

Características hematológicas do tambaqui *Colossoma macropomum* Cuvier (Osteichthyes, Characidae) em sistema de monocultivo intensivo. II. Leucócitos

Marcos Tavares-Dias^{1, 2}

Elziane F. Silva Sandrim³

Eugênio de Campos-Filho⁴

ABSTRACT. Hematological characteristics of tambaqui *Colossoma macropomum* Cuvier (Osteichthyes, Characidae) under intensive system. II. Leukocytes. The leukocytes parameters in approximately one-year-old freshwater fish *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (tambaqui) kept in an intensive monobreeding system as well as the correlation among these parameters and the biometric data (total weight and standard length) were investigated. The mean value of the white blood cell count (WBC) in the peripheral blood of tambaqui was $2663.3 \pm 1288 \mu\text{l}$ and in the differential count, the following means were observed: neutrophils ($1566.2 \pm 754 \mu\text{l}$); lymphocytes ($973.6 \pm 447 \mu\text{l}$); monocytes ($86.7 \pm 123 \mu\text{l}$) and special granulocytic cells ($7.8 \pm 144 \mu\text{l}$). The blood parameters studied were positively correlated among one another, but were negatively correlated with the standard length. However, no correlation was with the weight of the animals was shown. The leukocytes in *Colossoma macropomum* kept in an intensive monobreeding system were morphologically similar to those of other Brazilian teleosts described in literature.

KEY WORDS. Characidae, *Colossoma macropomum*, freshwater fish, leukocytes, tambaqui

Têm sido descritas em peixes variações leucocitárias causadas por patologias (WEINREB 1958; LEONENKO 1981; NAIR & NAIR 1982; AKELA *et al.* 1994) e exposição experimental ao chumbo (SANTOS & HALL 1990) ou cobre (DIXON & DICK 1985). Isso sugere que o conhecimento de parâmetros hematológicos pode ser benéfico na avaliação das condições de saúde dos peixes (BAXHALL & DAISLEY 1973; REHULKA 1996). Entretanto, uma das dificuldades no estabelecimento do estado de saúde em populações de peixes têm sido a escassez de referências seguras sobre as condições sanguíneas normais (RANZANI-PAIVA 1991), além da falta de uniformidade na classificação dos leucócitos.

Em teleósteos de água doce brasileiros, poucos estudos têm sido realizados com o escopo de determinar parâmetros leucocitários de normalidade. No entanto, esses estudos têm se concentrado em espécies da família Loricariidae (KAVAMOTO

1) Laboratório de Patologia de Organismos Aquáticos, Caunesp. Rodovia Carlos Tonani Km 05, 14870-000 Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

2) Departamento de Ciências Biológicas, Universidade de Franca. Caixa Postal 082, 14404-600 Franca, São Paulo, Brasil.

3) Piscicultura Usina São Geraldo. Rodovia Armando Salles Oliveira Km 8, 14160-00 Sertãozinho, São Paulo, Brasil.

4) Laboratório de Análises Clínicas, Hospital Veterinário, Unesp. Rodovia Carlos Tonani Km 05, 14870-000 Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

et al. 1985; SATAKE *et al.* 1989); Prochilodontidae (RANZANI-PAIVA & GODINHO 1983, 1986) e Pimelodidae (KAVAMOTO *et al.* 1983a).

O presente trabalho descreve os parâmetros leucocitários em *Colossoma macropomum* mantido em sistema de monocultivo intensivo, assim como as correlações entre esses e os dados biométricos. Este teleosteo de água doce tropical é conhecido vulgarmente como “tambaqui”, pertence à Characidae, subfamília Myleinae e encontra-se distribuído através da Bacia do Rio Amazonas. Atualmente largamente utilizado em criações em várias regiões do Brasil, inclusive no estado de São Paulo, onde foram feitas as colheitas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Piscicultura Usina São Geraldo, Sertãozinho, São Paulo, Brasil (21°07'45"S, 48°03'57"W), onde em março de 1996 foram estocados em monocultivo intensivo, alevinos de tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) procedentes de uma mesma desova. Os alevinos com comprimento padrão médio de 10 cm e peso médio de 30 gramas foram alimentados com ração comercial triturada (42% de proteína bruta) durante 35 dias. Ao fim deste período, passaram a ser alimentados com ração extrusada (28% de proteína bruta) e a ser mantidos em um viveiro de 730 m², profundidade média de 1m e com água renovada em aproximadamente 10% ao dia, na densidade de cinco peixe/m² até setembro de 1996, quando então, passaram a ser estocados em uma densidade de um peixe/m². A temperatura da água variou de 23°C a 28°C e o pH de 7,5 a 7,7.

