

Características hematológicas de *Carassius auratus**

Hematologic characteristics of *Carassius auratus*

Edionei Maico Fries,** Micheli Zaminhan,*** Junior Dasoler Luchesi,**** Juliana Mara Costa,*****
Marcia Luzia Ferrarezi Maluf,***** Altevair Signor,***** Wilson Rogério Boscolo,***** Aldi Feiden*****

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar as variáveis hematológicas de kinguio *Carassius auratus*. Foram utilizados 39 peixes com peso médio de $101,04 \pm 19,20\text{g}$ e comprimento médio de $19,38 \pm 8,39\text{cm}$ que permaneceram estocados por um período de 120 dias em um berçário de malha multifilamento de 3m^3 de volume útil disposto no interior de um tanque circular de alvenaria de 25m^3 com aeração constante. Os peixes foram alimentados com ração contendo 32% de proteína bruta e 3200 kcal kg^{-1} de energia digestível. Para a coleta de sangue, os peixes foram anestesiados com benzocaína (100mg L^{-1}). Posteriormente realizou-se a coleta por punção caudal; de cada peixe foi colhido 1mL de sangue. Determinou-se a concentração de eritrócitos, porcentual de hematócrito, taxa de hemoglobina e os índices hematimét VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração da hemoglobina corpuscular média (CHCM), além de contagem de leucócitos e trombócitos totais. Os resultados mostraram que o valor do eritrograma variou de $1,70$ a $2,44 \times 10^6\ \mu\text{L}^{-1}$, o valor do percentual de hematócrito de 31 a 45%, a taxa de hemoglobina de $6,97$ a $13,27\text{ g dL}^{-1}$, o VCM de $143,44$ a $238,09\text{ fL}$, o HCM de $35,59$ a $68,62\ \mu\text{g}$ e o CHCM de $17,43$ a $36,96\text{ g dL}^{-1}$. A contagem de leucócitos e trombócitos totais variaram de 7560 a $17935\ \mu\text{L}^{-1}$ e 4020 a $16640\ \mu\text{L}^{-1}$, respectivamente. Os valores hematológicos de *C. auratus* obtidos encontram-se dentro das características apresentadas por outras espécies criadas em sistemas de cultivo.

Palavras-chave: hematologia, kinguio, peixes ornamentais, sanidade.

Abstract

The aim of this study was to evaluate haematological variables of Goldfish *Carassius auratus*. We used 39 fish with an average weight of $101.04 \pm 19.20\text{g}$ and average length of $19.38 \pm 8.39\text{ cm}$ that remained stored for a period of 120 days in a nursery mesh multifilament 3m^3 of usable volume disposed within a circular tank of masonry, of 25m^3 with constant aeration. The fish were fed a diet containing 32% crude protein and 3200 kcal kg^{-1} digestible energy. For blood collection, fish were anesthetized with benzocaine (100 mg L^{-1}), then there was the collection by caudal puncture from each fish was collected 1mL of blood. It was determined the concentration of erythrocytes, the percentage of hematocrit, hemoglobin and hematimetric indices: mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH) and mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), besides counting of leukocytes and thrombocytes total. The results showed that the value ranged from erytogram 1.70 to $2.44 \times 10^6\ \mu\text{L}^{-1}$, the value of hematocrit percentage of 31 to 45%, the rate of hemoglobin 6.97 to 13.27 g dl^{-1} , MCV of 143.44 to 238.09 fL , the HCM of 35.59 to $68.62\ \mu\text{g}$ and CHCM 17.43 to 36.96 g dl^{-1} . The leukocyte count and thrombocyte count ranged from 7.560 to $17.935\ \mu\text{L}^{-1}$ and 4.020 to $16.640\ \mu\text{L}^{-1}$, respectively. Hematologic values of *C. auratus* obtained are presented in the characteristics created by other species in cultivation systems.

Keywords: hematology, goldfish, ornamental fish, health.

Introdução

A aquicultura corresponde ao cultivo de animais e plantas com habitat predominantemente aquático, sendo considerada uma das atividades zootécnicas mais promissoras na atualidade (Silva, 2008). Dentre as atividades deste setor destaca-se a piscicultura, com crescimento estimado em 7,3% em 2009 (MPA, 2010). Considerada a modalidade mais lucrativa, a piscicultura ornamental movimentou mundialmente US\$ 6 bilhões em 2006, com crescimento médio anual de 20% (FAO, 2006).

