

Características bioquímicas e hematológicas do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) de cultivo semi-intensivo na Amazônia

Gustavo Valadares Fonseca DRUMOND¹, Ana Paula de Almeida CAIXEIRO¹, Marcos TAVARES-DIAS², Jaydione Luiz MARCON³, Elizabeth Gusmão AFFONSO⁴

RESUMO

O presente estudo comparou os níveis plasmáticos de glicose, proteínas totais, uréia, triglicerídeos e colesterol, a contagem de eritrócitos, leucócitos e trombócitos entre alevinos e juvenis de *Arapaima gigas* (Osteoglociformes, Arapaimidae) de uma piscicultura semi-intensiva de Manaus, estado do Amazonas, Brasil. Os alevinos de *A. gigas* apresentaram níveis significativamente ($p < 0,05$) menores de proteínas totais, triglicerídeos, uréia e Volume Corpuscular Médio (VCM) e maior concentração de glicose, colesterol e hemoglobina, contagem de eritrócitos, hematócrito e Concentração da Hemoglobina Corpuscular Média (CHCM) quando comparados aos juvenis. Porém, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) no número de trombócitos e leucócitos totais entre alevinos e juvenis. Os juvenis de *A. gigas* apresentaram menor quantidade de linfócitos e maior quantidade de monócitos, neutrófilos e eosinófilos, quando comparados aos alevinos. Em estudos futuros, espécimes de *A. gigas* com outras idades também deverão ser comparados para melhor entendimento dos efeitos da idade neste peixe amazônico, pois estas informações, além de possibilitarem uma melhor compreensão da fisiologia desta espécie, poderão auxiliar no estabelecimento de estratégias para seu manejo.

PALAVRAS-CHAVE: Cultivo, Eritrócitos, Idade, Leucócitos, Sangue.

Biochemical and hematological characteristics of the pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) from semi-intensive culture in the Amazon

ABSTRACT

The present study compared the biochemical and hematological parameters of fingerlings and juveniles *Arapaima gigas* (Osteoglociformes, Arapaimidae) from a semi-intensive fish farming in Manaus, Amazon State, Brazil. Fingerlings *A. gigas* had lower levels of total protein, triglycerides, urea and mean cell volume (MCV), but higher ($p < 0.05$) glucose, cholesterol and hemoglobin concentration, red blood cell counts, hematocrit and cell hemoglobin concentration (MCHC) when compared to juveniles. However, there was not significant difference ($p > 0.05$) in the total thrombocytes and total white blood cell counts between fingerlings and juveniles. Juveniles *A. gigas* presented lower lymphocytes number and higher monocytes, neutrophils and eosinophils number when compared to the fingerlings. In further studies, *A. gigas* specimens with other ages should also be compared for a better understanding of the ontogenic development in this Amazon fish, because this information besides increase the knowledge of the physiology of this species, can aid in the establishment of strategies for its adequate handling.

KEYWORDS: Culture, Erythrocytes, Age, Leukocytes, Blood.

¹ Centro Universitário do Leste de Minas Gerais. Avenida Bárbara Heliodora, 725, Bom Retiro, 35160215, Ipatinga, MG.

² Embrapa Amapá. Rodovia Juscelino Kubitschek, km 5, N° 2600, Caixa Postal: 10, 68903-419, Macapá, AP, Brasil. Fone: (96) 4009-9550 e Fone/Fax (96) 4009-9501. e-mails: marcostavares@cpafap.embrapa.br; mtavaresdias@pq.cnpq.br.

³ Departamento de Ciências Fisiológicas, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Avenida. General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, Coroado I, 69077-000, Manaus, AM.

⁴ Coordenação de Pesquisa em Aquicultura (CPAQ), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Avenida André Araújo 2936, 69.060-001, Manaus, AM.