Em abril de 1997, 30 exemplares foram coletados deste viveiro, onde procedeu-se imediatamente a coleta do sangue, sem uso de anestésico. O sangue de cada exemplar foi coletado através de punção da veia caudal com auxílio de seringa, contendo EDTA (10%), para contagem de leucócito total em câmara de Neubauer, após diluição em solução de cloreto de sódio 0,65% contendo vermelho neutro a 1% e violeta de genciana a 1%.

Para contagem diferencial de leucócitos, as primeiras gotas do sangue obtido foram utilizadas na confecção de esfregaços sangüíneos sobre lâminas, os quais foram corados pelo método de ROSENFELD (1947).

Todos os espécimes empregados neste trabalho encontravam-se sem lesões externas e aparentemente isentos de ectoparasitas e foram identificados como jovens.

Análise estatística. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente através do “Statistical Analysis System/SAS”, onde foram calculados os valores médios, desvio padrão das médias e intervalo de confiança. Para comparação entre dados biométricos e parâmetros hematológicos foi empregado o coeficiente de correlação linear de Pearson, onde $\alpha = 0,05$ foi considerada significativo.

RESULTADOS

Caracterização Morfológica dos Leucócitos

Quatro leucócitos distintos foram caracterizados no sangue periférico do *C. macropomum* mantido em monocultivo intensivo: neutrófilos, linfócitos, células granulocíticas especiais (C.G.E) e monócitos.

Os neutrófilos são células predominantemente arredondadas, com citoplasma acidófilo, geralmente abundante, ocupando boa parte da célula. O núcleo é predominantemente excêntrico, podendo ser bilobulado ou não, raramente central, na maioria das vezes esférico, de cromatina nuclear compacta e sem nucléolo visível (Fig. 1A). Os linfócitos são predominantemente arredondados e de tamanho variado. O citoplasma não evidencia granulações visíveis, sendo fortemente 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, seu citoplasma é abundante e rico em granulações claras, transparentes e esféricas, que espalham-se homoganeamente. O núcleo é pequeno e excêntrico, podendo ser ligeiramente alongado ou arredondado e com cromatina grosseira e sem nucléolo (Fig. 1C). Os monócitos são células grandes, de formato esférico, ocasionalmente arredondadas ou com certo grau de polimorfismo. Seu citoplasma é intensamente basofílico e na maioria das vezes com prolongamentos citoplasmáticos e vacuolização. O núcleo é freqüentemente excêntrico, geralmente alongado, alguns vezes podem ser esféricos (Fig. 1D).

Contagem Total de Leucócitos e Diferencial

Os valores médio da contagem total e diferencial de leucócitos em *C. macropomum*, assim como os dados biométricos estão descritos na tabela I. A contagem diferencial revelou maior freqüência de neutrófilos, seguida por linfócitos, monócitos e células granulocíticas especiais.

Tabela I. Amplitude de variação, média±desvio padrão e intervalo de confiança do peso, do comprimento e do número total dos diferentes leucócitos em *Colossoma macropomum*, mantido em monocultivo intensivo.

Parâmetros	Amplitude de variação	Média ± Desvio padrão	Intervalo de confiança
Peso (g)	500,0 – 700,0	584,6 ± 77,0	27,5
Comprimento (cm)	25,0 – 30,2	27,9 ± 1,4	0,5
Leucócitos total (μl)	1200,0 – 8000,0	266,3 ± 1288,0	460,1
Neutrófilos (μl)	720,0 – 4240,0	1566,2 ± 754,0	269,9
Linfócitos (μl)	350,0 – 2480,0	937,6 ± 447,0	160,1
Monócitos (μl)	0,0 – 640,0	86,7 ± 123,0	44,3
C.G.E. (μl)	0,0 – 640,0	7,8 ± 144,0	51,5

