se alterou com o parasitismo (Tab. 1).

Observou-se também que a espécie *Lasiancistrus saetiger* apresentou aumento do hematócrito, diminuição das proteínas plasmáticas totais e aumento do número de eritrócitos (Tab.1).

Para a espécie *R. lanceolata* houve diminuição do número de eritrócitos totais, acompanhada do aumento de VCM e redução do CHCM nos peixes infectados. E diferentemente para a espécie *P. spinosus* encontrou-se aumento do CHCM e redução do hematócrito e de proteínas plasmáticas totais e para o acari *P. oligospila*, observou-se redução do VCM, HCM e hematócrito e aumento do CHCM e proteínas plasmáticas totais nos peixes infectados.

Os demais índices não apresentaram diferenças significativas em qualquer espécie sendo parasitada ou não.

## Discussão

No presente estudo, observou-se que todas as oito espécies de acaris estudadas apresentaram-se parasitismo por *Trypanossoma* spp., estes dados corroboram o relatado por Pomini et al. (2005), os quais afirmaram que os *Trypanossoma* spp. parasitam muitas espécies de acaris, em várias áreas estudadas. Algumas espécies de tripanosomas não são espécie-específicos, podendo parasitar diferentes espécies de acaris (Islam e Woo, 1991). Fróes et al. (1978) citaram que no mesmo hospedeiro pode se encontrar mais de uma espécie de tripanossoma e em estágios de desenvolvimento diferentes, o que caracteriza o polimorfismo destes parasitas. Neste ensaio, parece que ocorreu especificidade parasitária, porém não foram realizadas análises de identificação específica dos *Trypanosoma* spp.

Alterações hematológicas observadas para as oito espécies de acarís não seguiram um padrão. Quanto aos valores glicêmicos, observou-se hiperglicemia nos acarís *P. oligospila*, *L. saetiger* e *P. spinosos*, enquanto que para os acarís *R. lanceolata* e *Hypostomus* sp. encontrou-se hipoglicemia, sendo que nos demais acarís *Ancistrus* sp., *Cochilodon* sp. e *L. galaxias* não houve alterações. A hiperglicemia é em geral um indicativo de estresse e quando associada a uma infecção parasitária pode ser decorrente da necessidade do organismo hospedeiro em superar esta situação que compromete sua homeostase, e para tanto é necessário que ocorra o processo de gliconeogênese, dispondo energia para os ajustes fisiológicos requeridos (Barton, 2002; Ranzani-Paiva e Silva-Souza, 2004, Tavares-Dias e Moraes, 2004).

Neste ensaio, os resultados de hemograma de *L. galaxias* sugerem que este acari se comporta como hospedeiro ajustado, uma vez que apesar de apresentar prevalência de 71,66 e intensidade média de 1,90, os maiores valores entre os acarís estudados, apresentou alterações apenas no leucograma, decorrentes de linfocitopenia, neutrofilia e monocitose, alterações características de estresse (Ranzani-Paiva e Silva-Souza, 2004)

Os resultados encontrados para *L. galaxias* corroboram o descrito por Campos (2006) para o pacu *Piaractus mesopotamicus* capturados nos rios Aquidauana e Miranda, Pantanal Sul Mato-grossense, os quais apresentaram-se infectados por *Rondonia rondoni* com 73,97% de prevalência, praticamente obstruindo a luz do intestino de seu hospedeiro, porém sem que houvesse sérios prejuízos nos seus hospedeiros considerando o fator de condição encontrado.

Os valores de prevalência (32,14%) encontrados neste estudo para o acari-picoto (*Hypostomus* sp.) são próximos aos descritos, na literatura, para este mesmo gênero de acarís capturados em outras Bacias. Como se observa nos trabalhos de D'agosto e Freire (1990) estudando acarís *Hypostomus punctatus* capturados no lago Açú no estado do Rio de Janeiro, encontraram valores de prevalência semelhantes para os parasitas *Trypanosoma chagasi* e *Trypanosoma guaibensis*. Porém, diferem em relação aos resultados de outros estudos como os realizados por Coelho et al. (2010) que encontraram prevalência de infecção de tripanosomas de apenas 4,16% *Hypostomus* spp. capturados na represa de Furnas-MG.