INTRODUÇÃO

Dentre as espécies de peixes amazônicos de importância econômica, encontra-se o *Arapaima gigas* (pirarucu), pertencente à ordem Osteoglossiformes, Arapaimidae. Este peixe carnívoro, que é uma das cinco espécies mais cultivadas e comercializadas na Amazônia, tem características propícias para cultivo, tais como: a alta taxa de crescimento (até 10 kg no primeiro ano), elevada rusticidade ao manuseio (Crescêncio 2001; Cavero *et al.* 2003a,b; Cavero *et al.* 2004; Ono *et al.* 2004; Souza *et al.* 2006), adaptabilidade à alimentação artificial (Crescêncio 2001; Cavero *et al.* 2003a,b; Tavares-Dias *et al.* 2007) e elevado aproveitamento da carcaça (51-57%) (Crescêncio 2001; Souza *et al.* 2006). O *A. gigas* é uma espécie de respiração aérea obrigatória, sendo que tal característica facilita sua criação (Crescêncio 2001; Cavero *et al.* 2003a,b; Ono *et al.* 2004) em elevadas densidades de estocagem (Scorvo Filho *et al.* 2004), bem como em baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água.

Devido à redução das populações naturais pela pesca extrativista e predatória (Tavares-Dias *et al.* 2000) há a necessidade de se conhecer as características biológicas das diferentes espécies, principalmente referentes aos parâmetros fisiológicos (Ranzani-Paiva e Eiras, 1992; Kavamoto *et al.* 1983; Tavares-Dias e Moraes, 2004). Porém, pouco se conhece sobre as características hematológicas do *A. gigas*, pois até o presente momento foram estudados somente os parâmetros bioquímicos e hematológicos para esta espécie em tanques-rede (Tavares-Dias *et al.* 2007) e quando suplementados com vitaminas C e E (Menezes *et al.* 2006; Andrade *et al.* 2007), sendo que estes estudos são ainda incompletos para as várias fases de desenvolvimento ontogênico.

Alguns estudos brasileiros citam que a idade dos peixes é um dos fatores que normalmente interfere nos parâmetros sanguíneos (Ranzani-Paiva & Eiras 1992; Tavares-Dias e Moraes 2004; Tavares-Dias *et al.* 2008), mas nestes, os efeitos do desenvolvimento ontogênico não tem sido investigado. Porém, em espécies de clima temperado estes estudos referem-se, em geral, a comparações entre peixes jovens e sexualmente maduros e variação sazonal do ciclo reprodutivo (Hrubec *et al.* 2001), de forma que poucos trabalhos sobre estas alterações foram sistematicamente documentados. Experimentos com carpas *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 (Cyprinidae) demonstraram que o hematócrito e a hemoglobina variam em relação à idade dos indivíduos (Svetina *et al.* 2002). Em esturjões *Acipenser percicus* Borodin, 1897 e *Huso huso* Linnaeus, 1758 (Acipenseridae), com o avanço da idade ocorreu aumento nos parâmetros hematológicos (Bahmani *et al.* 2001). Hrubec *et al.* (2001) relataram que no híbrido *Morone chrysops* x *M. saxatilis*, as alterações sanguíneas relacionadas à idade foram similares àquelas conhecidas para

trutas *Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792 (Salmonidae), bem como para mamíferos.

Os parâmetros bioquímicos metabólicos e hematológicos são ferramentas úteis para se determinar as características sanguíneas dos peixes (Centeno *et al.* 2007; Tavares-Dias *et al.* 2007; Tavares-Dias e Moraes 2007), pois fornecem informações relevantes sobre as condições fisiológicas e a saúde do indivíduo ou de sua população, as quais são extremamente importantes em peixes cativos, para seu manejo e manutenção. Os valores que correspondam ao estado saudável dos peixes podem apontar importantes informações para diagnóstico e prognóstico das condições mórbidas de indivíduo ou de sua população, ajudando na identificação de estresse e enfermidades (Tavares-Dias e Moraes, 2004; Tavares-Dias *et al.* 2007; Tavares-Dias e Moraes 2007; Davis *et al.* 2008; Tavares-Dias *et al.* 2008). Os trombócitos são células multifuncionais que estão envolvidas no processo de coagulação sanguínea e na defesa orgânica nos peixes, pois embora não sejam consideradas de linhagem leucocitária, também realizam fagocitose (Tavares-Dias e Moraes 2004; Tavares-Dias *et al.* 2007). Os leucócitos como são as células mais importantes para a defesa (Tavares-Dias *et al.* 2008; Davis *et al.* 2008) podem ser então usados para avaliar o sistema imunológico dos peixes (Tavares-Dias *et al.* 2007; Davis *et al.* 2008; Tavares-Dias *et al.* 2008).