Os resultados da correlação linear de Pearson entre o peso total, comprimento padrão e os dados hematológicos em *C. macropomum* (Tab. II) revelaram que o comprimento padrão apresentou correlação negativa ($\alpha=0,05$) com o valor total de leucócitos, com linfócitos e neutrófilos, assim como correlação altamente negativa ($\alpha=0,01$) com monócitos. Entretanto, o peso total não foi correlacionado com nenhum dos parâmetros hematológicos estudados. A contagem total de leucócitos apresentou correlação altamente positiva ($\alpha=0,01$) com linfócitos, neutrófilos, monócitos e células granulocíticas especiais. Enquanto, os linfócitos foram positivamente ($\alpha=0,01$) correlacionados com monócitos, células granulocíticas especiais e neutrófilos, e este último, com monócitos e células granulocíticas especiais. Os monócitos por sua vez, evidenciaram correlação altamente positiva ($\alpha=0,01$) com as células granulocíticas especiais.

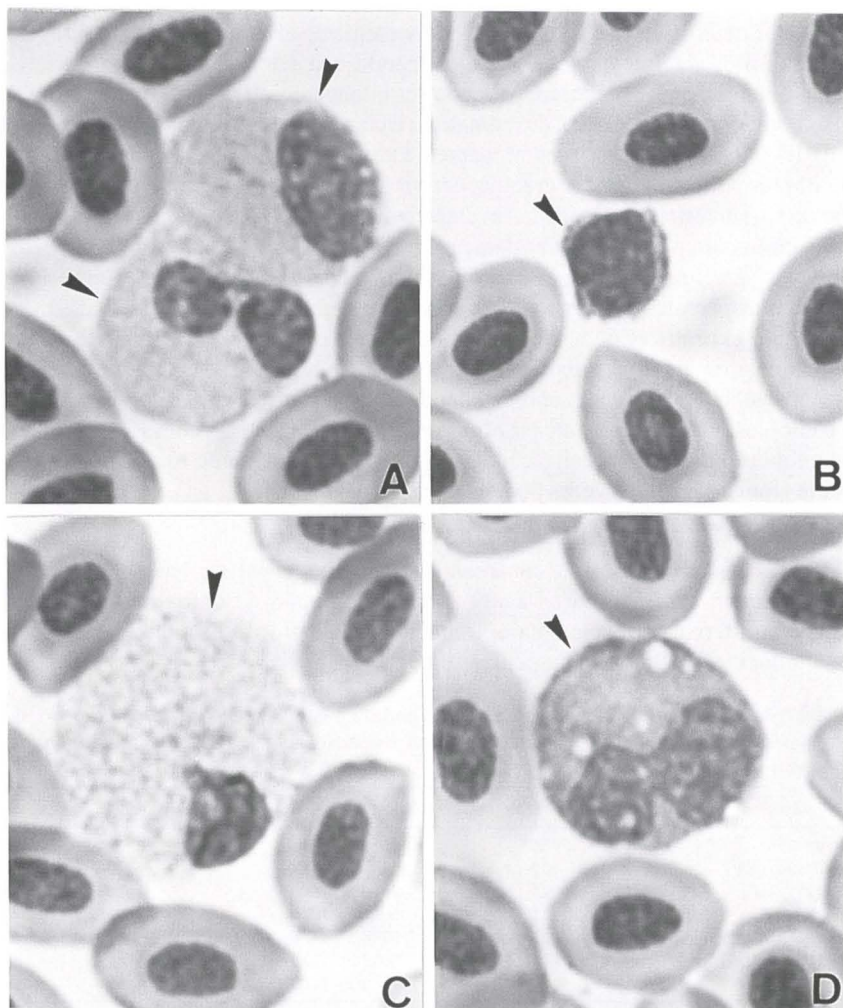


Fig. 1. Leucócitos do *Colossoma macropomum*. Neutrófilos (A), linfócito (B), célula granulocítica especial (C) e monócito (D). Coloração: Rosenfeld.