Tal divergência, entre os resultados de infecção dos trabalhos, pode estar relacionada com a presença/ausência de hospedeiro intermediador que completa o ciclo reprodutivo do parasita. Embora não esteja comprovado concretamente o vetor do *Trypanosoma* spp. é possivelmente o sanguessuga, o qual foi observado, em outras

ocasiões, parasitando estas espécies de acaris, porém nem todos aqueles que havia sanguessuga apresentaram o *Trypanosoma* spp. nas amostras sanguíneas e vice versa.

Em *Ancistrus* sp. e *L. saetiger* houve anemia normocítica-hipocrômica, enquanto que em acari *R. lanceolata* anemia macrocítica-hipocrômica, segundo classificação de Vallada (1999). Quadro anêmico semelhante foi relatado por Claus et al. (2008) em *Cyprinus carpio* infectados com tripanosomas, porém esta anemia foi microcítica-hipocrômica. Além disso, essa infecção por *Trypanosoma borreli* causou a doença do sono com danos sistêmicos e anemia progressiva. Portanto, parece haver uma diminuição da hemoglobina e conseqüentemente do ferro, que pode estar relacionada com o crescimento do parasita. Lalonde e Holbein (1984) estudando inoculação intraperitoneal de epimastigotas de *Trypanosoma cruzi* em camundongos observaram uma hipoferrêmia e anemia transitória nestes hospedeiros. Estes autores relacionaram tal resultado com uma resposta sistêmica protetora do organismo visando não dispor o ferro para prejudicar o metabolismo do parasita e diminuir sua patogenicidade. Além disso, sugeriram que o excesso ou esgotamento de ferro está correlacionado diretamente com a taxa de crescimento de epimastigotas de *T. cruzi*.

Segundo Jain (1993) as anemias decorrentes de infecções por *Trypanosoma* spp. são comuns e são de natureza hemolítica derivadas do processo de eritrofagocitose que ocorrem principalmente no baço, fígado, pulmões, linfonodos, medula óssea e também na circulação, o que pode ter ocorrido neste acaris que apresentaram quadro anêmico. Além disso, Herbert e Inglis (1973) *apud* Da Silva et al. (2007) que em seus estudos com imunização de ratos contra *Trypanosoma brucei* infectados através da administração de antígenos, observaram que estes antígenos deste tripanossoma aderem a membrana das hemácias, tornando-a mais susceptível ao processo de fagocitose.

Porém, nos acaris que apresentaram alterações na quantidade de eritrócitos, observou-se uma diminuição apenas no *R. lanceolata*, sendo observado o oposto nos acaris *Ancistrus* sp., *Cochilodon* sp. e *L. saetinger*. Assim, parece ocorrer um processo diferenciado nos eritrócitos de peixes, quando comparado com mamíferos. Porém, segundo Holwil (1965) *apud* Da Silva et al. (2007) as conseqüências da parasitemia por tripanosomas no organismo hospedeiro estão relacionadas diretamente com a fragilidade das hemácias frente a ação traumática exercida por este parasita.

Nos resultados de proteínas plasmáticas totais encontrados, neste trabalho, observou-se um aumento na espécie *P. oligospila* corroborando com os resultados encontrados para outras espécies animais coelhos, os quais apresentam hiperproteinemia

quando infectados com *Trypanosoma evansi* (Da Silva et al. 2007). Porém, na espécie *P. spinosus* observou-se hipoproteinemia. A redução dos níveis de proteínas plasmáticas é citada por Boon et al. (1990) *apud* Garcia e Moraes (2009) como característica de peixes acometidos por bactérias e/ou parasitose. Porém segundo Thomas (2000) há um aumento na quantidade das proteínas plasmáticas totais quando o organismo está acometido por infecções crônicas, tal acréscimo está associado à produção de gamaglobulinas.