Apesar do ambiente natural ser a maior fonte de peixes ornamentais, o seu cultivo, em propriedades particulares, já está proporcionando grande oferta de diversas espécies para os mercados nacional e internacional (Lima, 2004). Uma das espécies mais cultivadas no país e mais populares do mundo é o peixe japonês *Carassius auratus* (Soares et al., 2000), pertencente à família Cyprinidae, apresenta elevadas taxas de prolificidade, rusticidade e adaptabilidade ao manejo (Soares et al., 2000) com características morfológicas e de coloração

*Recebido em 5 de dezembro de 2012 e aceito em 24 de maio de 2013.

**Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Campus Toledo – PR, Rua da Faculdade, 645, Toledo, PR, CEP 85903-000.

***Programa de Pós-Graduação (Doutorado) em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá, UEM, PR.

****Usina Hidrelétrica Governador Ney Aminthas de Barros Braga, Técnico de Piscicultura - Estação Experimental de Estudos Ictiológicos.

*****Programa de Pós-Graduação (Doutorado) em Zootecnia na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", UNESP, Campus Botucatu, SP.

*****Farmacêutica Bioquímica, Pesquisadora do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura – GEMAQ – UNIOESTE, Campus Toledo.

*****Professor Adjunto da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Campus Toledo.

(Silva e Schulz, 2006) que determinam seu valor comercial e sua procura por aquarofilistas.

Ainda são escassos os estudos sobre peixes ornamentais, principalmente no que se refere aos parâmetros hematológicos de cada espécie, uma vez que essas variáveis podem ser utilizadas como ferramentas para controle de patologias, indicadores do estado fisiológico, estresse de manipulação ou do estado nutricional (Tavares Dias e Moraes, 2003, necessitando, assim, de pesquisas a fim de proporcionar subsídios para o desenvolvimento dessa atividade. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho, foi descrever as variáveis hematológicas do kinguio *C. auratus*, peixe de água doce, cultivado em laboratório e contribuir para o conhecimento das características hematológicas da espécie.

Material e métodos

O presente trabalho foi desenvolvido na estufa experimental do Grupo de Estudo de Manejo na Aquicultura – GEMAq, anexo à Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, *Campus* Toledo. Os peixes utilizados permaneceram estocados por um período de 120 dias em um berçário de malha multifilamento de 3m³ de volume útil (volume total 3,75 m³) disposto no interior de um tanque circular de alvenaria, de 25m³ com aeração constante mantida através de um soprador de ar central.

O estudo está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal e foi aprovado sob o número de protocolo 04612-CEUA/UNIOESTE pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná/*Campus* Cascavel, PR.

Foram utilizados 39 peixes com peso médio e comprimento médio de 101,04±19,20g e 19,38±8,39cm, respectivamente, alimentados com ração contendo 32% de proteína bruta e 3.200 kcal kg⁻¹ de energia digestível (Tabela 1), numa densidade de 14 peixes por metro cúbico.

Para a elaboração da dieta, os alimentos foram moídos individualmente em moinho com peneira de malha 0,5 mm. Em seguida, os ingredientes foram pesados, de acordo com o percentual indicado na formulação, misturados e homogeneizados manualmente, adicionando-se o suplemento mineral e vitamínico. Após este procedimento, a ração foi umedecida com 25% de água e submetida ao processo de extrusão com matriz de 2,0 mm e, em seguida, secada em estufa com ventilação forçada a 55°C, por 48 horas.

A dieta utilizada foi formulada visando atender às exigências nutricionais de espécie com característica alimentar onívora, sendo possível a inclusão de alimentos de origem vegetal e animal (Furuya et al., 2008). Os valores de proteína bruta e energia digestível propostos para a dieta foram baseados em resultados observados por Boscolo et al. (2002), Meurer et al. (2003) e Boscolo et al. (2008), para espécies de hábito alimentar onívoro. A ração foi fornecida *ad libitum*, quatro vezes ao dia, às 8h, 11h, 14h e 17h. Os parâmetros físicos e químicos, como: oxigênio dissolvido (mg L⁻¹), condutividade elétrica

(µS cm⁻¹) e pH foram monitorados semanalmente com o aparelho YSI Professional *Plus Multiparameter Water Quality Meter*.

