

**Características hematológicas de teleósteos brasileiros.
II. Parâmetros sanguíneos do *Piaractus mesopotamicus*
Holmberg (Osteichthyes, Characidae) em policultivo intensivo**

Marcos Tavares-Dias^{1, 2}
Rosilene A. Tenani¹
Leonardo D. Gioli¹
Christiane D. Faustino¹

ABSTRACT. Hematological characteristics of Brazilian teleosts. II. Blood parameters of *Piaractus mesopotamicus* Holmberg (Osteichthyes, Characidae) in an intensive polyculture system. Hematological parameters of freshwater fish *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) kept in an intensive polyculture system were determined. The correlations among these parameters as well as those between the parameters and the biometric data (total weight and standard length) were also analyzed. Erythrocytes count was $1.708 \pm 0.42 \times 10^6/\mu\text{l}$, hemoglobin 6.6 ± 2.0 g% of blood and hematocrit $32.5 \pm 4.6\%$, mean corpuscular volume (MCV) $209.8 \pm 69.5\%$, mean corpuscular hemoglobin (MCH) 40.2 ± 5.6 pg and mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) $21.4 \pm 8.4\%$. The percentage of defense blood cells including leucocytes and thrombocytes, was studied. The percentage of thrombocytes was $61.4 \pm 10.0\%$, lymphocytes $21.7 \pm 1.8\%$, neutrophils $10.4 \pm 11.0\%$, monocytes $4.7 \pm 3.3\%$ and special granulocytic cells $1.8 \pm 2.0\%$. The number of erythrocytes was positively correlated with the hemoglobin rate and negatively correlated with MVC. Hemoglobin was positively correlated with MCHC whereas hematocrit was negatively correlated with MCHC and MVC. Contrarily, leucocytes did not show correlations among themselves or with the hematological parameters and biometric data.

KEY WORDS. *Piaractus mesopotamicus*, blood, erythrocytes, freshwater fish, leucocytes, thrombocytes

O pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) é uma espécie da família Characidae, subfamília Myleinae de maior potencial para a aquicultura brasileira, uma vez que apresenta grande habilidade de ganho de peso e adaptabilidade aos sistemas aquículturais (CASTAGNOLLI 1992). Apesar de sua importância econômica, nada tem sido feito em relação ao estudo de parâmetros hematológicos dessa espécie nas diferentes formas de cultivo empregado em pisciculturas brasileiras.

ZUIM *et al.* (1988) estudaram a influência do meio ambiente sobre o percentual do hematócrito em *P. mesopotamicus*. MARTINS *et al.* (1995) utilizando aquários de 100 litros d'água investigaram os parâmetros sanguíneos em pacus alimentados com diferentes níveis de ácido ascórbico.

1) Departamento de Ciências Biológicas, Universidade de Franca. Avenida Dr. Armando Salles Oliveira 201, 14404-600 Franca, São Paulo, Brasil.

2) Laboratório de Patologia de Organismos Aquáticos, Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista. Rodovia Carlos Tonanni Km 05, 14870-000 Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

Parâmetros hematológicos de peixes podem ser de grande valia em pisciculturas, uma vez que podem ser utilizados como indicadores do seu estado fisiológico, assim como no controle de patologias e estresse de manipulação (ALDRIN *et al.* 1982). Por essa razão, o presente trabalho tem como objetivo descrever os parâmetros hematológicos em *Piaractus mesopotamicus*, criados em sistema de policultivo intensivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho 15 exemplares de *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 foram capturados de um viveiro de 600 m² da fazenda São Francisco (20°26'S, 47°19'W), Franca, São Paulo (Brasil), em abril de 1997. Os animais mantidos em sistema de policultivo intensivo foram alimentados com ração extrusada contendo 28% de proteína bruta.

Os animais, identificados como juvenis, tiveram 0,5 ml de sangue coletado através de punção caudal com auxílio de seringas contendo EDTA 10%. Em seguida, de cada exemplar anotou-se o peso total e comprimento padrão e os peixes foram então sacrificados por comoção cerebral através de incisão na linha média ventral com exposição das vísceras, para estudo microscópico da presença de parasitas. A presença ou não de ecto e endoparasitas foi verificada a fresco, utilizando-se muco da superfície do corpo e fragmentos de brânquias, rim, fígado, baço e coração, entre lâmina e laminula. Também examinou-se a cavidade gastrointestinal, com auxílio de microscópio estereoscópico.