Os poucos estudos registrados sobre a prevalência de tripanosoma em peixes, torna-se difícil a classificação até espécie. Além disso, o armazenamento dos peixes anteriormente a retirada do sangue pode propiciar infestações cruzadas, pois observaram-se nas extensões sanguíneas a presença do que podem ser morfotipos diferentes de uma mesma espécie de tripanosomas, mas parasitando espécies de acaris diferentes.

## **Conclusão**

Todas as oito espécies estudadas estavam parasitadas por *Trypanosoma* spp., foi encontrado maior sensibilidade a esta infecção em *L. galaxias*, pois em *Ancistrus* sp., *L. saetiger* e *R. lanceolata* houve processo anemiante. As alterações hematológicas observadas nas oito espécies de acaris não apresentaram um padrão e não foi observado o comprometimento da sanidade dos espécimes. Porém, outros estudos são necessários para melhor compreender esta relação parasita-hospedeiro, pois estes peixes são exportados e podem desencadear a disseminação destes infectados para outros países.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem a CAPES pela Bolsa concedida ao primeiro autor. Ao CNPq pelo financiamento do projeto e pelas bolsas concedidas aos coautores.

## Referências

- BARTON, B.A. Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integ Comp Biol*, v.42, p.517-525, 2002.
- BUSH, A.O.; LAFFERTY, K.D.; LOTZ, J.M.; SHOSTAK, A.W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. Revisited. *J. Parasitol.*, 83:575-583, 1997.
- CAMPOS, C.F.M. Fauna parasitária e alterações teciduais em três espécies de peixes dos Rios Aquidauana e Miranda, Pantanal Sul Mato-Grossense. 125p. Tese apresentada ao Centro de Aqüicultura da Unesp *Campus* de Jaboticabal. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” 2006.
- CLAUSS, T.M.; DOVE, A.D.M.; ARNOLD, J.E. Hematologic Disorders of Fish. *Vet. Clin. Exot. Anim.*, 11:445-462, 2008.
- COELHO, D.A.; SEMAAN, F.S.; MAISTRO, E.L.; BRAGA-VILELA, A.S.; FARIA E SILVA, P.M.; FIORINI, J.E. Detecção de tripanosomatídeos em *Hypostomus* sp. (Pisces, Loricariidae) e estudo histológico de suas vísceras. Anais do Seminário de Iniciação científica da UNIFENAS <http://unifenas.br/pesquisa/semic/isemic/nut5.htm>. Acessado em 09/03/2010.
- DA SILVA, A.S.; COSTA, M.M.; CARGNELUTTI, J.F.; LOPES, S.T.A.; SILVIA, MONTEIRO, G. Alterações bioquímicas em coelhos infectados experimentalmente pelo *Trypanosoma evansi*. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, 16(1): 43-46, 2007.
- D'AGOSTO, M.; FREIRE, N.M.S. Taxonomia de tripanosomas parasitos de peixes cascudo-pedra (*Hypostomus punctatus*) do lago Acu. Ríó de Janeiro. Brasil. *Parasitol.*14(1/2):14-8, 1990.
- FRÓES, O.M.; FORTES, E.; LIMA, D.F.; LEITE, V.R.V. Três espécies novas de tripanossomas de peixes de água doce do Brasil (Protozoa, Kinetoplastida). *Ver. Bras. Biol.*, 38(2): 461-468, 1978.
- GARCIA, F.; MORAES, F.R. Hematologia e sinais clínicos de *Piaractus mesopotamicus* infectados experimentalmente com *Aeromonas hydrophila*. *Acta Scientiarum. Biological Sciences Maringá*, 31(1): 17-21, 2009.
- GARCIA-NAVARRO, C.E.K. Manual de Hematologia Veterinária. 2.ed. São Paulo: Livraria Varela, p.109-124, 2005.