Os parâmetros físicos e químicos da água: pH, condutividade elétrica (µS cm⁻¹), oxigênio dissolvido (mg L⁻¹), foram mensurados semanalmente, enquanto a temperatura (°C), foi monitorada quatro vezes ao dia (8h, 11h, 14h e 17h).

Para a coleta de sangue os peixes foram anestesiados com benzocaína (100mg L⁻¹) (Gomes et al., 2001). O sangue foi coletado por punção do vaso caudal, com auxílio de seringas descartáveis de 1mL contendo EDTA (10%). Esse sangue destinou-se às determinações da contagem de eritrócitos em câmara de Neubauer sob microscópio óptico com aumento de 10x, porcentual de hematócrito pelo método do micro-hematócrito, segundo Goldenfarb et al. (1971), taxa de hemoglobina pelo método da cianometahemoglobina preconizada por Collier (1944). Foram feitas extensões sanguíneas em lâminas de vidro com extremidades foscas, secadas ao ar e coradas pelo método de coloração de Rosenfeld (1947). A leitura foi realizada em microscópio óptico com aumento de 1000x, utilizando óleo de imersão. A contagem total de leucócitos e trombócitos foram realizadas pelo método indireto: Leucócitos totais (µL) = [(número de leucócitos contados na extensão × número de eritrócitos em câmara de Neubauer)/2000], de acordo com Martins et al. (2004). Os Trombócitos totais (µL) = [(número de trombócitos contados na extensão × número de eritrócitos em câmara de Neubauer)/ 2000].

Tabela 1: Composição percentual e química da dieta para juvenis de kinguios (*Carassius auratus*)

Ingredientes	%	Nutrientes ²	%
Farelo de soja	22,158	Amido	26,4488
Milho	33,855	Arginina total	2,1312
Farelo de trigo	9,301	Cálcio	2,0301
Farinha de vísceras de aves	20,697	Energia digestível (kcal/kg)	3200
Farinha de peixe	8,000	Fenilalanina	1,4528
Glúten de milho	1,000	Fibra bruta	2,5028
Fosfato bicalcico	2,279	Fósforo total	1,4000
Óleo de soja	1,000	Gordura	5,5179
Suplemento (min. e vit.) ¹	1,000	Histidina	0,7336
Sal comum	0,300	Isoleucina	1,3526
Calcário	0,278	Leucina	2,6302
Propionato	0,100	Linoléico	1,6567
Antioxidante (BHT)	0,020	Lisina	1,7511
DL-Metionina	0,012	Metionina	0,6178
		Met+Cis	1,0984
		Proteína Bruta	32
		Treonina	1,2870
		Triptofano	0,3415
		Valina	1,6024

¹Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 500.000UI; Vit. D₃, 200.000UI; Vit. E, 5.000mg; Vit. K₃, 1.000mg; Vit. B₁,

1.500mg; Vit. B₂, 1.500mg; Vit. B₆, 1.500mg; Vit. B₁₂, 4.000mg; Ác. Fólico, 500mg; Pantotenato Ca, 4.000mg; Vit. C, 15.000mg; Biotina, 50mg; Inositol, 10.000; Nicotinamida, 7.000; Colina, 40.000mg; Co, 10mg; Cu, 500mg; Fe, 5.000mg; I, 50mg; Mn, 1500mg; Se, 10mg; Zn, 5.000mg.

²Exigência nutricional baseada no NRC (1993); exceto energia digestível e proteína bruta.

A partir dos valores obtidos, foram calculados os seguintes índices hematimétricos: volume corpuscular médio, hemoglobina corpuscular média e concentração de hemoglobina corpuscular média, segundo Wintrobe (1934). Os resultados obtidos foram expressos pela média ± desvio padrão da média e amplitude para os parâmetros hematológicos avaliados.

Resultados e discussão

Os valores médios de oxigênio dissolvido, temperatura, pH e condutividade elétrica foram de $5,04 \pm 0,60$ mg L⁻¹, $23,8 \pm 1,53$ °C, $7,13 \pm 0,59$ e $0,10 \pm 0,07$ μ S cm⁻¹, respectivamente, permanecendo entre os valores recomendados por Sipaúba-Tavares (1995) para o bom desenvolvimento de peixes.

