

# Parâmetros hematológicos de espécies nativas do rio Tocantins, *Auchenipterus nuchalis*, *Psectrogaster amazonica* e *Squaliforma emarginata* (Teleostei, Ostariophysi)

Elianora Gomes de Carvalho<sup>1</sup>, Carla Simone Seibert<sup>1</sup>, Michella Soares Coelho<sup>2</sup> e Elineide Eugênio Marques<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Núcleo de Estudos Ambientais, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Tocantins, Rua 03, Quadra 17, 77500-000, Jardim dos Ipês, Porto Nacional, Tocantins, Brasil. <sup>2</sup>Laboratório de Hipertensão Experimental, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: emarques@uft.edu.br

**RESUMO.** Neste estudo, foram avaliadas as características hematológicas e a morfometria de *Auchenipterus nuchalis*, *Psectrogaster amazonica* e *Squaliforma emarginata*, capturados no rio Tocantins. As amostragens foram realizadas no rio Tocantins, onde o sangue foi coletado por punção caudal dos animais, determinando-se hemograma completo e morfometria dos eritrócitos. *Auchenipterus nuchalis* (n = 15) apresentou maior número de eritrócitos, hemoglobina e hematócrito, seguido de *P. amazonica* (n = 26) e *S. emarginata* (n = 26). O tamanho dos eritrócitos foi maior para *S. emarginata*, mostrando que quanto maior o tamanho dos eritrócitos, menor o número de células circulantes. *Squaliforma emarginata* também apresentou maior número de blastos (eritrócitos ortocromáticos e policromatófilos) no sangue periférico. Estas diferenças podem ser atribuídas a adaptações respiratórias de natureza comportamental e/ou fisiológicas, relacionadas ao meio ambiente. O maior percentual de linfócitos foi observado em *P. amazonica*; o de monócitos e neutrófilos, na espécie *A. nuchalis*. A variação nos percentuais de leucócitos entre as espécies pode estar relacionada ao nicho ocupado, favorecido pela exposição a diferentes microrganismos.

**Palavras-chave:** peixes, hematologia, eritrócitos, morfometria, leucócitos, rio Tocantins.

**ABSTRACT.** Hematological parameters of native fish species of the Tocantins river, *Auchenipterus nuchalis*, *Psectrogaster amazonica* and *Squaliforma emarginata* (Teleostei, Ostariophysi). This study evaluated the hematological characteristics and erythrocyte morphometry in *Auchenipterus nuchalis*, *Psectrogaster amazonica* and *Squaliforma emarginata* captured in Tocantins river. The samples were taken in the Tocantins river, where blood was collected by puncturing the caudal vein of the animals. The complete hemogram and morphometry of the erythrocytes were determined. *Auchenipterus nuchalis* (n = 15) showed the largest number of erythrocytes, hemoglobin and hematocrit, followed by *P. amazonica* (n = 26) and *S. emarginata* (n = 26). *Squaliforma emarginata* showed the largest erythrocytes and the smallest number of circulating cells. *Squaliforma emarginata* also showed the highest number of circulating blast cells (orthochromatic and polychromatophil erythrocytes) in the peripheral blood. These differences can be attributed to respiratory adaptations of a behavioral or physiological nature related to the environment. The highest percentage of lymphocytes was observed in *P. amazonica*, and of monocytes and neutrophils in *A. nuchalis*. The variation among the species in the percentages of leucocytes can also be attributed to the niche occupied, favored by exposure to different microorganisms.

**Key words:** fish, hematology, erythrocyte, morphometry, leucocytes, Tocantins river.

## Introdução

Estudos hematológicos comparativos contribuem para a compreensão das variações filogenéticas, do modo de vida e de outros aspectos relacionados às adaptações fisiológicas dos animais (HALL; GRAY, 1929; WINTROBE, 1933). Adaptações fisiológicas a diferentes condições ambientais são comuns entre as

espécies de peixes. Aquelas relacionadas à obtenção e utilização do oxigênio, por exemplo, são numerosas, principalmente em ambientes tropicais onde as altas temperaturas reduzem a concentração do oxigênio dissolvido na água (VAL et al., 1996). A diversidade dos ecossistemas de água doce, determinada pelas diferenças estruturais do ambiente, pelas variações temporais e espaciais das condições físicas e

químicas do meio e pelas características morfofisiológicas de cada espécie, adquiridas durante o tempo evolutivo, seleciona os organismos que ocupam cada micro-habitat (LOWE-McCONNELL, 1987; MELO et al., 2007).