DISCUSSÃO

Os leucócitos identificados em *C. macropomum* mantido em sistema de monocultivo intensivo são morfologicamente similares aos descritos em *Prochilodus scrofa* Steindachner, 1881 (Prochilodontidae) (RANZANI-PAIVA & GODINHO 1983) e em *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 (Cyprinidae) RANZANI-PAIVA et al. (1987). Os monócitos em *C. macropomum* são morfologicamente semelhantes aos dos mamíferos. Entretanto, em *Pleurocetes platessa* Linnaeus, 1758 o neutrófilo é que apresenta tal similaridade (ELLIS 1976).

Tabela II. Coeficientes da correlação linear de Pearson entre os parâmetros hematológicos e os dados biométricos em *C. macropomum*, mantido em monocultivo intensivo.

Parâmetros	W_{sd}	L_t	Leucócitos	Linfócitos	Neutrófilos	Monócitos	C.G.E.
Peso (g)	1,00	0,607**	-0,090	0,036	-0,125	-0,240	-0,059
Comprimento (cm)		1,000	-0,409*	-0,362*	-0,360*	-0,489**	-0,223
Leucócitos total (μ l)			1,000	0,869**	0,929**	0,773**	0,694**
Neutrófilos (μ l)				1,000	0,659**	0,677**	0,608**
Linfócitos (μ l)					1,000	0,597**	0,497**
Monócitos (μ l)						1,000	0,811**
C.G.E. (μ l)							1,000

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

Apesar da parca literatura sobre contagem total de leucócitos em teleósteos dulciaquícolas brasileiros esta mostra que a contagem em *C. macropomum* foi menor que os valores descritos em *Rhamdia hilarii* Valenciennes, 1840 (Loricariidae) (KAVAMOTO *et al.* 1983a) e em *Hypostomus paulinus* Ihering, 1905 (Loricariidae) (SATAKE *et al.* 1989). Entretanto, o que se observa é que há uma grande variação entre os valores médios nesses grupos. Contudo, o número de leucócitos em teleósteos pode variar consideravelmente de uma espécie para outra ou até mesmo entre peixes de uma mesma espécie sob as mais variadas condições experimentais e ambientais (EZZAT *et al.* 1974; HARDIG & HOGLUND 1983; ELLSAESSER & CLEM 1986; WAAGHO *et al.* 1988; KORCOK *et al.* 1988).

No sangue periférico de *C. macropomum* mantido em monocultivo intensivo os neutrófilos foram as células mais freqüentes. Estes resultados concordam com os achados de RANZANI-PAIVA & GODINHO (1983) em *P. scrofa* e RANZANI-PAIVA & ISHIKAWA (1996) em *Mugil platamus* Günther, 1880 (Mugilidae).

Os neutrófilos são altamente relevantes em teleósteos, uma vez que demonstraram grande sensibilidade às modificações do meio ambiente (MAHAJAN & DHEER 1979). DIXON & DICK (1985) verificaram em *Salmo gairdneri* Richardson, 1836 (Salmonidae) uma acentuada linfopenia após exposição crônica ao cobre. Entretanto, quando todas as demais células retornam aos valores controles, uma significativa neutrofilia foi observada. CROSS & MATTHEWS (1993) observaram intensa fagocitose por neutrófilos no exsudato inflamatório de *C. carpio* imunizados contra o protozoário *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876 (Ciliophora). Similarmente, LAMAS *et al.* (1994) também descrevem fagocitose por neutrófilos durante a resposta inflamatória em Salmonidae.

Linfócitos foram a segunda célula mais freqüente no sangue circulante em *C. macropomum*, deste trabalho. Entretanto, vários estudos tem documentado predominância de linfócitos, em relação aos demais leucócitos, no sangue periférico de espécies das famílias: Pimelodidae (KAVAMOTO *et al.* 1983a); Loricariidae (KAVAMOTO *et al.* 1985; SATAKE *et al.* 1989); Prochilodontidae (RANZANI-PAIVA & GODINHO 1986) e Mugilidae (RANZANI-PAIVA 1995), assim com em Characidae (MARTINS *et al.* 1995).

Em teleósteos, os linfócitos parecem atuar significativamente no sistema imunológico, uma vez que significativa linfocitose ocorre após exposição ao chumbo inorgânico (SANTOS & HALL 1990) e ao mercúrio (GILL & PANT 1985). Entretanto, estes podem ser influenciados pela temperatura, visto que ocorre signi-

ficativo decréscimo proporcionalmente ao aumento da temperatura em *C. macropomum* (MOURA et al. 1994).