- GOLDENFARB, P.B.; BOWYER, F.P.; HALL, E.; BROUSIUS, E. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. Philadelphia, Amer. J. Clin. Pathol., 56(1): 59-9, 1971.
- ISLAM, A.K.M.N.; WOO, P.T.K. Anorexia in goldfish *Carassius auratus* infected with *Trypanosoma danilewskyi*. Diseases of Aquatic Organisms, 11: 45-48, 1991.
- JAIN, N.C. Essentials of Veterinary Hematology. Philadelphia: Lea and Fabinger, 1993. 417p.
- KNOFF, M.; SERRA-FREIRE, N. M. Prtotozoários parasites de *Mugil platanus* Günther, 1880 do litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. Ver. Bras. Parasitol. Vet., 2:25-28, 1993.
- LALONDE, R.G.; HOLBEIN, B.E. Role of Iron in *Trypanosoma cruzi* Infection of Mice. J. Clin. Invest. 73: 470-476, 1984.
- MORK, J. Prevalence of the haemoflagellate *Trypanosoma* SP. in some common norwegian marine fihs species. Bergen, Sarsia, 73: 263-266, 1988.
- NOGA, E.J. Diagnosis and Treatment. Fish Disease. St. Louis. Missouri: Mosby-Year Book. Inc. 1996. 367p.
- NUTI-SOBRINHO, A.; LOPES, R.A.; SATAKE, T.; RIBEIRO, R.D.; GARCIA, T.A.R.; GARAVELO, J.C. Tripanossomos de peixes brasileiros. I. *Trypanosoma satakei* N.SP. encontrado em bagres *Rhandia quelen* capturados na represa da usina São Martinho, Pradópolis, SP. Ars Veterinaria, 3(2): 263-286, 1987.
- PLANETCATFISH, 2010. <http://www.Cat-eLog/All-L/Numbers> Acessado em 12/01/2010.
- POMINI, E.; SOARES, R.A.; PAIVA, F.; FROEHLICH, O. Ocorrência e prevalência de *Trypanosoma* spp. GRUBY (Protozoa, Kinetoplastida, Trypanosomatidae) em *casquados* (Ostariophysi, Siluriformes, Loricariidae) em duas regiões do Estado de Mato Grosso do Sul. 2005. In: Anais VII Congresso de Ecologia do Brasil web site: <http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/resumos/483a.pdf>. Acessado 21/04/2010.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T. Células do sangue periférico e contagem diferencial de leucócitos de tainha *Mugil platanus* Günther, 1880 (Osteichthyes, Mugilidae) da região estuarino-lagunar de Caranéia – SP (Lat. 25° 00'S – Long. 47°55'W). Bol. Inst. Pesca. 22(1): 23-40, 1995.

- RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SILVA-SOUZA, A.T. Hematologia de peixes brasileiros. In: Ranzani-Paiva, M.J.T.; Takemoto, R.M.; Lizama, M. De Los A.P. Sanidade de Organismos Aquáticos. Editora Varela. São Paulo, p.89-120, 2004.
- RIBEIRO, R.D.; STAKE, T.; GARCIA, T.A.R.; LOPES, R.A.; NUTI-SOBRINHO; GARAVELO, J.C. Tripanossomos de peixes brasileiros. V. ocorrência de *Trypanosoma regani* "Tipo IV" Fonseca & Vaz 1928 em cascudo do Rio Pardo, Município de Ribeirão Preto, SP. Ars. Veter., 3(2): 257-261, 1987.
- ROSENFELD, G. Corante pancrômico para hematologia e citologia clínica: nova combinação dos componentes do May-Grunwald e do Giemsa num só corante de emprego rápido. Mem. Inst. Butantan. São Paulo, 20: 329-34, 1947.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. Hematologia de Peixes Teleósteos. São Paulo. Ribeirão Preto. 2004. 144p.
- THATCHER, V.E. Amazon fish parasites. 2ª ed. Pensoft Publishers, Sofia – Moscow. 2006. 205-251p.
- THOMAS J.S. Overview of plasma proteins. In: Schalm's Veterinary Hematology (ed. by B.F. Feldman, J.G. Zinkl & N.C. Jain). Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA, USA. 2000, 891-989p.
- TORRES, M.F. A Pesca Ornamental na Bacia do Rio Guamá: Sustentabilidade e Perspectivas ao manejo. Tese (Doutorado) – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos – NAEA, Universidade Federal do Pará, Belém – PA. 2007. 264p.
- UNTERGASSER, D. HANDBOOK OF FISH DISEASE. PLAZA. Neptune City: TFH publications Inc. 1989. 160p.
- VALLADA, E.P. Manual de Técnicas Hematológicas. São Paulo. Editora Atheneu, 1999, 2-104p.
- WOO, P.T.K. Acquired immunity against *Trypanosoma danilewskyi* in goldfish, *Carassius auratus*. Parasitology, 83: 343-346, 1981.
- ZAJÍCEK, P. Enzyme polymorphism of freshwater fish trypanosomes and its use for strain identification. Printed in Great Britain, Parasitology, 102: 221-224, 1991.

Tabela 1. Valores de hemograma de oito acaris infectados ou não com *Trypanosoma* spp. e índices de Prevalência, Intensidade média e Abundância do parasita.

	Ancistrus ( <i>Ancistrus</i> sp.)		Loricaiia ( <i>R. lanceolata</i> )		Picoto ( <i>Hypostomus</i> sp.)		Bola ( <i>P. oligospila</i> )	