A composição morfológica do sangue, em sua expressão quantitativa e qualitativa, apresenta aspectos característicos de adaptação da vida na água (RANZANI-PAIVA; GODINHO, 1983). O sangue dos peixes difere dos mamíferos em relação à forma dos eritrócitos, os quais são nucleados, ovais ou elípticos (CAMPBELL, 1991). Apresenta diferenças ainda em relação à estrutura da hemoglobina, sua capacidade de tamponamento e variações da afinidade pelo oxigênio (HEMING, 1989; VAL et al., 1996).

As células que participam do sistema imunológico se encontram circulantes no sangue, como coleções anatomicamente definidas nos órgãos linfóides ou células distribuídas por todos os tecidos, as quais também podem ser influenciadas pelo habitat ocupado (ABBAS et al., 1995).

O interesse na produção de peixes em cativeiro tem estimulado a busca de padrões que possam servir de referência para determinar o estado de saúde dos animais (TAVARES-DIAS et al., 2002; SEIBERT et al., 2001; TAVARES-DIAS et al., 2004). No entanto, estudos que tratam de parâmetros hematológicos para populações naturais de peixes são escassos na literatura (RANZANI-PAIVA et al., 2000). Portanto, este estudo teve como objetivo determinar as características hematológicas e a morfometria das células sanguíneas de três espécies nativas de peixes, *Auchenipterus nuchalis* (Auchenipteridae), *Psectrogaster amazonica* (Curimatidae) e *Squaliforma emarginata* (= *Hypostomus emarginatus*, Loricariidae), do rio Tocantins.

## Material e métodos

Neste trabalho, *Auchenipterus nuchalis* (número de catálogo UNT 3979; UNT 6716; UNT 3975), *Psectrogaster amazonica* (número de catálogo UNT 1503; UNT 6282; UNT 1501) e *Squaliforma emarginata* (número de catálogo UNT 304; UNT 321; UNT 286) foram coletadas do rio Tocantins, município de Porto Nacional, Estado do Tocantins, utilizando redes de espera e de arrasto. Os animais foram anestesiados com solução aquosa de tricaina (tricaine methanesulfonate) na proporção de 1:10.000 (BURKA et al., 1997). O sangue (1 mL) foi coletado com seringa heparinizada, por punção da veia caudal.

A contagem de eritrócitos (Er) foi realizada em câmara de Neubauer, utilizando solução de Gower

na proporção de 1/200 (DACIE; LEWIS, 2005). A concentração de hemoglobina (Hb) foi determinada pelo método de cianometahemoglobina e o hematócrito (Ht) por centrifugação do sangue total (5 min., 12.000 rpm) em tubos capilares. Os índices eritrocitários como volume corpuscular médio - VCM ( $Ht / Er \times 10$ ), hemoglobina corpuscular média - HCM ( $Hb / Er \times 10$ ) e concentração de hemoglobina corpuscular média - CHCM ( $Hb / Ht \times 100$ ) foram calculados utilizando os valores de eritrócitos, hemoglobina e hematócrito (DACIE; LEWIS, 2005).

A contagem diferencial de leucócitos foi determinada em extensões sanguíneas coradas com May-Grunwald-Giemsa, de acordo com o método descrito por Rosenfeld (1947). A contagem diferencial de leucócitos foi realizada em 100 células (DACIE; LEWIS, 2005).

Os comprimentos e larguras dos eritrócitos e seus respectivos núcleos foram tomados em 35 células escolhidas aleatoriamente na extensão sanguínea de cada indivíduo amostrado. As células foram medidas sob objetiva de imersão, em microscópio Lambda LMR-2, utilizando ocular com escala micrométrica. Foram determinados os comprimentos médios dos eritrócitos (Ce), o comprimento médio do núcleo (Cn), a largura média dos eritrócitos (Le), a largura média do núcleo (Ln).

Utilizou-se análise de variância de um fator (one way-Anova), seguida do pós-teste de Newman-Keuls', para avaliar as diferenças entre as médias dos resultados obtidos nos diversos grupos analisados. O erro alfa menor do que 5% foi aceito para rejeitar a hipótese de nulidade. A análise estatística foi realizada no programa GraphPad Prism (GraphPad Prism Software, USA).