Alguns estudos recentes classificam usualmente os linfócitos em grandes e pequenos (SATAKE et al. 1989). Entretanto, estudos anteriores sugerem que esta distinção é arbitrária, pois possivelmente representam estágios funcionais diferentes de uma mesma população e não populações celulares distintas (ELLIS 1977). Já estudos realizados em *Ictalurus punctatus* Meyer, 1975 (LEWIS et al. 1979), assim como em *C. carpio* demonstram claramente a existência de linfócitos T e B (SCHNEIDER & AMBROSIUS 1987) em peixes.

A contagem diferencial em *C. macropomum* mostrou ainda uma baixa frequência de monócitos. Estes resultados concordam com os achados de KAVAMOTO et al. (1985). Entretanto, a existência de monócitos no sangue periférico de teleósteos tem sido contestada (CATTON 1951; JAKOWSKA 1956; SAUNDERS 1966). Contudo, MOURA et al. (1994) demonstraram aumento dessas células em *C. macropomum* quando aclimatados temperaturas elevadas. Porém, o mesmo não ocorreu em tamoatá *Hoplosternum littorale* Hancock, 1828 (Callichthyidae). Segundo a literatura, os monócitos são células com propriedades fagocíticas (PARISH et al. 1986; THUVANDER et al. 1987; LAMAS et al. 1994) e sob certas condições, migram do sistema vascular completando sua maturação nos tecidos, tornando-se macrófagos (DURAND 1950; MORROW & PULSFORD 1980; MATUSHIMA & MARIANO 1996).

O quarto leucócito evidenciado em *C. macropomum* mantido em monocultivo foi a célula granulocítica especial. Observou-se que sua frequência absoluta foi baixa. Entretanto, frequência elevada desta célula foi descrita em *C. carpio* parasitado por *Argulus* sp. (RANZANI-PAIVA et al. 1987). Esse granulócito não tem sido encontrado no sangue periférico de algumas espécies do grupo Loricariidae (KAVAMOTO et al. 1985); Prochilodontidae (RANZANI-PAIVA & GODINHO 1983, 1986); Mugilidae (RANZANI-PAIVA 1995; RANZANI-PAIVA & ISHIKAWA 1996) e Characidae (MARTINS et al. 1995). RANZANI-PAIVA & EIRAS (1995) descrevem que somente quatro, de treze espécies de teleósteos capturadas no Rio Paraná (Brasil) apresentaram célula granulocítica especial. Tais espécies, pertencem ao grupo Prochilodontidae; Pimelodidae e Callichthyidae.

Contudo, em algumas espécies de teleósteos, este granulócito cujos grânulos não se coram por nenhum corante ácido ou básico tem sido descrito e caracterizado citoquimicamente como “plasmocitóide” ou “granulócito P.A.S. fortemente positivo” (RIBEIRO 1991) ou ainda, como células reticulares (MOURA et al. 1994).

Eosinófilos e basófilos não foram encontrados no sangue periférico de *C. macropomum*, deste trabalho. Resultados similares foram descritos por BOOMKER (1981) em *Clarias gariepinus* Burchel, 1822 (Clariidae) e por RANZANI-PAIVA & GODINHO (1983, 1986) em *P. scrofa*, os quais também relatam ausência eosinófilos nessas espécies. Em *H. paulinus* (SATAKE et al. 1989) e em *H. littorale* (MOURA et al. 1994) também foi verificado ausência de basófilos. Não obstante, estudos em *P. albopunctatus* (KAVAMOTO et al. 1985) descrevem ocorrência de ambos leucócitos, mesmo que em frequência relativa baixa. Entretanto, elevado percentual de eosinófilos foi observado em *C. carpio* com intensa infestação por *Argulus* sp. (RANZANI-PAIVA et al. 1987).

MOURA *et al.* (1994) demonstraram a ocorrência de basófilos em *C. macropomum* quando aclimatados a 20, 25 e 30°C, mas não a 35 e 40°C. Entretanto, eosinófilos foram observados em todas as temperaturas.