As primeiras gotas de sangue foram utilizadas na confecção de extensões sangüíneas em lâminas, as quais foram coradas segundo método de ROSENFELD (1947) e empregadas na contagem diferencial de células sangüíneas de defesa orgânica (incluindo leucócitos e trombócitos).

A contagem total de eritrócitos foi efetuada em câmara de Neubauer após diluição do sangue em solução contendo NaCl (0,65%) e vermelho neutro (1%). Para estimar o volume de sangue ocupado pelas células em relação ao sangue total foi empregado o método de GOLDENFARB *et al.* (1971). A determinação da taxa de hemoglobina foi realizada através do método de COLLIER (1944). O volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e a concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) foram calculados segundo método preconizado por WINTROBE (1934).

Os resultados da correlação linear de Pearson foram analisados pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade, segundo BANZATO & KRONKA (1995).

RESULTADOS

De acordo como as análises microscópicas de órgãos e superfície corporal, nenhum dos espécimes utilizados apresentou endo ou ectoparasitas ou lesões externas. A temperatura da água no momento da coletada sangüínea foi igual a 19°C e o pH 8,3.

A amplitude de variação, média e intervalo de confiança dos parâmetros biológicos e da contagem total dos eritrócitos, taxa de concentração da hemoglobina, percentual de hematócrito, VCM, HCM e CHCM de *P. mesopotamicus* em policultivo

tivo intensivo estão relacionados na tabela I. Verifica-se que o número de eritrócitos variou de 0,950 a 2,290 x 10⁶/μl, a hemoglobina de 4,9 a 12,1 g% de sangue, hematócrito de 24,0 a 45,0%, VCM de 130,0 a 355,5%, HCM de 27,2 a 55,0 pg e o CHCM 11,3 a 40,3 %.

Tabela I. Amplitude de variação (Ax), média ± desvio padrão (SD) e intervalo de confiança (IC) dos parâmetros eritrocitários em *P. mesopotamicus*, mantido em policutivo intensivo.

Parâmetros (%)	Ax	Média ± SD	IC
Peso total (g)	70,000 – 129,00	91,00 ± 34,40	20,40
Comprimento padrão (cm)	11,500 – 17,50	13,300 ± 2,00	1,20
Eritrócitos (10 ⁶ /μl)	0,950 – 2,29	1,708 ± 0,42	0,25
Hemoglobina (g%)	4,900 – 12,10	6,600 ± 2,00	1,20
Hematócrito (%)	24,000 – 45,00	32,500 ± 7,80	4,60
VCM(%)	130,000 – 355,50	209,800 ± 69,50	41,10
HCM(pg)	27,200 – 55,00	40,200 ± 5,60	5,60
CHCM (%)	11,300 – 40,30	21,400 ± 8,40	5,00

O estudo do coeficiente da correlação linear de Pearson mostrou correlação altamente positiva ($\alpha=0,01$) entre peso total e comprimento padrão, em *P. mesopotamicus*, como o esperado (Tab. II). Os eritrócitos evidenciaram correlação positiva ($\alpha=0,05$) com o percentual de hemoglobina, entretanto, correlação negativa ($\alpha=0,05$) com o VCM. O hematócrito foi negativamente correlacionado ($\alpha=0,05$) com o CHCM, enquanto a hemoglobina foi positivamente correlacionada ($\alpha=0,01$) com o CHCM. Adversamente, o VCM mostrou correlação altamente negativa ($\alpha=0,01$) com o CHCM. Entretanto, não foi observado correlação entre os dados biométricos e os parâmetros hematológicos da série vermelha (Tab. II).

Tabela II. Coeficientes da correlação linear de Pearson entre os parâmetros hematológicos eritrocitários e os dados biométricos em *P. mesopotamicus*, mantido em policutivo intensivo.

Parâmetros	Peso	Comprimento	Eritrócitos	Hemoglobina	Hematócrito	VCM	HCM	CHCM
Peso	1,000	0,970**	0,337	0,054	-0,240	-0,368	-0,277	0,153
Comprimento		1,000	0,211	0,045	-0,313	-0,314	-0,164	0,173
Eritrócitos			1,000	0,656*	0,336	-0,600	-0,364	0,349
Hemoglobina				1,000	-0,085	-0,560	0,447	0,835**
Hematócrito					1,000	0,490	-0,489	-0,600*
VCM						1,000	0,044	-0,708**
HCM							1,000	0,594
CHCM								1,000

(*) $\alpha = 0,05$; (**) $\alpha = 0,01$.