Tendo em vista que a elucidação da relação entre parâmetros sanguíneos e desenvolvimento ontogênico poderá se tornar uma importante ferramenta para a patologia clínica (Hrubec *et al.* 2001), o presente trabalho teve como objetivo comparar os valores bioquímicos, eritrograma, trombograma e leucograma de alevinos e juvenis de *A. gigas* provenientes de sistema de cultivo semi-intensivo na Amazônia central.

MATERIAL E MÉTODOS

ANIMAIS E CONDIÇÕES DE CULTIVO

Vinte e quatro espécimes de *Arapaima gigas*, sendo quinze alevinos ($25,9 \pm 2,7$ g e $16,1 \pm 0,6$ cm) e nove juvenis ($2.350,0 \pm 757,1$ g e $64,2 \pm 6,7$ cm), foram coletados em uma piscicultura semi-intensiva no município de Manaus (Estado do Amazonas, Brasil), e usados para exames os bioquímicos e hematológicos. A manutenção dos alevinos foi realizada em viveiro escavado (470 m²), e em consórcio com tartarugas da Amazônia *Podocnemis expansa* Schweigger, 1812 (Pelomedusidae) e tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 (Cichlidae). Todos os alevinos utilizados neste trabalho, obtidos com aproximadamente 30 dias de idade, foram oriundos da mesma desova, a qual ocorreu em condições naturais. Os juvenis também foram mantidos em viveiro escavado (80 m²), sendo alimentados uma vez ao dia com pequenos peixes vivos ou mortos (tilápias e acarás).

Na coleta dos alevinos e na outra coleta dos juvenis, o potencial hidrogeniônico (pH), temperatura, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido foram medidos com equipamentos digitais, para estas finalidades.

PROCEDIMENTOS DE COLETA DO SANGUE E ANÁLISES

As amostras de sangue de cada peixe foram colhidas por punção do vaso caudal, com auxílio de seringas de 3 mL (juvenis) e 1 mL (alevinos) contendo EDTA (10%). Essas amostras de sangue foram usadas para realizar a contagem de eritrócitos em câmara de Neubauer, a determinação do hematócrito pelo método do microhematócrito e da concentração de hemoglobina pelo método da oxihemoglobina. A partir desses resultados foram calculados, segundo Wintrobe (1934), o volume corpuscular médio (VCM) e a concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM).

O sangue também foi usado para confecção de extensões sanguíneas coradas com uma combinação de May Grünwald-Giemsa-Wright (Tavares-Dias e Moraes 2003). As extensões sanguíneas foram usadas para contagem diferencial de leucócitos, onde foram contadas 200 células em cada extensão sanguínea, estabelecendo-se o percentual de cada componente celular de interesse, identificados como: linfócitos, monócitos, neutrófilos e eosinófilos, seguindo as recomendações de Tavares-Dias *et al.* (2007). Estas extensões sanguíneas foram usadas também para a determinação do número de trombócitos e leucócitos totais (Tavares-Dias e Moraes, 2006).

O restante de cada amostra de sangue foi centrifugado, durante 5 minutos a 750G, para obtenção do plasma, usado para determinação da concentração da glicose pelo método da glicose-oxidase. Os níveis plasmáticos de proteínas totais, uréia, triglicerídeos e colesterol foram determinados usando um kit comercial (Doles, GO, Brasil).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para comparação das variáveis obtidas entre alevinos e juvenis foi usado o teste *t* de Student. Em todas as análises realizadas, assumiu-se um intervalo de confiança de 95% ($p < 0,05$).