Os resultados do coeficiente da correlação linear de Pearson demonstram que o comprimento padrão foi negativamente correlacionado com o número de leucócito total, linfócitos, neutrófilos e monócitos. Adversamente, KAVAMOTO *et al.* (1983b) verificaram correlação positiva entre leucócitos e o comprimento total em *Plecostomus albopunctatus* Regan, 1908 (Loricariidae).

O peso total não pode ser correlacionado com os parâmetros hematológicos estudados, possivelmente devido à grande homogeneidade de distribuição entre os animais. A contagem total de leucócitos foi positivamente correlacionada com linfócitos; neutrófilos; monócitos e células granulocíticas especiais, como o esperado. Estes por sua vez, também foram correlacionados entre si. Similarmente, outros estudos também correlacionam parâmetros hematológicos em peixes (KAVAMOTO *et al.* 1983b, 1985; MURRAY 1984; VOLYNKIN 1986).

Os resultados deste estudo, sugerem que em *Colossoma macropomum* mantido em monocultivo intensivo, os leucócitos são morfologicamente similares aos de outras espécies da literatura. Entretanto, isto não ocorreu sob prisma quantitativo. Todavia, diversos fatores podem contribuir na variação quantitativa dos elementos sangüíneos em peixes: o sexo; comprimento; peso; estado nutricional; doenças; ciclo sazonal; idade (LARSSON *et al.* 1976; RANZANI-PAIVA 1991), assim como o ambiente na qual o animal é mantido (HICKEY 1982; TAVARES-DIAS *et al.* 1998).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKELA, B.P.; S.M.P. YADAV; A. KUMARI; S. KUMARI & A. KARIM. 1994. Effect of bacterial ulcer on percentage count of leukocytes in the fish *Channa punctatus* (Bloch). **Environ. Ecol.** **12** (3): 696-698.
- BLAXHALL, P.C. & K.W. DAISLEY. 1973. Routine hematological methods for use with fish blood. **Jour. Fish Biol.** **5**: 771-781.
- BOOMKER, J. 1981. The haemocytology and histology of the haemopoietic organs of South African freshwater fish. III. The leukocytes, plasma cells and macrophages of *Clarias gariepinus* and *Sarotherodon mossambicus*. **Onderstepoort Jour. Vet. Res.** **48** (4): 185-193.
- CATTON, W.T.V. 1951. Blood cell formation in certain teleost fishes. **Blood** **6**: 39-60.
- CROSS, M.L. & R.A. MATTHEWS. 1993. Localized leucocyte reponse to *Ichthyophthirius multifiliis* establishment in immune carp *Cyprinus carpio* L. **Vet. Immunol. Immunopathol.** **38** (3-4): 341-358.
- DIXON, D.G. & P.T. DICK. 1985. Changes in circulating blood cell levels of rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson, following acute and chronic exposure to copper. **Jour. Fish Biol.** **26** (4): 475-481.
- DURAND, J. 1950. Étude morphologique et du sang, de l'immunité naturelle et acquise chez quelques poisson indochinois. **Ann. L'Inst. Océanog.** **25**: 110-206.
- ELLIS, A.E. 1976. Leucocytes and related cells in the plaice, *Pleuronectes platessa*. **Jour. Fish. Biol.** **8** (2): 143-156.