## Resultados

O número de eritrócitos, concentração de hemoglobina e hematócrito foram maiores ( $p < 0,05$ ) para a espécie *A. nuchalis*, que apresentou também o menor ( $p < 0,05$ ) volume corpuscular médio, quando comparada com as outras duas espécies (Tabela 1). Em *P. amazonica*, os valores de eritrócitos, concentração de hemoglobina e hematócrito foram intermediários, e os menores ( $p < 0,05$ ) valores foram obtidos para *S. emarginata* (Tabela 1). Tendência inversa foi verificada para as medidas morfométricas das células sanguíneas; os maiores ( $p < 0,05$ ) valores foram encontrados para a espécie *S. emarginata*, e os menores ( $p < 0,05$ ) valores foram observados na espécie *A. nuchalis*, em comparação com a espécie *P. amazonica*. Estes resultados estão demonstrados na Tabela 2. A

espécie *S. emarginata* também apresentou os maiores ( $p < 0,05$ ) percentuais de blastos circulantes, com  $12,11 \pm 0,88\%$  de eritroblastos ortocromáticos e  $1,52 \pm 0,12\%$  de eritroblastos policromatófilos. Nas outras duas espécies, o percentual de blastos foi menor ( $p < 0,05$ ), sendo os valores encontrados muito semelhantes (Tabela 3).

**Tabela 1.** Valores médios e desvio-padrão do eritrograma de *Auchenipterus nuchalis* ( $n = 15$ ), *Psectrogaster amazonica* ( $n = 26$ ) e *Squaliforma emarginata* ( $n = 26$ ) do rio Tocantins. VCM = volume corpuscular médio; HCM = hemoglobina corpuscular média; CHCM = concentração de hemoglobina corpuscular média. Letras distintas indicam diferenças significativas entre as espécies ( $p < 0,05$ ).

Eritrograma	<i>A. nuchalis</i>	<i>P. amazonica</i>	<i>S. emarginata</i>
Eritrócitos ( $10^6 \text{ mm}^{-3}$ )	$1,63 \pm 0,11^a$	$0,83 \pm 0,03$	$0,56 \pm 0,47$
Hemoglobina ( $\text{g dl}^{-1}$ )	$13,47 \pm 0,95^a$	$10,35 \pm 0,56$	$5,69 \pm 0,54$
Hematócrito (%)	$34,37 \pm 0,92^a$	$30,52 \pm 0,89$	$21,44 \pm 1,32$
VCM (fl)	$216,41 \pm 12,71$	$384,08 \pm 15,83^b$	$394,03 \pm 19,48^b$
HCM (pg)	$83,85 \pm 5,84^a$	$130,84 \pm 8,94^b$	$103,20 \pm 9,30$
CHCM (%)	$38,14 \pm 1,61^a$	$34,92 \pm 1,94$	$26,34 \pm 2,05^b$

**Tabela 2.** Valores médios e desvio-padrão da morfometria dos eritrócitos de *Auchenipterus nuchalis* ( $n = 15$ ), *Psectrogaster amazonica* ( $n = 26$ ) e *Squaliforma emarginata* ( $n = 26$ ) do rio Tocantins. Letras distintas indicam diferenças significativas entre as espécies ( $p < 0,05$ ).

Morfometria ( $\mu\text{m}$ )	<i>A. nuchalis</i>	<i>P. amazonica</i>	<i>S. emarginata</i>
Comprimento médio do eritrócito	$0,105 \pm 0,0030^a$	$0,121 \pm 0,0010$	$0,124 \pm 0,0010^b$
Comprimento médio do núcleo	$0,054 \pm 0,0010^a$	$0,057 \pm 0,0004$	$0,060 \pm 0,0004^b$
Largura média dos eritrócitos	$0,067 \pm 0,0010^a$	$0,076 \pm 0,0010$	$0,094 \pm 0,0020^b$
Largura média do núcleo	$0,028 \pm 0,0100^a$	$0,034 \pm 0,0010$	$0,049 \pm 0,0010^b$

**Tabela 3.** Valores médios e desvio-padrão dos leucócitos do sangue periférico de *Auchenipterus nuchalis* ( $n = 15$ ), *Psectrogaster amazonica* ( $n = 26$ ) e *Squaliforma emarginata* ( $n = 26$ ) do rio Tocantins. EO = eritroblasto ortocromático; EP = eritroblasto policromatófilo. Letras distintas indicam diferenças entre as espécies ( $p < 0,05$ ).