	Não infectado	Infectado	Não infectado	Infectado	Não infectado	Infectado	Não infectado	Infectado
Glicose plasmática (mg/dL)	64,93 ±32,8	43,37 ±11,1	109,18* ±41	48,75* ±3,8	73,47* ±24,2	50,00* ±9,6	50,28* ±8,8	93,60* ±20,6
Hematócrito (%)	17,34±7,5*	30,54±10,5*	16,50±7,6	18,82±1,7	17,65±7,5	20,28±11,5	24,87±3,9*	12,22±7,8*
PPT (g/dL)	9,13±2,1	8,23±2,3	9,23±1,7	9,01±1,4	8,47±1,8	8,92±1,7	7,96±1,8*	20,81±7,9*
Hemoglobina(g/dL)	10,02±4,3	9,92±4,5	9,59±4,7	6,92±0,3	8,95±4,2	11,23±4,6	8,65±2,1	7,70±3,3
Eritrócitos(x10 <sup>6</sup> /μL)	0,34±0,3*	0,57±0,3*	0,59±0,3*	0,32±0,02*	0,59±0,3	0,60±0,1	0,47±0,1	0,52±0,1
VCM (fl)	911,08±744,6	730,49±719,0	364,79±232,9*	618,72±51,5*	458,54±462,4	401,54±192,3	557,89±132,3*	237,25±247,1*
HCM (pg)	459,18±295,8	304,50±337,7	185,58±123,4	216,28±25,8	280,92±487,3	185,65±77,4	207,04±58,9*	151,87±70,4*
CHCM (g/dL)	69,37±38,4*	31,69±11,2*	61,20±23,7*	36,66±2,3*	55,76±24,0	60,46±14,3	35,96±9,4*	89,75±55,0*
Leucócitos (μL)	5080,43* ±3634,7	9292,00* ±5235,6	18995,41 ±10698,2	10041,50 ±1112,1	18536,41 ±11319,3	12468,40 ±5116,8	9401,19* ±2694,7	12914,60* ±4595,4
Trombócitos (μL)	764,75* ±585,3	10979,16* ±13065,2	3412,84 ±2354,0	1674,00 ±414,9	2778,26 ±2143,3	4372,95 ±3746,4	3458,30 ±1543,2	3085,13 ±1933,4
Eritroblastos (μL)	6935,50 ±5199,2	4435,50 ±3120	1386,80 ±1078,6	832,00 ±218,1	1562,85 ±1592,2	1663,75 ±1153,9	1234,37 ±562,7	1539,44 ±924,8
Linfócitos (μL)	2232,04* <sup>Δ</sup> ±1701,4	4988,95* <sup>Δ</sup> ±1947,3	15506,91* ±9234,2	6482,54* ±905,3	5354,97* ±3388,7	2401,14* ±1812,2	6622,14* ±2070,0	10380,89* <sup>Δ</sup> ±4379,3
Neutrófilos (μL)	2881,84 <sup>Δ</sup> ±2192,8	2157,93 <sup>Δ</sup> ±1073,1	2698,59 ±1653,9	2573,91 ±145,8	12476,56 ±7985,1	9426,69 ±4003,6	1917,94 ±655,1	1891,90 <sup>Δ</sup> ±860,7
Monócitos (μL)	208,27* <sup>Δ</sup> ±166,0	557,51* <sup>Δ</sup> ±355,7	789,90 ±705,5	985,04 ±196,5	704,86 ±679,1	640,56 ±649,6	598,15 ±270,5	641,80 <sup>Δ</sup> ±345,1
<i>Trypanosoma</i> spp.(x10 <sup>6</sup> /μL)	-	105,14 ±50,1	-	122,85 ±57,4	-	136,27 ±64,5	-	156,68 ±60,2
Prevalência (%)	-	18,33	-	16,17	-	32,14	-	37,50
Intensidade média	-	1,18	-	1,36	-	1,05	-	1,16
Abundância	-	0,21	-	0,22	-	0,33	-	0,43