Os kinguios são bastante resistentes às variações dos parâmetros físicos e químicos da água (Silva e Schulz, 2006), com pH variando de neutro a alcalino, temperatura entre 15°C a 24°C (Schumer, 2002), toleram baixos valores de oxigênio e até hipoxia em temperaturas abaixo de 15°C (Vornanen, 1999). Podemos considerar que no presente estudo os parâmetros físicos e químicos da água não influenciaram nos parâmetros hematológicos de kingiuo.

Os valores médios, desvio padrão e amplitude de variação da contagem de eritrócitos, percentual de hematócrito, taxa de hemoglobina, volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) em *C. auratus* estão relacionados na Tabela 2.

Alterações no hemograma de seres humanos e animais estão relacionados, de modo geral, com as enfermidades (Tavares-Dias et al., 2002). O percentual de hematócrito é um índice muito utilizado para indicar efeitos de fatores ambientais sobre os peixes, por apresentar o menor coeficiente de variação nesses animais (Tavares-Dias e Faustino, 1998). A taxa de hemoglobina é um parâmetro importante, tendo como função principal o transporte de oxigênio aos tecidos, níveis elevados são desejáveis (Pedron et al., 2007). Segundo Ranzani-Paiva (1991), a concentração de hemoglobina e o CHCM variam entre as espécies de peixes e até mesmo em uma mesma espécie. Essas variações podem ser atribuídas a diversos fatores exógenos (temperatura, oxigênio dissolvido, estresse) e endógenos (sexo, estágio de maturação gonadal, estado nutricional e doenças).

Tabela 2: Média ± desvio padrão (SD) e amplitude de variação dos parâmetros eritrocitários do kingiuo (*C. auratus*)

Parâmetros	Média±SD	Amplitude
Eritrócitos (10 ⁶ μ L ⁻¹)	1,99±0,13	1,70-2,44
Hematócrito (%)	40,81±3,46	31,00-45,00
Hemoglobina (g dL ⁻¹)	10,04±1,55	6,97-13,27
VCM (fL)	206,13±19,89	143,44-238,09
HCM (μ g)	50,64±8,57	35,59-68,62
CHCM (g dL ⁻¹)	24,43±4,27	17,43-36,96

De acordo com Hrubec e Smith (2010), os valores do percentual de hematócrito em peixes variam entre 20 e 45%, e ao interpretar esta variável, é necessário considerar que peixes mais ativos

podem apresentar maiores valores de hematócrito, pois a demanda de oxigênio é maior. Valores elevados de hematócrito podem estar relacionados com estresse decorrente da captura ou de anestesia imprópria durante a coleta de sangue. Os valores médios da taxa de hemoglobina deste estudo estão dentro do intervalo de 5 a 10g dL⁻¹ proposto por Hrubec e Smith (2010).

Em *C. auratus* jovens estudados no presente trabalho, demonstraram que o percentual de hematócrito, taxa de hemoglobina, VCM e HCM, são maiores que os valores descritos por Zaminhan et al. (2012), para juvenis da mesma espécie alimentados com vitamina C. Entretanto, o número de eritrócitos e CHCM foram similares nos dois trabalhos. Hrubec e Smith (2010) relataram que a faixa considerada normal para a concentração de CHCM é de 18,0 a 30,0g dL⁻¹, em geral são menores que a de mamíferos em função do espaço ocupado pelo núcleo dos eritrócitos.

Labarrère et al. (2012), afirmaram que a variável CHCM é um índice usado para avaliar o grau de anemia, o qual é calculado a partir da concentração de hemoglobina e do valor do percentual de hematócrito. Os autores supracitados sugerem que respostas eritrocitárias relacionadas com a anemia podem estar relacionadas com a discreta diminuição de CHCM. Jerônimo et al. (2009) em estudo com mandi amarelo, *Pimelodus maculatus*, coletados em ambientes sem e com evidências de poluição por esgotos domésticos encontraram valores para eritrócitos de $2,35$ e $2,19 \times 10^6$ μ L, respectivamente, superiores ao presente estudo. Em estudos com *P. mesopotamicus* cultivados em sistema de policultivo intensivo Tavares-Dias et al. (1999) observaram valores médios de eritrócitos de $1,708 \times 10^6$ μ L e percentual de hematócrito de 32,5%, sendo esses inferiores aos deste trabalho.