Leucócitos (%)	<i>A. nuchalis</i>	<i>P. amazonica</i>	<i>S. emarginata</i>
Linfócitos	$60,12 \pm 3,45^a$	$79,35 \pm 1,77^b$	$72,19 \pm 10,90$
Monócitos	$22,50 \pm 3,06^a$	$16,67 \pm 1,46$	$13,65 \pm 0,89^c$
Neutrófilos	$3,43 \pm 0,57^a$	$2,13 \pm 0,22$	$1,73 \pm 0,14^c$
EO	$6,37 \pm 0,56$	$6,71 \pm 0,88$	$12,11 \pm 0,88^c$
EP	$2,57 \pm 0,25$	$2,50 \pm 0,76$	$1,52 \pm 0,12^c$

A distribuição diferencial dos leucócitos para as três espécies, *A. nuchalis*, *P. amazonica* e *S. emarginata*, está apresentada na Tabela 3, em que os linfócitos representam mais de 60% das células circulantes, seguidos dos monócitos e dos neutrófilos. Os basófilos e eosinófilos não foram detectados nos campos utilizados para a contagem diferencial. Todavia, o maior ( $p < 0,05$ ) percentual de linfócitos foi observado na espécie *P. amazonica*, quando comparada com as espécies *A. nuchalis* e *S. emarginata*, enquanto o menor ( $p < 0,05$ ) percentual

de linfócitos foi encontrado na espécie *A. nuchalis*, em comparação aos outros dois grupos. Interessante também foi a diferença observada entre o perfil de monócitos e neutrófilos: a espécie *S. emarginata* apresentou o menor ( $p < 0,05$ ) percentual de monócitos e neutrófilos em comparação com os demais grupos estudados.

## Discussão

As altas temperaturas nas regiões tropicais representam uma limitação à sobrevivência dos organismos aquáticos, principalmente pela redução da concentração de oxigênio dissolvido no meio. As altas taxas de decomposição e a circulação da camada de água, diária ou sazonal, principalmente em ambientes de águas lênticas, também contribuem para a redução da concentração do gás (ESTEVES, 1988). A combinação desta condição com diversos outros fatores possibilita a diversificação dos grupos de animais que ocupam essas regiões, caso observado na bacia amazônica, onde mais de 2.000 espécies de peixes estão catalogadas (LOWE-McCONNELL, 1987).

A variação dos parâmetros sanguíneos como o tamanho e o número de eritrócitos circulantes é verificada não apenas entre diferentes espécies, mas também pode ser observada entre indivíduos da mesma espécie habitando diferentes nichos, induzindo-os a adaptações fisiológicas (CAMPBELL; MURRU, 1990). Adaptações fisiológicas, bioquímicas e comportamentais vinculadas à obtenção de oxigênio têm sido relatadas para diversas espécies de peixes tropicais (VAL et al., 1996). Mas as variações hematológicas, nos peixes, estão diretamente relacionadas ao sexo, estágio de desenvolvimento gonadal, estado nutricional, sazonalidade, alimentação e nicho habitado (RANZANI-PAIVA et al., 2000; TAVARES-DIAS et al., 2002; TAVARES-DIAS et al., 2004).

*Auchenipterus nuchalis* é um peixe de pequeno porte que habita a superfície de grandes rios em que a concentração de oxigênio dissolvido na água é mais elevada, em função das trocas gasosas realizadas com o ar (SANTOS et al., 2004). Entretanto, esta espécie apresentou o maior número de eritrócitos circulantes com o menor volume corpuscular médio e, conseqüentemente, maior área de membrana para efetuar as trocas gasosas. Esses resultados sugerem a necessidade de uma troca mais efetiva, o que pode estar relacionado com a atividade metabólica do animal, ou com uma hemoglobina menos eficiente no transporte do oxigênio. Essa hipótese é reforçada pela maior concentração de hemoglobina e hematócrito, também observada para a espécie. *Auchenipterus nuchalis* apresenta

migração vertical diária e hábito alimentar insetívoro que pressupõe comportamento de forrageamento mais ativo na captura do alimento do que em *P. amazonica* e *S. emarginata*, que se alimentam principalmente de sedimento (SANTOS et al., 2004).