PPT: proteínas plasmáticas totais; VCM: volume corpuscular médio; HCM: hemoglobina corpuscular média; CHCM: concentração de hemoglobina corpuscular média.

(\*) Valores com diferenças significativas entre os peixes infectados ou não dentro de cada espécie de acari.

( $\Delta$ ) a soma destes valores não correspondem ao valor total de leucócitos em decorrência da retirada de valores *outliers*.

Cont. da Tabela 1: Valores de hemograma de oito acaris infectados ou não com *Trypanosoma* spp. e índices de prevalência, Intensidade média e abundância do parasita.

	Pleco ( <i>Cochilodon</i> sp.)		Canoa ( <i>L. saetiger</i> )		Assacu ( <i>P. spinosus</i> )		Pinima ( <i>L. galaxias</i> )	
	Não infectado	Infectado	Não infectado	Infectado	Não infectado	Infectado	Não infectado	Infectado
Glicose plasmática (mg/dL)	64,17 ±26,9	46,42 ±20,7	72,47 ±28,7*	97,37 ±9,8*	52,92 ±15,5*	67,75 ±4,4*	59,93 ±25,3	69,11 ±13,1
Hematócrito(%)	22,11±9,1	23,50±11,7	23,77±8,7	18,85±0,8	12,66±4,6*	5,33±1,3*	33,53±12,0	33,06±7,3
PPT (g/dL)	7,93±1,8	8,89±2,3	4,87±1,5	3,69±0,1	6,55±1,5*	5,25±0,6*	8,81±3,3	9,47±1,7
Hemoglobina(g/dL)	9,90±4,7	7,78±3,3	10,60±4,7*	6,02±0,4*	5,88±1,7	4,80±1,1	11,10±3,7	12,20±2,5
Eritrócitos(x10 <sup>6</sup> /μL)	0,38±0,2*	0,73±0,4*	0,51±0,2*	0,72±0,1*	0,44±0,1	0,41±0,04	0,81±1,5	0,77±0,2
VCM (fl)	523,43±389,6	427,19±253,2	470,27±402,0	270,87±71,3	399,87±588,6	137,24±20,0	863,73±761,8	509,44±228,8
HCM (pg)	247,95±111,0	153,72±94,1	193,37±103,2*	75,57±7,4*	123,14±42,7	116,00±19,9	323,80±322,3	179,80±72,0
CHCM (g/dL)	76,32±122,5	38,36±4,6	44,01±14,1*	32,02±2,6*	51,13±19,4*	87,55±14,3*	38,43±16,9	38,90±13,9
Leucócitos (μL)	11089,56* ±8409,5	36271,42* ±24270,1	10829,60* ±4912,9	19454,50* ±6554,6	10261,00 ±3619,3	12799,64 ±1873,6	26272,00 ±11961,8	20068,40 ±10015,7
Trombócitos (μL)	6585,86* ±5690,1	25306,07* ±16302,7	3239,42* ±2094,7	7971,66* ±2066,9	4504,06 ±1613,5	4148,21 ±539,3	5887,50 ±3904,9	7488,50 ±3617,7
Eritroblastos (μL)	1335,79 ±812,2	2072,14 ±2039,4	673,17 ±302,9	923,50 ±390,0	889,53 ±382,4	899,28 ±395,3	1446,02 ±1117,4	1706,75 ±1192,9
Linfócitos (μL)	6522,30* ±5522,9	16448,96* ±10688,5	9096,78* $\Delta$ ±4200,4	17749,87* $\Delta$ ±4644,1	7178,28 $\Delta$ ±1754,4	6390,46 ±872,2	18273,30* $\Delta$ ±8327,2	4885,88* $\Delta$ ±2719,6
Neutrófilos (μL)	4142,42* ±3280,1	18039,29* ±14076,5	945,51* $\Delta$ ±731,1	2233,12* $\Delta$ ±562,4	3337,11* $\Delta$ ±1032,3	5708,47* ±1614,5	7579,19* $\Delta$ ±3642,0	14382,87* $\Delta$ ±6673,0

Monócitos ( $\mu\text{L}$ )	424,83 $\pm 398,2$	1783,17 $\pm 1138,0$	328,64* <sup><math>\Delta</math></sup> $\pm 288,7$	1419,68* <sup><math>\Delta</math></sup> $\pm 241,4$	444,57* <sup><math>\Delta</math></sup> $\pm 241,7$	700,71* $\pm 205,6$	419,49* <sup><math>\Delta</math></sup> $\pm 244,3$	768,36* <sup><math>\Delta</math></sup> $\pm 417,3$
<i>Trypanosoma</i> spp.( $\times 10^6/\mu\text{L}$ )		641,8 $\pm 673,4$		194,54 $\pm 65,5$		149,25 $\pm 67,4$		434,78 $\pm 329,0$
Prevalência (%)	-	15,09	-	14,92	-	20,83	-	71,66
Intensidade média	-	1,57	-	1,00	-	1,22	-	1,90
Abundância	-	0,25	-	0,14	-	0,23	-	1,36

PPT: proteínas plasmáticas totais; VCM: volume corpuscular médio; HCM: hemoglobina corpuscular média; CHCM: concentração de hemoglobina corpuscular média.

(\*) Valores com diferenças significativas entre os peixes infectados ou não dentro de cada espécie de acari.

( <sup>$\Delta$</sup> ) a soma destes valores não correspondem ao valor total de leucócitos em decorrência da retirada de valores *outliers*.