Caracterização morfológica das células sanguíneas de defesa orgânica

As células sanguíneas de defesa orgânica de *P. mesopotamicus* foram identificadas e caracterizadas: trombócitos, neutrófilos, monócitos, linfócitos e células granulocíticas especiais (CGE).

Os trombócitos são células fusiformes e menores que os eritrócitos, seu citoplasma é acidófilo e sem granações, com núcleo também fusiforme (Fig. 1A).

Os neutrófilos são células predominantemente arredondadas, com citoplasma geralmente abundante, ocupando boa parte da célula. O núcleo é excêntrico, raramente central, na maioria das vezes esférico ou lobulado (Fig. 1A). Os monócitos, são células grandes, de formato esférico, ocasionalmente arredondado ou com certo grau de polimorfismo, com citoplasma intensamente basofílico e na maioria das vezes com prolongamentos citoplasmáticos e vacuolização. Seu núcleo é freqüentemente excêntrico, geralmente alongado, alguns vezes podem ser esféricos (Fig. 1A). Os linfócitos são predominantemente arredondados e de tamanho variado, com citoplasma sem granulações visíveis e basofílico. O núcleo possui forma arredondada, levemente riniforme, com cromatina densa, sendo sua relação com o citoplasma bastante elevada (Fig. 1B). As células granulocíticas especiais são arredondadas, com citoplasma abundante e rico em granulações claras, transparentes e esféricas, que espalham-se homogêneas. Seu núcleo é pequeno e excêntrico, podendo ser ligeiramente alongado ou arredondado, com uma cromatina grosseira e sem nucléolo (Fig. 1C).

Os valores médio da distribuição freqüencial de células sangüíneas de defesa orgânica em *P. mesopotamicus* estão relacionados na tabela III. Observa-se que trombócitos foram as células mais freqüentes, seguido por linfócitos, neutrófilos, monócitos e células granulocíticas especiais (C.G.E.).

Tabela III. Amplitude de variação (Ax), média \pm desvio padrão (SD) e intervalo de confiança (IC) da distribuição freqüencial das células sangüíneas de defesa em *P. mesopotamicus*, mantido em policultivo intensivo. (C.G.E.) Células granulocíticas especiais.

Parâmetros (%)	Ax	Média \pm SD	IC
Trombócitos	48,0 – 79,0	61,4 \pm 10,0	7,5
Linfócitos	6,0 – 46,0	21,7 \pm 12,0	1,8
Neutrófilos	0,0 – 40,0	10,4 \pm 11,0	6,7
Monócitos	0,0 – 11,0	4,7 \pm 3,0	1,2
C.G.E.	0,0 – 6,0	1,8 \pm 2,0	6,0

O coeficiente da correlação linear de Pearson mostrou que as células sangüíneas de defesa não apresentaram correlação com os dados biométricos estudados, assim como entre si (Tab. IV).

Tabela IV. Coeficientes da correlação linear de Pearson entre as células sangüíneas de defesa e os dados biométricos em *P. mesopotamicus*, mantido em policultivo intensivo. (C.G.E.) Células granulocíticas especiais.

Parâmetros	Peso	Comprimento	Trombócitos	Linfócitos	Neutrófilos	Monócitos	C.G.E
Peso	1,000	0,970*	0,051	-0,025	-0,080	0,214	0,183
Comprimento		1,000	-0,004	-0,021	-0,037	0,226	0,139
Trombócitos			1,000	-0,505	-0,554	0,316	0,537
Linfócitos				1,000	-0,427	-0,585	-0,505
Neutrófilos					1,000	0,148	-0,092
Monócitos						1,000	0,213
C.G.E							1,000

(*) $\alpha = 0,01$.