*Psectrogaster amazonica* e *Squaliforma emarginata* possuem eritrócitos maiores, mas em quantidades mais reduzidas, quando comparadas com *A. nuchalis*. Ambas são espécies que buscam o alimento na região bentônica, onde os níveis de oxigênio podem estar reduzidos (SANTOS et al., 2004). No entanto, *S. emarginata* apresenta respiração acessória para facilitar a troca gasosa em áreas com limitação de oxigênio. A respiração acessória pode ser um fator determinante para a quantidade e tamanho dos eritrócitos no sangue dessas espécies. Além disso, a baixa concentração de hemoglobina sinaliza para características bioquímicas da molécula que podem estabelecer maior afinidade pelo oxigênio, como o descrito para a atividade da guanosina tri-fosfato (VAL et al., 1996). Diferenças na concentração de hemoglobina eritrocitária também foram observadas para as 20 espécies de peixes estudadas por Ranzani-Paiva et al. (2000), e foram relatadas variações entre espécimes (para *P. lineatus*, de 4,7 a 14,9 g 100 mL<sup>-1</sup>) e entre as espécies (*L. platymetopon*: 4,6 ± 0,8 e *P. lineatus*: 9,7 ± 0,2 g 100 mL<sup>-1</sup>).

O presente estudo demonstrou, ainda, número significativo de eritrócitos imaturos (eritroblastos ortocromáticos e policromatófilos) no sangue periférico de *S. emarginata*. Possivelmente, esta espécie precisa repor os eritrócitos mais efetivamente para garantir o transporte adequado do oxigênio.

Nas espécies estudadas, o volume corpuscular médio dos eritrócitos foi duas a quatro vezes maior que o descrito para humanos. Esta diferença no volume dos eritrócitos de peixes pode estar relacionada com a presença de núcleo nas células, o que também é observado para os eritrócitos de anfíbios, répteis e aves (FIELD et al., 1943; WINTROBE, 1933).

No entanto, quando se compara o hemograma obtido neste estudo com o de peixes de cativeiro (SEIBERT et al., 2001; TAVARES-DIAS et al., 2002; TAVARES-DIAS et al., 2004), verifica-se tendência de os peixes confinados apresentarem menor volume corpuscular médio dos eritrócitos e maior número das células na circulação, o que evidencia a necessidade de uma troca gasosa mais efetiva neste ambiente. No confinamento, os fatores que podem influenciar os parâmetros hematológicos são as variações da temperatura, dissolução do oxigênio e alimentação.

O ambiente aquático compreende ampla variedade de fatores, que são essenciais para o crescimento e a reprodução dos peixes, sendo a água também um veículo que facilita o acesso e a penetração de parasitas (ODUM, 1985). Se esses fatores se alteram além dos limites aceitáveis, podem tornar os peixes susceptíveis ao parasitismo. Dessa maneira, ambientes lênticos favorecem a proliferação parasitária, o que pode aumentar o número de leucócitos circulantes. O hábitat alimentar igualmente contribui para o aumento da infestação parasitária, pois peixes que exploram ambientes de fundo, com altos teores de matéria orgânica, ou que se alimentam de organismos que funcionam como hospedeiros intermediários estão mais susceptíveis ao parasitismo (PAVANELLI et al., 1997). As espécies *S. emarginata* e *P. amazonica* exploram o fundo dos mananciais estando mais susceptíveis ao ataque de microrganismos (fungos e bactérias) encontrados na matéria orgânica em decomposição. No entanto, *A. nuchalis* alimenta-se principalmente de insetos aquáticos e pequenos crustáceos (AGOSTINHO et al., 1997), hospedeiros intermediários de parasitas de peixes (MACHADO et al., 1996), o que pode explicar a variação na contagem diferencial de leucócitos observada para essas espécies.

Nos hemogramas das espécies estudadas, não foram encontrados basófilos e eosinófilos. A ausência ou a baixa frequência destas células tem sido relatada em muitas espécies de peixes (RANZANI-PAIVA; GODINHO, 1983; RANZANI-PAIVA, 1995). Tais células são encontradas em número reduzido até mesmo no sangue periférico dos humanos, e sua frequência aumentada está relacionada com parasitismo e processos alérgicos.

Assim, os hemogramas obtidos neste estudo apresentaram variações quantitativas e morfométricas das células sanguíneas, sinalizando para possíveis adaptações fisiológicas relacionadas ao hábitat. No entanto, a possibilidade desses parâmetros estarem relacionados à filogenia das espécies não pode ser descartada, havendo a necessidade de ampliar as investigações na tentativa de estabelecer modelos que possam responder esta questão.

### Agradecimentos

Ao apoio financeiro da Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia do Tocantins (SECT-TO), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e apoio logístico do Núcleo de Estudos Ambientais da Universidade Federal do Tocantins (Neamb-UFT).