## 5- CONCLUSÃO

- As espécies apresentam quadro hematológico basal semelhante ao das demais espécies de peixes. Verificou-se variabilidade interespecífica o que pode refletir em respostas fisiológicas diferenciadas. Os resultados deste estudo poderão subsidiar comparações com dados dessas espécies em outras situações.
- O estresse de transporte de 3 horas, estabelecido neste ensaio, desencadeou alterações hematológicas moderadas, distintas entre os acaris estudados, tanto fisiologicamente quanto nos tempos em que ocorreram, mas que parecem não comprometer a saúde dos peixes no após transporte.
- É necessário um período de recuperação de pelo menos 24 horas para o acari-bola, 48 horas para o acari-pelo e de 72 horas para o acari-picoto antes de um segundo transporte. Isso garantirá uma maior higidez dos peixes, com maior sobrevivência após um segundo procedimento de transporte, para um novo ambiente.
- A infecção por *Trypanosoma* spp. acomete todas as oito espécies de acaris estudadas, mas não proporciona alterações hematológicas padronizadas e nem a ponto de comprometer a saúde dos acaris.
- A infecção por *Trypanosoma* spp. causa processo anemiante em *Ancistrus* sp., *L. saetiger* (anemia normocítica-hipocrômica) e *R. lanceolata* (anemia macrocítica-hipocrômica), mas não a ponto de comprometer a saúde destes peixes.
- Acaris pinima comportam-se como hospedeiros ajustados, visto que apresentaram os maiores valores de abundância e intensidade média, porém, com alterações apenas no leucograma (linfocitopenia, neutrofilia e monocitose), indicando quadro hematológico de estresse.

- A saúde dos acaris ornamentais desta cadeia produtiva pode ser considerada de boa qualidade de acordo com as análises hematológicas realizadas.
- Outros estudos são necessários para melhor compreender esta relação parasita-hospedeiro, pois estes peixes são exportados e podem desencadear a disseminação destes parasitas para outros países.

## 6- CONSIDERAÇÕES GERAIS

Neste trabalho, observou-se que as espécies de acaris estudadas apresentaram quadro hematológico com variabilidade interespecífica o que pode resultar em respostas fisiológicas diferenciada para espécies. Os acaris bola, pleco e picoto submetidos a estresse de transporte de 3 horas apresentaram alterações fisiológicas moderadas, que diferiram nos períodos que ocorreram. O estresse estabelecido neste estudo não comprometeu a saúde dos peixes, pois não foram observadas mortes durante e após o período do experimento. Porém, sugere-se que após o transporte dessas espécies é importante um período de recuperação de pelo menos 24 horas para o acari-bola, 48 horas para o acari-pleco e de 72 horas para o acari-picoto antes de serem comercializados novamente. Essa adequação do manejo garantirá maior higidez dos peixes, o que pode propiciar maior sobrevivência após um segundo procedimento de transporte, possibilitando, assim, menor pressão sobre os estoques naturais, menos custos de produção, fortalecimento da cadeia produtiva destes peixes ornamentais, pois agregaria mais qualidade, e conseqüentemente, maior valor ao produto. Quanto as avaliações no quadro hematológico dos acaris infectados por *Trypanosoma* spp. notou-se que esta parasitemia acomete todas as oito espécies de acaris estudadas. As alterações hematológicas observadas não apresentaram-se padronizadas e nem a ponto de comprometer a saúde destes peixes. Contudo, a saúde dos acaris ornamentais desta cadeia produtiva pode ser considerada de boa qualidade de acordo com as análises hematológicas realizadas. Porém, devem ser realizados estudos mais aprofundados quanto a biologia e ciclo reprodutivo dos *Trypanosomas* spp., uma vez que esses acaris são comercializados e exportados, e mantidos em contato com outras espécies de peixes, o que pode potencializar a infecção de espécies mais sensíveis a esta parasitemia. Os resultados deste trabalho podem servir de dados auxiliares para a sustentabilidade da cadeia produtiva de peixes ornamentais uma vez que este estudo pode proporcionar melhores adequações no manejo dos peixes durante a comercialização, por recomendar a diminuição do estresse através da determinação do tempo de repouso no pós-transporte, melhorando assim a higidez e diminuindo a mortandade dos peixes comercializados.

**7- ANEXOS**

**7.1- ANEXO 1**

93

94

**7.2- ANEXO 2**

95

96

97

**7.3- ANEXO 3**

98

**7.4- ANEXO 4**

99

100

101