- . 1977. The leucocytes and of fish: A review. **Jour. Fish. Biol.** **11**: 453-491.
- ELLSAESSER, C.K. & L.W. CLEM. 1986. Haematological and immunological changes in channel catfish stressed by handling and transport. **Jour. Fish Biol.** **28**: 511-521.
- EZZAT, A.A.; M.B. SHABANA & A.M. FARGHALY. 1974. Studies on blood characteristics of *Tilapia zilli* (Gervais). I. Blood cells. **Jour. Fish. Biol.** **6** (1): 1-12.
- GILL, T.S. & J.C. PANT. 1985. Mercury induced blood anomalies in the freshwater teleost *Barbus conchoni* Ham. **Water Air Soil Pollut.** **24** (2): 165-171.
- HARDIG, J. & L.B. HOGGLUND. 1983. On accuracy in estimating fish blood variables. **Comp. Biochem.** **75A**: 35-40.
- HICKEY JR., C.R. 1982. Comparative hematology of wild and captive cunners. **Trans. Amer. Fish. Soc.** **111** (2): 242-249.
- JAKOWSKA, S. 1956. Morphologie et nomenclature des cellules du sang des telostins. **Rev. Hemat.** **11**: 519-539.
- KAVAMOTO, E.T.; M.J. RANZANI-PAIVA & M. TOKUMARU. 1983a. Estudos hematológicos em “bagre” *Rhamdia hilarri* (Val.1840) teleósteos, no estágio de desenvolvimento gonadal maduro. **Bol. Inst. Pesca** **10**: 53-60.
- KAVAMOTO, E.T.; M. TOKUMARU; R.A.P. SOUZA E SILVA & B.E.S. CAMPOS. 1983b. Algumas variáveis hematológicas do “cascudo” *Plecostomus albopunctatus* (Regan, 1908). **Bol. Inst. Pesca** **10**: 101-106.
- . 1985. Variações morfológicas e contagem diferencial das células leucocitárias do “cascudo” *Plecostomus albopunctatus* (Regan, 1908), em relação ao desenvolvimento gonadal. **Bol. Inst. Pesca** **12** (2): 15-23.
- KORCOCK, D.E.; A.H. HOUSTON & J.D. GRAY. 1988. Effects of sampling conditions on selected blood variables of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. **Jour. Fish. Biol.** **33**: 319-330.
- LAMAS, J.; Y. SANTOS; D.W. BRUNO; A.E. TORANZO & R. ANADON. 1994. Non-specific cellular responses of rainbow trout to *Vibrio anguillarum* and its extracellular products (ECPs). **Jour. Fish Biol.** **45** (5): 839-854.
- LARSSON, A.; M.J. JOHANSSON-SJOBECK & R. FANGE. 1976. Comparative study of some haematological and biochemical blood parameters in fishes from Shager-rak. **Jour. Fish Biol.** **9**: 425-440.
- LEONENKO, E.P. 1981. Changes in the blood picture of carp (*Cyprinus carpio* L.) with gill disease. In: S.B. NAUCH & T.R. VNIIPRKH (Ed). **Fish diseases Aquatic toxicology**. Musselius, V.A. & Shesterin, 256p.
- LEWIS, D.H.; T.E. EUREL; M.S. CANNON & L.C. GRUMBLES. 1979. T and B analogues from peripheral blood of immune channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Jour. Fish. Biol.** **14**: 31-37.
- MAHAJAN, C.L. & J.S. DHEER. 1979. Cell types in the peripheral blood of na air-breathing fish *Channa punctatus*. **Jour. Fish. Biol.** **14**: 481-487.
- 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.
- MORROW, W.J.W. & A. PULSFORD. 1980. Identification of peripheral blood leucocytes of the dogfish (*Scylliorhinus canicula* L.) by electron microscopy. **Jour. Fish Biol.** **17** (4): 461-475.
- MOURA, M.A.F.; I.P. FARIAS & A.L. VAL. 1994. Effects of temperatura on leucocytes of *Colossoma macropomum* and *Hoplosternum littorale* (Pisces). **Brazilian Jour. Med. Biol. Res.** **27**: 1589-1598.
- MURRAY, S.A. 1984. Hematological study of the bluegill, *Lepomis macrochirus* Raf. **Comp. Biochem. Physiol.** **78A** (4): 787-791.
- NAIR, A.G. & B.N. NAIR. 1982. Effect of infestation with the isopod, *Alitropus typus* M. Edwards (Crustacea: Flabellifera: Aegidae) on the haematological parameters of the host fish, *Channa striatus* (Bloch). **Aquaculture** **30** (1-4): 11-20.
- PARISH, N.; A. WRATHMELL; S. HART & J.E. HARRIS. 1986. Phagocytic cells in the peripheral blood of the dogfish *Scylliorhinus canicula* L. I. *In vitro* studies. **Acta Zool.** **67** (4): 215-224.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T. 1991. Hematologia de peixes, p.65-70. In: H.S.L. SANTOS (Ed.). **Histologia de Peixes**. São Paulo, FCAV-Unesp, 83p.
- . 1995. Células do sangue periférico e contagem diferencial de leucócitos de tainha *Mugil platanus* Günther, 1880 (Osteichthyes, Mugilidae) da região estuarino-lagunar de Cananéia-SP. (Lat. 25°00'S – Long. 47°55'W). **Bol. Inst. Pesca** **22** (1): 23-40.
- RANZANI-PAIVA, M.J. & C.M. ISHIKAWA. 1996. Haematological Characteristics of freshwater-reared and wild mullet, *Mugil platanus* (Günther, 1880 (Osteichthyes, Mugilidae). **Revta Bras. Zool.** **13** (3): 561-568.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T. & H.M. GODINHO. 1983. Sobre células sangüíneas e contagem diferencial de leucócitos e eritroblastos em curimatá, *Prochilodus scrofa* Steindacher, 1881 (Osteichthyes, Cypriniformes, Prochilodontidae). **Rev. Brasil. Biol.** **43** (4): 331-338.
- . 1986. Hematological characteristics of the curimatá, *Prochilodus scrofa* Steindacher, 1881 (Osteichthyes, Cypriniformes, Prochilodontidae), stocked in experimental conditions. **Bol. Inst. Pesca** **13** (2): 115-120.
- 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-tricloroetil (Neguvon). **Bol. Inst. Pesca** **14**: 83-92.
- RANZANI-PAIVA, M.J. & A.C. EIRAS. 1995. Células sangüíneas e contagem diferencial de leucócitos de 13 espécies de teleósteos do Rio Paraná – Pr. **Anais Simp. Brasil. Aqüicul.**, Peruíbe, p.173-182.
- REHULKA, J. 1996. Blood parameters in common carp with spontaneous spring viremia (SVC). **Aquacult. Int.** **4** (2): 175-182.
- RIBEIRO, W.R. 1991. Leucócitos de peixes teleósteos, p.61-64. In: H.S.L. SANTOS (Ed.). **Histologia de Peixes**. São Paulo, FCAV-UNESP, 83p.
- ROSENFELD, G. 1947. Corante 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.
- SANTOS, M.A. & A. HALL. 1990. Influence of inorganic lead on the biochemical