## Referências

- ABBAS, A. K.; LICHTMAN, A. H.; POBER, J. S. **Imunologia celular e molecular**. Rio de Janeiro: Revinter, 1995.
- AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S.; GOMES, L. C.; BINI, L. M. Estrutura trófica. In: VAZOLLER, A. E. A. M. (Ed.). **A planície de inundação do rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: Eduem, 1997. p. 229-248.
- BURKA, J. F.; HAMELL, K. L.; HONSBURG, T. E.; JOHNSON, G. R.; RAINIE, D. J.; SPEARE, D. J. Drugs in salmonid aquaculture - A review. **Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics**, v. 20, p. 333-349, 1997.
- CAMPBELL, T. W. Hematology of exotic animals. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v. 13, n. 6, p. 950-957, 1991.
- CAMPBELL, T. W.; MURRU, F. An introduction to fish hematology. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v. 12, n. 4, p. 525-532, 1990.
- DACIE, S. J.; LEWIS, S. M. **Practical haematology**. Edinburgh: Churchill Livingstone, 2005.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciências, 1988.
- FIELD, J. B.; ELVEHJEN, C. A.; JUDAY, C. A study of the blood constituents of carp and trout. **Journal of Biological Chemistry**, v. 148, p. 261-269, 1943.
- HALL, F. G.; GRAY, I. E. The hemoglobin concentration of the blood of marine fishes. **Journal of Biological Chemistry**, v. 81, n. 3, p. 589-594, 1929.
- HEMING, T. A. Clinical studies of blood: importance of sample collection and measurement techniques. **American Journal of Veterinary Research**, v. 50, n. 1, p. 93-97, 1989.
- LOWE-McCONNELL, R. H. **Ecological studies in tropical fish communities**. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- MACHADO, M. H.; PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M. Influence of the host's sex and size on endoparasitic infrapopulations of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the high Paraná river, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 3, n. 2, p. 143-148, 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. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 3, p. 657-665, 2007.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Discos CBS, 1985.
- PAVANELLI, G. C.; MACHADO, M. H.; TAKEMOTO, R. M. Fauna helmíntica de peixes do rio Paraná, região de Porto Rico, Paraná. In: VAZZOLER, A. E. A. M. (Ed.). **A planície de inundação do Alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e sócio-econômicos**. Maringá: Eduem, 1997. p. 308-329.
- 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 Cananéia – SP (Lat. 25°00'S – Long. 47°55'W). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 22, n. 1, p. 23-40, 1995.
- RANZANI-PAIVA, M. J. T.; GODINHO, H. M. Sobre células sanguíneas e contagem diferencial de leucócitos e eritroblastos em curimatá, *Prochilodus scrofa* Steindachner 1881 (Osteichthyes, Cypriniformes, Prochilodontidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 4, p. 331-338, 1983.
- 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 Scientiarum. Biological Sciences**, v. 22, n. 2, p. 507-513, 2000.
- ROSENFELD, G. Método de coloração de esfregaços de sangue: noções práticas sobre corantes pancrômicos e estudos de diversos fatores. **Memórias do Instituto Butantan**, v. 20, p. 315-328, 1947.
- SANTOS, G. M.; MÉRONA, B.; JURAS, A. A.; JÉGU, M. **Peixes do baixo rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica Tucuruí**. Brasília: Eletronorte, 2004.
- SEIBERT, C. S.; GUERRA-SHINOHARA, E. M.; CARVALHO, E. G.; MARQUES, E. E. Red blood cell parameters and osmotic fragility curve of *Colossoma macropomum* (Pisces, Osteichthyes, Milcinae) in captivity. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 23, n. 2, p. 515-520, 2001.
- TAVARES-DIAS, M.; MELO, J. F. B.; MORAES, G.; MORAES, F. R. Características hematológicas de teleósteos brasileiros: VI. Variáveis do jundiá *Rhamdia quelen* (Pimelodidae). **Ciência Rural**, v. 32, n. 4, p. 693-698, 2002.
- TAVARES-DIAS, M.; BOZZO, F. R.; SANDRIN, E. F. S.; CAMPOS-FILHO, E.; MORAES, F. R. Células sanguíneas, eletrólitos séricos, relação hepato e esplenossomática de carpa-comum, *Cyprinus carpio* (Cyprinidae) na primeira maturação gonadal. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 26, n. 1, p. 73-80, 2004.
- VAL, A. L.; ALMEIDA-VAL, V. M. F.; RANDALL, D. J. **Physiology and biochemistry of the fishes of the Amazon**. Manaus: INPA, 1996.
- WINTROBE, I. K. Variations in the size and hemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. **Folia Haematologica**, v. 54, p. 32-59, 1933.

Received on March 5, 2008.

Accepted on August 5, 2008.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.