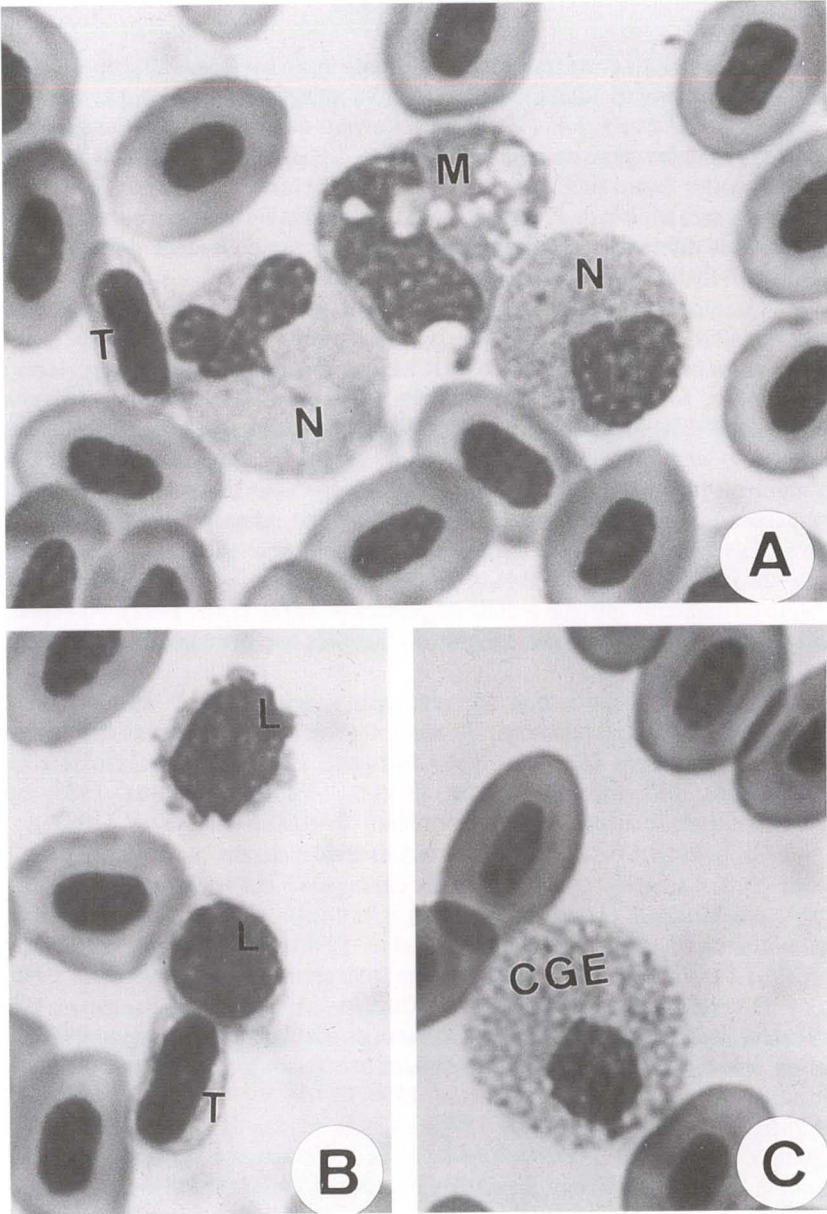


Fig. 1. Células sanguíneas de defesa orgânica em *Piaractus mesopotamicus*. (N) Neutrófilo, (M) monócito, (T) trombócito, (L) linfócito, (CGE) célula granulocítica especial. Coloração: Rosenfeld.

DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho demonstram que a contagem total de eritrócitos em *P. mesopotamicus*, mantido em policultivo intensivo, foi maior que os valores descritos por MARTINS *et al.* (1995), para alevinos da mesma espécie mantidos em aquários e tratados com vitamina C. Entretanto, a taxa de hemoglobina e percentual de hematócrito foram similares. ZUIM *et al.* (1988) relatam percentual de hematócrito maior para adultos de *P. mesopotamicus* mantidos em cativeiro ou em ambiente natural. Tais diferenças, possivelmente podem ser devido à idade dos animais, já que neste trabalho empregou-se espécimes juvenis.

Quanto aos índices hematimétricos absolutos obtidos para *P. mesopotamicus* deste trabalho, eles são superiores aos valores descritos por MARTINS *et al.* (1995) para essa mesma espécie, exceto o CHCM, que foi similar. Valores superiores ao aqui obtidos, foram descritos no também Characidae *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (TAVARES-DIAS *et al.* 1998) e no Loricariidae do gênero *Hypostomus* (SATAKE *et al.* 1986; TORRES-FILHO *et al.* 1986). Entretanto, o cascudo possui eritrócitos com maior diâmetro (921,29 μm) (FAVARETO *et al.* 1978) quando comparado ao *P. mesopotamicus* (96,90 μm), como relatado por MARTINS *et al.* (1995). Contudo, o cascudo é um peixe que possui respiração aérea de emergência (CARTER 1935) e vive em ambiente lântico, enquanto o *P. mesopotamicus* é uma espécie de ambiente lótico e grande migradora (CASTAGNOLLI 1992). As espécies mais ativas apresentam células sangüíneas menores que as menos ativas (PÉREZ *et al.* 1984).