- blood composition of the eel, *Anguilla anguilla* L. **Ecotoxicol. Environ.** **20** (1): 7-9.
- SATAKE, T.; A. NUTTI-SOBRINHO; O.V. PAULA-LOPES; R.A. LOPES & H.S. LEME-SANTOS. 1989. Estudo hematológico de peixes brasileiros. XI. As células brancas do cascudo *Hypostomus paulinus* Ihering 1905 (Pisces, Loricariidae). **Ars Veterinaria** **5** (1): 107-111.
- SAUNDERS, D.C. 1966. Differential blood cell counts of 121 species of marine fishes of Puerto Rico. **Trans. Amer. Microsc. Soc.** **85**: 427-449.
- SCHNEIDER, B. & H. AMBROSIUS. 1987. The influence of environmental temperature on the lymphocyte populations in carp (*Cyprinus carpio* L.). **Biomed. Biochim. Acta** **46** (1): 135-141.
- 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.
- THUVANDER, A.; L. NORRGREN & C. FOSSUM. 1987. Phagocytic cells in the blood from rainbow trout, *Salmo gairdneri* (Richardson), characterized by flow cytometry and electron microscopy. **Jour. Fish Biol.** **31** (2): 197-208.
- VOLYNKIN, Y.L. 1986. Leukocytes and thrombocytes of the peripheric blood in the blue whiting *Micromesistius poutassou*, Risso (Gadidae). **Vopr. Ikhtiol.** **26** (1): 129-136.
- WAAGBO, R.; K. SANDNES; S. ESPELID & O. LIE. 1988. Haematological and biochemical analyses of Atlantic salmon, *Salmo salar* L. suffering from coldwater vibriosis (Hitra disease). **Jour. Fish Diseases** **11**: 417-423.
- WEINREB, E.L. 1958. Studies on the histology and hystopatolgy of rainbow trout, *Salmo gairdneri irideus*. I. Hematology: under normal and experimental conditions of inflammation. **Zoologica** **43**: 145-153.

Recebido em 19.IX.1997; aceito em 27.I.1999.