RESULTADOS & DISCUSSÕES

As características físico-químicas da água dos viveiros de *A. gigas*, demonstradas na Tabela 1, mostra que os valores observados estão dentro dos limites sugeridos por Crescêncio (2001) como ideal para a criação de pirarucu na Amazônia. Porém, os valores da temperatura e dos níveis de oxigênio dissolvido foram maiores no viveiro de alevinos, quando comparado ao viveiro de juvenis. Os valores de temperatura foram próximos aos relatados por Tavares-Dias *et al.* (2007), para pirarucus criados em tanques-rede, enquanto os de oxigênio dissolvido foram menores que os valores encontrados

Tabela 1 - Características físico-químicas da água dos viveiros de terra dos alevinos e os juvenis de *A. gigas* provenientes de cultivo semi-intensivo na Amazônia central.

Parâmetros Viveiros	Temperatura (°C)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	pH	Condutividade (µS/cm)
Alevinos	29,1	4,0	6,9	76,6
Juvenis	26,4	2,2	6,8	97,1

por aqueles autores. Contudo, esses menores índices de oxigênio dissolvido não são prejudiciais para a criação de pirarucus, principalmente para juvenis, que durante o seu desenvolvimento passam a apresentar respiração aérea, devido a uma modificação em sua bexiga natatória (Brauner *et al.* 2004). Podemos assumir assim, que no presente estudo os parâmetros físico-químicos da água dos viveiros não influenciaram nos parâmetros bioquímicos e hematológicos de pirarucus.

A avaliação dos parâmetros sanguíneos possibilita uma rápida detecção do estresse que o ambiente de cultivo pode impor aos peixes (Tavares-Dias *et al.* 2003; Tavares-Dias *et al.* 2007; Tavares-Dias *et al.* 2008). Além disso, estas informações podem ser utilizadas pela inspeção veterinária para avaliar e controlar o estado fisiológico dos peixes, padronizando condições ideais para o cultivo de cada espécie (Svetina *et al.* 2002).

Em relação aos parâmetros sanguíneos, foi observado que os alevinos de pirarucu possuem níveis significativamente ($p < 0,05$) menores de proteínas totais, triglicerídeos, uréia e VCM, mas uma maior concentração de glicose e colesterol, contagem de eritrócitos, hemoglobina, hematócrito e CHCM, quando comparados aos juvenis (Tabela 2). Porém, Centeno *et al.* (2007) encontraram aumento para o hematócrito e concentração de hemoglobina quando compararam alevinos e juvenis de tambaquis *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (Characidae). Em esturjões *A. percicus* e *H. buso*, o hematócrito aumentou com a idade dos peixes (Bahmani *et al.* 2001). Em híbrido de *M. chrysops* x *M. saxatilis*, foi relatado aumento dos níveis de proteínas totais, hematócrito, hemoglobina, VCM e número de eritrócitos com o aumento da idade, mas redução dos níveis de glicose e colesterol (Hrubec *et al.* 2001). Em carpas *C. carpio* o hematócrito e hemoglobina aumentaram durante o primeiro ano de vida (Svetina *et al.* 2002), quando o metabolismo dos peixes é maior, devido ao seu crescimento. Portanto, alterações nos valores desses parâmetros sanguíneos podem ser esperadas devido ao crescimento dos tecidos hematopoiéticos (rim e baço), os quais continuam a se desenvolver nos peixes jovens (Hrubec *et al.* 2001).

No sangue de alevinos e juvenis de *A. gigas* foram encontrados trombócitos, linfócitos, monócitos, neutrófilos e eosinófilos com características morfológicas similares aquelas

Tabela 2 - Valores médios \pm desvio padrão dos parâmetros bioquímicos e eritrograma de alevinos e juvenis de *A. gigas* provenientes de cultivo semi-intensivo na Amazônia central.