As células identificadas no esfregaço sangüíneo de *P. mesopotamicus*, mantido em policultivo intensivo, são morfológicamente similares as descritas em *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (RIBEIRO 1991), em *Prochilodus scrofa* Steindachner, 1881 (Prochilodontidae) (RANZANI-PAIVA & GODINHO 1983) e em *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 (Cyprinidae) (RANZANI-PAIVA *et al.* (1987).

Os esfregaços de *P. mesopotamicus* evidenciaram maior frequência de trombócitos, à semelhança do que ocorre em *Lepomis macrochirus* Raf (MURRAY 1984), em *Gudusia chapra* (Clupeidae) (CHONDAR 1982) e em *Sarotherodon melanotheron* (Cichlidae) (LEA MASTER *et al.* 1990). Por outro lado, o número de linfócitos é maior que o de trombócitos em truta arco-íris (HOUSTON *et al.* 1996).

Diversos autores (MURRAY 1984; CHONDAR 1982; LEA MASTER *et al.* 1990; HOUSTON *et al.* 1996) erroneamente incluem os trombócitos na contagem diferencial de leucócitos. Os trombócitos, embora não sejam leucócitos tem função de defesa em aves e peixes (GRECCHI *et al.* 1980; ISHIDA *et al.* 1985; KAJIGAYA *et al.* 1985; MATUSHIMA & MARIANO 1996) e são as células de maior prevalência no exsudato inflamatório de *Oreochromis niloticus* Trewavas 1983 (Cichlidae), com clara evidência de atividade fagocítica (SUZUKI 1986; MATUSHIMA & MARIANO 1996). Por isso não podem ser considerados responsáveis somente pelo processo de coagulação. Para corrigir tal imperfeição, neste trabalho, foram incluídos em um único bloco denominado de células sangüíneas de defesa orgânica.

Em *P. mesopotamicus* mantido em policultivo intensivo, o peso total e o comprimento padrão evidenciaram correlação altamente positiva, como o esperado. Porém, esses por sua vez não mostraram correlação com os parâmetros eritrocitários

e as células sangüíneas de defesa. Contudo, houve correlação entre os parâmetros eritrocitários estudados. Similarmente, estudos em *Mugil plantatus* Günther, 1880 (RANZANI-PAIVA 1995), em *Brycon* sp. (Characidae) (RANZANI-PAIVA 1991a) e em *C. macropomum* (TAVARES-DIAS *et al.* 1998) também não correlacionam parâmetros hematológicos e dados biométricos. Por outro lado, outros autores puderam correlacionar parâmetros hematológicos com o peso e comprimento (KAVAMOTO *et al.* 1983; AL-HASSAN *et al.* 1993).