Tandon e Joshi (1976), estudando os eritrócitos de 33 espécies de teleosteos, concluíram que as espécies de menor porte geralmente possuem menor quantidade de eritrócitos que as maiores. No entanto, as espécies menores têm hábitos relativamente ativos, indo de um local a outro e de alto a baixo, sendo sua demanda de oxigênio compatível com sua quantidade de eritrócitos.

Observações em relação ao hematócrito, a concentração de hemoglobina e a contagem de eritrócitos podem ser bons indicadores sobre a capacidade de transporte de oxigênio dos peixes, permitindo estabelecer relações com a concentração de oxigênio disponível no habitat de origem do animal (Tavares-Dias e Moraes, 2004).

Os valores hematimétricos compreendem o VCM (volume corpuscular médio), HCM (hemoglobina corpuscular média) e o CHCM (concentração de hemoglobina corpuscular média). Estes índices podem ser utilizados no controle de patologias e estresse, demonstrando ainda o estado fisiológico do animal (Tavares-Dias, 2004). O volume corpuscular médio está relacionado com a dinâmica cardíaca e com o fluxo sanguíneo. A hemoglobina corpuscular média demonstra como está a função respiratória (Houston, 1990).

Diversas espécies de peixes regulam os parâmetros hematológicos de acordo com as condições ambientais em que se encontram. Por consequência disso, o impacto de fatores abióticos como sazonalidade, temperatura, nível de oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico da água, podem modificar o quadro hemático dos peixes. Além disso, o hábito alimentar, a idade, espécie e o sexo podem causar diferenças

nos valores hematológicos. Verifica-se ainda que as diferentes espécies de peixes mesmo que do mesmo gênero, na maior parte dos casos, apresentam variações quanto aos valores da quantidade de eritrócitos, seu tamanho, volume, concentração de hemoglobina e hematócrito (Tavares-Dias e Moraes, 2004). Deve-se levar em consideração também, os anticoagulantes utilizados durante a coleta de sangue, estudos demonstram que a concentração de hemoglobina e o percentual de hematócrito do sangue heparinizado são maiores se comparados ao sangue colhido com ácido etilendiamino tetracético (EDTA 10%), para um mesmo animal (Tavares-Dias e Sandrin, 1998).

Valores próximos aos encontrados neste estudo foram relatados por Gonçalves et al. (2009), que realizaram análises hematológicas em tilápias-do-nylo e descreveram valores do número de eritrócitos de $1,97$ a $2,21 \times 10^6 \mu\text{L}^{-1}$ e CHCM de $21,71$ a $25,30 \text{ g dL}^{-1}$. Os mesmos autores descreveram valores do percentual de hematócrito de $31,61$ a $35,16\%$ e taxa de hemoglobina de $7,24$ a $8,51 \text{ g dL}^{-1}$, sendo os mesmos inferiores aos encontrados neste estudo. De acordo com Gonçalves et al. (2009), os valores descritos acima caracterizam peixes em bom estado de saúde, não indicando sinais clínicos de nutrição inadequada, fato que poderia acarretar danos à saúde dos animais.

Os valores médios de leucócitos totais e trombócitos totais, bem como a amplitude de variação, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Média \pm desvio padrão (SD), amplitude de variação de leucócitos totais e trombócitos totais

Parâmetros	Média \pm SD	Amplitude
Leucócitos totais (μL^{-1})	11183 \pm 3171	7560-17935
Trombócitos totais (μL^{-1})	7958 \pm 3575	4020-16640

Leucócitos (células brancas) são definidos como corpúsculos incolores que atuam diretamente nas defesas celulares e imunocelulares do organismo. Seu sentido fisiológico é condicionado à capacidade de realizarem migração seletiva e

diapedese (Ranzani-Paiva e Silva-Souza, 2004). Ademais, os leucócitos são as células sanguíneas de maior importância para a defesa do organismo (Davis et al., 2008) e podem ser utilizadas para avaliar o sistema imunológico dos peixes (Tavares-Dias et al., 2008). O valor médio de leucócitos totais de *C. auratus* foi inferior aos descritos por Drumond et al. (2010) para *Arapaima gigas*, Pádua et al. (2009) para *Salminus brasiliensis*, Jerônimo et al. (2009) em estudo com mandi-amarelo (*P. maculatus*).