Parâmetros	Alevinos (n=15)	Juvenis (n=9)
Proteína total (g/dL)	1,99 \pm 0,30b	3,5 \pm 0,7a
Glicose (mg/dL)	61,9 \pm 11,3 ^a	48,5 \pm 16,6b
Triglicérides (mg/dL)	73,5 \pm 31,3b	397,6 \pm 185,9a
Colesterol (mg/dL)	280,2 \pm 46,4a	255,8 \pm 32,5a
Uréia (mg/dL)	1,1 \pm 0,3b	2,4 \pm 0,4a
Eritrócitos (x 10 ⁶ / μ L)	2,150 \pm 0,313a	1,508 \pm 0,132b
Hemoglobina (g/dL)	9,1 \pm 1,0a	8,2 \pm 0,6b
Hematócrito (%)	33,8 \pm 2,8a	28,6 \pm 3,0b
VCM (fL)	159,8 \pm 21,3b	189,5 \pm 14,2a
CHCM (g/dL)	27,1 \pm 3,3a	29,2 \pm 4,4a

Letras diferentes em uma mesma linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) pelo teste t.

descritas por Tavares-Dias *et al.* (2007), para juvenis de pirarucu cultivados em tanques-rede. Em alevinos e juvenis de *A. gigas* os linfócitos e neutrófilos (97,1%) foram os leucócitos mais frequentes à semelhança do está relatado para *A. gigas* (Tavares-Dias *et al.* 2007), *Piaractus mesopotamicus* Holmberg 1887 (Characidae) (Tavares-Dias e Mataqueiro, 2004), *A. percicus* e *H. huso* (Bahmani *et al.* 2001), *M. chrysops* x *M. saxatilis* (Hrubec *et al.* 2001) e *Leporinus macrocephalus* Garavello & Britski, 1988 (Anostomidae) (Tavares-Dias *et al.* 2008). Linfócitos são células envolvidas na produção de imunoglobulinas e modulação da defesa, enquanto os neutrófilos são os leucócitos fagocíticos primários, os quais proliferam na circulação em resposta a infecções, inflamação e estresse (Davis *et al.* 2008), e portanto, são os leucócitos mais importantes na defesa imunológica do pirarucu, uma vez que monócitos e eosinófilos constituem juntos somente 2,9% dos leucócitos desta espécie de teleosteo.

O número de trombócitos e leucócitos totais de alevinos e juvenis de *A. gigas* foram significativamente ($p > 0,05$) similares. Porém, peixes juvenis apresentaram menor quantidade de linfócitos e maior quantidade de monócitos, neutrófilos e eosinófilos quando comparados aos alevinos (Tabela 3). Por outro lado, em híbrido de *M. chrysops* x *M. saxatilis*, o número de leucócitos em peixes com idade entre e 6 e 9 anos foi maior, diminuindo até os 19 meses de idade, enquanto o número de linfócitos e de trombócitos aumentaram (Hrubec *et al.* 2001). Em esturjões *A. percicus* e *H. huso* o percentual de linfócitos aumentou com a idade, enquanto o de neutrófilos diminuiu (Bahmani *et al.* 2001). Como nos peixes juvenis os tecidos hematopoiéticos continuam a se desenvolver, consequentemente, deve-se esperar um desenvolvimento do sistema imunológico até a fase adulta (Hrubec *et al.* 2001), e o incremento dos fatores não humorais (células) pode ser tanto quantitativo e como qualitativo.

Tabela 3 - Valores médios \pm desvio padrão do trombograma e leucograma de alevinos e juvenis *A. gigas* provenientes de cultivo semi-intensivo na Amazônia central.

Parâmetros	Alevinos (n=15)	Juvenis (n=9)
Trombócitos (μ L)	17470 \pm 10402a	12377 \pm 3991a
Leucócitos (μ L)	29883 \pm 1.1287a	25091 \pm 6121a
Linfócitos (μ L)	27173 \pm 10.978a	14065 \pm 4496b
Linfócitos (%)	89,9 \pm 6,3a	55,6 \pm 9,9b
Monócitos (μ L)	440 \pm 300b	1192 \pm 718a
Monócitos (%)	1,5 \pm 1,1b	4,6 \pm 2,3a
Neutrófilos (μ L)	1911 \pm 1230b	8381 \pm 2530a
Neutrófilos (%)	7,2 \pm 4,9b	34,2 \pm 9,6a
Eosinófilos (μ L)	360 \pm 328b	1452 \pm 713a
Eosinófilos (%)	1,4 \pm 1,6b	5,7 \pm 2,1a

Letras diferentes em uma mesma linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$), pelo teste t.

CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que alguns parâmetros sanguíneos do *A. gigas* foram influenciados pela idade dos peixes. Porém, para maiores conclusões sobre os efeitos do desenvolvimento ontogênico nestes parâmetros, estudos adicionais deverão ser conduzidos usando também espécimes jovens e adultos de pirarucus, além de alevinos e juvenis.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Amazonas (Processos 2203/05 e 2204/05) e ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (Processo 35.0117/2005-5), pelo apoio financeiro e bolsa concedida, respectivamente. Ao CNPq pela bolsa (PQ) concedida a M. Tavares-Dias (Processo: 300472/2008-0).

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Andrade, J.I.A.; Ono, E.A.; Menezes, G.C.; Brasil, E.M.; Roubach, R.; Urbinati, E.C.; Tavares-Dias, M.; Marcon, J.L.; Affonso, E.G. 2007. Influence of diets supplemented with vitamin C and E on pirarucu (*Arapaima gigas*) blood parameters. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 146: 576-580.
- Bahmani, M.; Kazemi, R.; Donskaya, P. 2001. A comparative study of some hematological features in young reared sturgeons (*Acipenser persicus* and *Huso huso*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 24: 135-140.
- Brauner, C.J.; Matey, V.; Wilson, J.M.; Bernier, N.J.; Val, A. L. 2004. Transition in organ function during the evolution of air-breathing: insights from *Arapaima gigas* an obligate air-breathing teleost from the Amazon. *Journal of Experimental Biology*, 207: 1433-1438.
- Cavero, B.A.S.; Pereira-Filho, M.; Roubach, R.; Ituassú, D.R.; Gandra, A.L.; Crescêncio, R. 2003a. Stocking density effect growth homogeneity juvenile pirarucu in confined environments.

- Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38: 103-107 (in Portuguese, with abstract in English).
- Cavero, B.A.S.; Pereira-Filho, M.; Roubach, R.; Ituassu, D.R.; Gandra, A.L.; Crescêncio, R. 2003b. Stocking density effect on alimentary efficiency in juveniles pirarucu (*Arapaima gigas*) in a confined environment. *Acta Amazonica*, 33: 631-637 (In Portuguese, with abstract in English).
- Cavero, B.A.S.; Pereira-Filho, M.; Bordinhon, A.M.; Fonseca, F.A.L.; Ituassu, D.R.; Roubach, R.; Ono, E.A. 2004. Tolerance of pirarucu juveniles to increasing ammonia concentration in a closed environment. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39: 513-516 (In Portuguese, with abstract in English).
- Centeno, L.; Silva-Acuña, R.; Barrios, R. Lugo, R.S.; Matute, C.; Pérez, J.L. 2007. Hematological characteristics of cachama (*Colossoma macropomum*) in three phases of the growth in Delta Amacuro, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 25: 237-243 (In Spanish, with abstract in English).
- Crescêncio, R. 2001. Alimentary training of alevins pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829), using alimentary attractions. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 35pp. (In Portuguese).
- Davis, A.K.; Maney, D.L.; Maerz, J.C. 2008. The use of leukocytes profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologists. *Functional Ecology*, 22: 760-772.
- Hrubec, T.C.; Smith, S.A.; Robertson, J.L. 2001. Age-related changes in hematology and plasma chemistry values of hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *Morone saxatilis*). *Veterinary Clinical Pathology*, 30: 8-15.
- Kavamoto, E.T.; Tokumaru, M.; Silva, R.A.P. de S.; Campos, B.E.S. 1983. Some blood observations of the "cascudo" *Plecostomus albopunctatus* Regan (1908). *Boletim do Instituto de Pesca*, 10: 101-106 (In Portuguese, with abstract in English).
- Menezes, G.C.; Tavares-Dias, M.; Ono, E.A.; Andrade, J.I.A.; Brasil, E.M.; Roubach, R.; Urbinati, E.C.; Marcon, J.L.; Affonso, E.A. 2006. The influence of dietary vitamin C and E supplementation on the physiological response of pirarucu, *Arapaima gigas*, in net culture. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 145:274-279. Ono, E.A.; Halverson, M.R.; Kubitz, F. 2004. Pirarucu - the forgotten giant. *Panorama da Aquicultura*, 81:14-25 (In Portuguese).
- Scorvo Filho, J.D.; Rojas, N.E.T.; Silva, C.M.; Konoike, T. 2004. Rearing of *Arapaima gigas* (Teleostei, Osteoglossidae) in hothouse and closed water circulation system in State of São Paulo, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 30: 161-170 (In Portuguese, with abstract in English).
- Souza, R.T.Y.B.; Oliveira, S.R.; Ono, E.A.; Andrade, J.I.A.; Brasil, E.M.; Marcon, J.L.; Tavares-Dias, M.; Affonso, E.G. 2006. Physiological responses of pirarucu *Arapaima gigas* Cuvier, 1829 (Osteoglossidae) transported with different sodium chloride concentrations, p.1048-1053. (www.revistaaquatic.com/civa2006). Acesso: 20/05/09 (in Portuguese, with abstract in English).
- Svetina, A.; Matasin, Z.; Tofant, A.; Vucemilo, M.; Fijan, N. 2002. Haematological and some blood chemical parameters of young carp till the age of three years. *Acta Veterinaria Hungarica*, 50: 459-467.
- Tavares-Dias, M.; Martins, M.L.; Moraes, F.R. 2000. Haematological characteristics of Brazilian teleosts. V Parameters of piaçu *Leporinus macrocephalus* Garavello & Britski, 1988 (Anostomidae). *Naturalia*, 25: 39-52 (In Portuguese, with abstract in English).
- Tavares-Dias, M.; Moraes, F. R. 2003. Haematological evaluation of Tilapia rendalli Boulenger, 1896 (Ostrichthyes: Cichlidae) captured in a fee fishing farm in Franca São Paulo State, Brazil. *Bioscience Journal*, 19: 103-110 (In Portuguese, with abstract in English).
- Tavares-Dias, M.; Schalch, S.H.C.; Moraes, F.R. 2003. Hematological characteristics of Brazilian teleosts. VII. Parameters of seven species collected in Guariba, São Paulo State, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 29: 109-115.
- Tavares-Dias, M.; Mataqueiro, M.I. 2004. Hematological, biochemical and biometric characteristics of *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae), reared in captivity. *Acta Scientiarum*, 24: 157-162 (In Portuguese, with abstract in English).
- Tavares-Dias, M.; Moraes, F.R. 2004. Hematology of teleosts fish. 1. ed.: Villimpress, Ribeirão Preto. 144 pp (In Portuguese).
- Tavares-Dias, M.; Moraes, F.R. 2006. Hematological parameters for the *Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1850 (Osteichthyes, Characidae) intensively bred. *Hidrobiologica*, 16: 271-274.
- Tavares-Dias, M.; Moraes, F.R. 2007. Haematological and biochemical reference intervals for farmed channel catfish. *Journal of Fish Biology*, 71: 383-388.
- Tavares-Dias, M.; Barcellos, J. F. M.; Marcon, J.L.; Menezes, G.C.; Ono, E.A.; Affonso, E.G. 2007. Hematological and biochemical parameters for the pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Osteoglossiformes, Arapaimidae) in net cage culture. *Electronic Journal of Ichthyology*, 2: 61-68.
- Tavares-Dias, M.; Affonso, E.G.; Oliveira, S.R.; Marcon, J.L.; Egami, M.I. 2008. Comparative study on hematological parameters of farmed matrinxã, *Brycon amazonicus* Spix and Agassiz, 1829 (Characidae: Bryconinae) with others Bryconinae species. *Acta Amazonica*, 38: 799-806.
- Wintrobe, M.M. 1934. Variations on the size and haemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. *Folia Haematologica*, 51: 32-49.

Recebido em 18/02/2009
Aceito em 07/12/2009