Os resultados deste estudo sugerem que em *P. mesopotamicus*, mantido em policultivo intensivo, as células sangüíneas de defesa orgânica são morfologicamente similares às descritas para outras espécies. Entretanto, quantitativamente alguns parâmetros sangüíneos aproximam-se ou distanciam-se daqueles descritos na literatura para essa e outras espécies. Isso demonstra a existência de variações na composição sangüínea entre peixes de mesma espécie ou de espécies diferentes. Em teleósteos, os valores hematológicos podem ser influenciados por uma série de fatores, como o sexo, o comprimento, o peso, o estado nutricional, a condição de higidez, o ciclo sazonal e a idade (LARSSON *et al.* 1976; RANZANI-PAIVA 1991b), assim como o ambiente na qual o animal é mantido (HICKEY 1982; CHAUDHURI *et al.* 1986; ZUIM *et al.* 1988).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDRIN, J.F.; J.L. MESSEGER; F. BAUDIN LAURENCIN. 1982. La biochimie clinique en aquaculture. Interet et perspective. **CNEXO Actes Colloq.** 14: 219-326.
- AL-HASSAN, L.A.J.; H.K. AHMED & S.A. MAJEED. 1993. Some haematological parameters in relation to the biology of the fish *Acanthopagrus latus*. **Jour. Environ. Sci. Health** 28A (7): 1599-1611.
- BANZATO, D.A. & S.N. KRONKA. 1995. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal, Ed. Funep, 3ª ed., 247p.
- CARTER, G.S. 1935. Respiratory adaptation of the fishes of the forest water, with description of the accessory organs of *Eletrophorus electricus* (Linn.) and *Plecostomus plecostomus* (Linn.). **Jour. Linn. Soc. Lond. Zool.** 39: 219.
- CASTAGNOLLI, N. 1992. **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal, Ed. Funep, 189p.
- CHAUDHURI, S.H.; T. PANDIT & S. BANERJEE. 1986. Size and sex related variations of some blood parameters of *Sarotherodon mossambica*. **Environ. Ecol.** 4 (1): 61-63.
- CHONDAR, S.L. 1982. The haematology of *Gudusia chapra* (Pisces: Clupeidae). **Jour. Inland Fish. Soc. India.** 14 (1): 1-10.
- COLLIER, H.B. 1944. The standardization of blood haemoglobin determinations. **Can. Med. Ass. Jour.** 50: 550-552.
- FAVARETTO, A.L.V.; R.A. LOPES; S.O. PETENUSCI & P. SAWAYA. 1978. Estudo morfométrico de eritrócitos de *Plecostomus regani* (Pisces, loricariidae). Teleósteo de respiração aquática e aérea, após exposição ao ar atmosférico. **Rev. Fac. Farm. Odont.**, Ribeirão Preto, 15: 59-66.
- GOLDENFARB, P.B.; F.P. BOWYER; HALL & E. BROSIOUS. 1971. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. **Amer. Jour. Clin. Path.** 56: 35-39.

- GRECCHI, R.; A.M. SALIBA & M. MARIANO. 1980. Morphological changes, surface receptors and phagocytic potencial of fowl mononuclear phagocytes and trombocytes *in vivo* and *in vitro*. **Jour. Pathol.** **130**: 23-31.
- HICKEY JR., C.R.. 1982. Comparative hematology of wild and captive cunners. **Trans. Amer. Fish. Soc.** **111** (2): 242-249.
- HOUSTON, A.H.; N. DOBRIC & R. KAHURANANGA. 1996. The nature of hematological response in fish. **Fish Physiol. Biochem.** **15** (4): 339-347.
- ISHIDA, Y.; M. SUGIYAMA; H. KAJIGAYA; M. UMEDEA & M. ISODA. 1985. Inflammatory reactions on Japanese quails muscular tissue caused by sutures. **Bull. Nippon Vet. Zoot. Col.** **31**: 39-46.
- KAJIGAYA, H.; M. KAMEKURA; N. TANAHARA; A. OTHA; H. SUZUKI; M. SUGIYAMA & M. ISOSA. 1985. Acute and chronic inflammation induced by silk sutures in chicken mesentery. **Bull. Nippon Vet. Zoot. Col.** **34**: 35-8.
- KAVAMOTO, E.T.; M. TOKUMARU; R.A.P. SOUZA E SILVA & B.E.S. CAMPOS. 1983. Algumas variáveis hematológicas do "cascudo" *Plecostomus albopunctatus* (Regan, 1908). **Bol. Inst. Pesca.** São Paulo, **10**: 101-106.
- LARSSON, A.; M.J. JOHANSSON-SJOBECK & R. FANGE. 1976. Comparative study of some haematological and biochemical blood parameters in fishes from Shagerak. **Jour. Fish Biol.** **9**: 425-440.
- LEA MASTER, B.R.; J.A. BROCK; R.S. FUJIOKA & R.M. NAKAMURA. 1990. Hematologic and blood chemistry values for *Sarotherodon melanotheron* and a red hybrid tilapia in freshwater and seawater. **Comp. Biochem. Physiol.** **97A** (4): 525-529
- MARTINS, M.L.; N. CASTAGNOLLI; S.M.F. ZUIM & E.C. URBINATI. 1995. Influência de diferentes níveis de vitamina C na ração sobre parâmetros hematológicos de alevinos de *Piaractus mesopotamicus* Holmberg (Osteichthyes, Characidae). **Revta bras. Zool.** **12** (3): 609-618.
- MATUSHIMA, E.R. & M. MARIANO. 1996. Kinetics of the inflammatory reaction induced by carrageenin in the swimbladder of *Oreochromis niloticus* (Nile tilapia). **Braz. Jour. Vet. Anim. Sci.** **33** (1): 5-10.
- MURRAY, S.A. 1984. Hematological study of the bluegill, *Lepomis macrochirus* Raf. **Comp. Biochem. Physiol.** **78A** (4): 787-791.
- PÉREZ, J.E.; A. BOABA & G. OJEDA. 1984. Blood parameters in fishes. III. Hemoglobin concentration, hematocrit, and th number of red blood cells in some freshwater fishes of eastern Venezuela. **Bol. Inst. Oceanogr. Venezulea. Univ. Oriente** **23**: 43-47.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T. 1991a. Características sangüíneas da pirapitinga do sul, *Brycon* sp, sob condições experimentais de criação intensiva. **Braz. Jour. Vet. Res. Anim. Sci.**, São Paulo, **28** (2): 141-153.
- . 1991b. Hematologia de peixes; p.65-70. *In*: H.S.L. SANTOS (Ed.). **Histologia de Peixes**. São Paulo, FCAV-UNESP, 83p.
- . 1995. Características hematológicas de tainha *Mugil platanus* Günther, 1880 (Osteichthyes, Mugilidae) da região estuário-laguna de Cananéia-SP. (Lat. 25°00'S – Long. 47°55'W). **Bol. Inst. Pesca.** São Paulo, **22** (1): 1-22.
- RANZANI-PAIVA, M.J.; C.M. ISHIKAWA; M.C. PORTELLA & R.J. CELIBERTO. 1987. Hematologia da carpa comum *Cyprinus carpio*, infestada por *Argulus* sp. e após