Os trombócitos são células sanguíneas de defesa orgânica (Tavares-Dias et al., 1999) as quais podem ter participação nos processos de coagulação sanguínea e inflamatórios (Martins et al., 2006). Possuem formas variadas, elípticos, arredondados, ovais ou fusiformes, apresentando citoplasma de coloração hialina, com núcleo central acompanhando o formato da célula (Tavares-Dias et al., 2002; Ranzani-Paiva e Silva-Souza, 2004). O citoplasma dos trombócitos apresenta grânulos de glicogênio. Estudos em cinética celular indicam a presença e predominância dos trombócitos em focos inflamatórios acentuando sua relação com o sistema de defesa do organismo (Matushima e Mariano, 1996), porém são raramente encontrados quando não há estímulo antigênico (Afonso et al., 1997). Em peixes de água doce, os trombócitos podem variar de 2000 a $68400 \mu\text{L}$ de sangue (Tavares-Dias e Moraes, 2004). O valor de trombócitos encontrado neste estudo está dentro desta faixa de variação. Esses resultados de trombócitos totais são inferiores aos descritos por Zaminhan et al. (2012) trabalhando com juvenis de kinguios, alimentados com dietas contendo níveis de vitamina C.

O estudo de parâmetros hematológicos é uma importante ferramenta para avaliação da saúde e possíveis alterações fisiológicas sofridas pelos peixes, fornecendo informações importantes para o diagnóstico de possíveis condições de equilíbrio ou patológicas.

Conclusões

As características hematológicas de *C. auratus* em condições de criação experimental apresentam-se similar às demais espécies de criação em sistemas de cultivo, podendo ser utilizadas para avaliações comparativas de seu *status* nutricional ou de higidez.

Referências

AFONSO, A.; ELLIS, A.E.; SILVA, M.T. The leucocyte population of the unstimulated peritoneal cavity of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish Shellfish Immunology*, London, v. 7, p. 335-348, 1997.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*, L.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.13, n. 2, p. 539 - 545, 2002.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; FEIDEN, A.; MEURER, F.; SIGNOR, A.A. Composição química e digestibilidade aparente da energia e nutrientes da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, para a tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*). *Ciência Rural*, v. 38, n. 9, p. 2579-2586, 2008.

COLLIER, H.B. The standardization of blood haemoglobin determinations. *Canadian Medical Association Journal*, v. 50, n. 6, p. 550-552, 1944.

DAVIS, A.K.; MANEY, D.L.; MAERZ, J.C. The use of leukocytes to measure stress in vertebrates: a review for ecologists. *Functional Ecology*, v. 22, n. 5, p.760- 772, 2008.

DRUMOND, G.V.F.; CAIXEIRO, A.P.A.; TAVARES-DIAS, M.; MARCON, J.L.E AFFONSO, E.G. Características bioquímicas e hematológicas do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) de cultivo semi-intensivo na Amazônia. *Acta amazônica*, v. 40, n. 3, p. 591-596, 2010.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Aquicultura Ornamental no Mundo. 2006. Disponível em: <<http://www.conselhos.mg.gov.br>>. Acesso em: 04 jan 2012.

FURUYA, W.M.; MICHELATO, M.; SILVA, L.C.R.; SANTOS, L.D.; SILVA, T.S.C.; SCHAMBER, C.R.; VIDAL, L.V.O.; FURUYA, V.R.B. Fitase em rações para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 34, n. 4, p. 489-496, 2008.

GOLDENFARB, P.B., BOWYER, F.P., HALL, E., BROSIUS, E. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. *American Journal of Clinical Pathology*, v. 56, n. 1, p. 35-39, 1971.

GOMES, L.C.; CHIPARI-GOMES, A.R.; LOPES, N.P.; ROUBACH, R.; ARAUJO-LIMA, C.A.R.M. Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. *Journal of the World Aquaculture Society*, v. 32, n. 4, p. 426 -431, 2001.

- GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; HISANO, H.; SANTA ROSA. Níveis de proteína digestível e energia digestível em dietas para tilápias-do-nylo formuladas com base no conceito de proteína ideal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 12, p. 2289-2298, 2009.
- HOUSTON, A.H. *Blood and circulation*. In: SCHRECK, C.B. e MOYLE, P.B. (Eds.). *Methods for fish biology*. Maryland: American Fisheries Society, 1990, p. 273-334.
- HRUBEC, T.C.; SMITH, S.A. *Hematology of Fishes*. In: WEISS, D.J.; WARDROP, J.; SCHALM, O.W. (Eds.) *Schalm's Veterinary Hematology*. Iowa: Blackwell Publishing, 2010, p. 994-1003.
- JERÔNIMO, G.T.; MARTINS, L.M.; BACHMANN, F.; GREINET-GOULART, J.A.; SCHIMITT-JÚNIOR, A.A.; GHIRARDELLI, L. Hematological parameters of *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes: Pimelodidae) from polluted and non-polluted sites in the Itajaí-Açu river, Santa Catarina State, Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 31, n. 2, p.179-183, 2009.
- LABARRÈRE, C.R.; FARIA, P.M.C.; TEIXEIRA, E.A.; MELO, M.M. Eritrograma de híbridos de surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum* X *P. coruscans*) mantidos em diferentes densidades de estocagem. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 64, n. 2, p. 510-514, 2012.
- LIMA, A.O. Piscicultura ornamental – uma modalidade em plena expansão. In: SIMPÓSIO MERCOSUL DE AQUICULTURA, 1., 2004. *Anais...* Vitória: Simpósio Mercosul de Aquicultura, 2004. 1 CD-ROM.
- MARTINS, M.L.; MORAES, F. R. de; FUJIMOTO, R. Y.; ONAKA, E. M.; BOZZO, F. R.; MORAES, J. R. E. de. Carrageenin induced inflammation in *Piaractus mesopotamicus* (Osteichthyes: characidae) cultured in Brazil. *Boletim do Instituto da Pesca*, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 31-39, 2006.
- MARTINS, M.L.; PILARSKY, F.; ONAKA, E.M.; NOMURA, D.T.; FENERICK JR., J.; RIBEIRO, K.; MYIAZAKI, D.M.Y.; CASTRO, M.P.; MALHEIROS, E.B.. Hematologia e resposta inflamatória aguda em *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) submetida aos estímulos único e consecutivo de estresse de captura. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 30, n. 1, p. 71-80, 2004.
- MATUSHIMA, E.R.; M. MARIANO. Kinetics of the inflammatory reaction induced by carrageenin in the swimbladder of *Oreochromis niloticus* (Nile tilapia). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 33, n. 1, p. 5-10, 1996.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. Digestibilidade aparente de alguns alimentos proteicos pela tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 6, p.1801-1809, 2003.
- MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. Produção de pescado aumenta 25% nos últimos oito anos. 2010. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br>>. Acesso em: 04 jan 2012.
- PÁDUA, S.B.; ISHIKAWA, M. M.; SATAKE, F.; HISANO, H. E.; TAVARES-DIAS, M. Valores para o leucograma e trombograma de juvenis de dourado (*Salminus brasiliensis*) em condições experimentais de cultivo. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, v. 31, n. 4, p. 282-287, 2009.
- PEDRON, F.A.; LAZZARI, R.; CORRÊIA, V.; FILIPETTO, J.E.S.; SILVA, L.P.E NETO, J.R. Parâmetros hematológicos de juvenis de jundiá alimentados com fontes e níveis de fibra. In: 1º CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE PEIXES DE ÁGUA DOCE E 1º ENCONTRO DE PISCICULTORES DE MATO GROSSO DO SUL, 2007. *Anais...* Dourados: 1º Congresso Brasileiro de Produção de Peixes de Água Doce E 1º Encontro de Piscicultores de Mato Grosso do Sul, 2007. 1 CD-ROM.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SILVA-SOUZA, A.T. *Hematologia de peixes brasileiros*. In: RANZANI-PAIVA, M.J.T., TAKEMOTO, R.M., LIZAMA, M.A.P (Eds.). *Sanidade de Organismos Aquáticos*. São Paulo: Livraria Varela, 2004. 442 p.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T. Hematologia de peixes. In: SANTOS, H.S.L. (Eds.). *Histologia de Peixes*. São Paulo: FCAV-UNESP, 83 p., 1991.
- ROSENFELD, G. Corante pancrômico para hematologia e citologia clínica: nova combinação dos componentes de May-Grunwald e do Giemsa num só corante de emprego rápido. *Memórias do Instituto Butantan*, v. 20, p. 329-335, 1947.
- SCHUMER, U. *La grande guida dell'aquario*. Roma, Editora Stampa Stige, 2002, 187 p.
- SILVA, A.S.T. e SCHULZ, U.H. Crescimento de *Carassius auratus* (Actinopterygii: Cypriniformes) em tanques com e sem Abrigo. *Acta Biológica Leopoldendia*, v. 28, n.1, p. 44-45, 2006.
- SILVA, J.R. *Análise da viabilidade econômica da produção de peixes em tanques-rede no reservatório de Itaipu*. 2008. 142 f. Dissertação (Mestrado) – Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.S. *Limnologia aplicada à aquicultura*. Jaboticabal: Funep, 1995. 72 p.
- SOARES, C.M. HAYASHI, C.; GONÇALVES, G.S.; GALDIOLI, E.M.; BOSCOLO, W.R. Plâncton, *Artemia* sp. dieta artificial e suas combinações no desenvolvimento e sobrevivência de larvas do quinguio (*Carassius auratus*) durante a larvicultura. *Acta Scientiarum*, v. 22, n. 2, p. 383-388, 2000.
- TANDON, R.S.; JOSHI, B.D. Total red and white blood cell count of 33 species of fresh water teleosts. *Zeitschrift für Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde*, v. 37, n. 6, p. 293-297, 1976.
- TAVARES-DIAS, M.; AFFONSO, E.G.; OLIVEIRA, S.R.; MARCON, J.L.E EGAMI, M.I. Comparative study on hematological parameters of farmed matrinxã, *Brycon amazonicus* Spix and Agassiz, 1829 (Characidae: Bryconinae) with others Bryconinae species. *Acta amazônica*, v. 38, n. 4, p. 799-806, 2008.
- TAVARES-DIAS, M.; FAUSTINO, C.D. Parâmetros hematológicos da tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* (Cichlidae) em cultivo extensivo. *Revista Ars. Veterinária*, v.14, p. 254-263, 1998.
- TAVARES-DIAS, M.; MELO, J.F.B.; MORAES, G.; MORAES, F.R. Características hematológicas de teleosteos brasileiros. IV. Variáveis do jundiá *Rhamdia quelen* (Pimelodidae). *Ciência Rural*, v. 32, n. 4, p. 693-698, 2002.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. Características hematológicas da *Tilapia rendalli* Boulenger, 1896 (Osteichthyes: Cichlidae) capturada em "pesque-pague" de Franca, São Paulo, Brasil. *Bioscience Journal*, v.19, n.1, p.103-110, 2003.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. *Hematologia de peixes teleosteos*. 1. ed. Villimpress: Ribeirão Preto, 2004, 144 p.
- TAVARES-DIAS, M.; SANDRIN, E.F.S. Influence of anticoagulants and blood storage on hematological values in tambaqui, *Colossoma macropomum*. *Acta Scientiarum*, v. 20, n. 2, p. 151-263, 1998.
- TAVARES-DIAS, M.; TENANI, R.A.; GIOLI, L.D.; FAUSTINO, C.D. Características hematológicas de teleosteos brasileiros. II. Parâmetros sanguíneos do *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae) em policultivo intensivo. *Revista Brasileira de Zoologia*, v.16, n. 2, p.423-431, 1999.
- VORNANEN, N. Effect of acute anoxia on the function of crucian carp heart: significance of cholinergic and purinergic control. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, v. 277, n. 2, p. 465-475, 1999.
- WINTROBE, M.M. Variations on the size and haemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. *Folia Haematologica*, v. 51, n. 1, p. 32-49, 1934.
- ZAMINHAN, M.; LUCHESI, J.D.; COSTA, J.M.; FRIES, E.M.; BOSCOLO, W.R. Efeito da vitamina C sobre os parâmetros hematológicos de quinguio (*Carassius auratus*). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 7, n. 2, p. 352-357, 2012.