- um tratamento com fosfato de 0,0-dimetil-oxi-2,2,2,-tricloroetilo (Neguvon). **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, **14**: 83-92.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T. & H.M. GODINHO. 1983. Sobre células sanguíneas e contagem diferencial de leucócitos e eritroblastos em curimatá, *Prochilodus scrofa* Steindacher, 1881 (Osteichthyes, Cypriniformes, Prochilodontidae). **Rev. Brasil. Biol.** **43** (4): 331-338.
- RIBEIRO, W.R. 1991. Leucócitos de peixes, p.61-64. In: H.S.L. SANTOS (Ed.). **Histologia de Peixes**. São Paulo, FCAV-UNESP, 83p.
- ROSENFELD, G. 1947. Corânte pancrômico para hematologia e citologia clínica. Nova combinação dos componentes do May-Grunwald e do Giensa num só corante de emprego rápido. **Mem. Inst. Butantan** **20**: 329-334.
- SATAKE, T.; A. NUTTI-SOBRINHO; O.V. PAULA-LOPES; R.A. LOPES & H.S.L. SANTOS. 1986. Haematological study brazilian fish. III. Blood parameters in armored catfish *Hypostomus paulinus* Ihering 1905 (Pisces, Loricariidae). **Ars Veterinaria** **2** (2): 179-183.
- SUZUKI, K. 1986. Morphological and phagocytic characteristics of peritoneal exudate cells in tilapia, *Oreochromis niloticus* (Trewavas), and carp, *Cyprinus carpio* L. **Jour. Fish Biol.** **29** (3): 349-364.
- TAVARES-DIAS, M.; E.F.S. SANDRIM & A. SANDRIM. 1998 Características Hematológicas do tambaqui (*Colossoma Macropomum*) Cuvier, 1818 (Osteichthyes: Characidae) em sistema de monocultivo intensivo. I. Série eritrocitária. **Rev. Brasil. Biol.** **58** (2): 197-202.
- TORRES-FILHO, I.P.; E.G. MOURA; C.C.A. NASCIMENTO; J. CONTAIFER; C.F. RAMOS; M.A. PIMENTA & E.B. TORRES. 1986. Parâmetros hematológicos do cascudo (*Hypostomus punctatus*). **Ciênc. Cult.** **38**: 825-832.
- WINTROBE, M.M. 1934. Variations on the size and haemoglobin content of erythrocytes in the blood various vertebrates. **Foglia Haematol.** **51**: 32-49.
- ZUIM, S.M.F.; A.A.M. ROSA & N. CASTAGNOLLI. 1988. Influence of sex and environment on metabolic parameters of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) during final maturation stage. **Bull. Canad. Aquacult. Assoc. Proc.**, Vancouver, **88** (4): 55-56.