

Arlindo Saran Neto; Wagner dos Santos Mariano;  
Silvia Fátima P. Sória  
(Orgs.)

# **Tópicos Especiais em Saúde e Criação Animal**



Pedro & João Editores

SARAN NETO, Arlindo; MARIANO, Wagner dos Santos; SÓRIA, Sílvia Fátima P. (Orgs.)

**Tópicos especiais em saúde e criação animal.** São Carlos: Pedro & João Editores, 2009.

**ISBN 978-85-99803-78-3**

1. Saúde animal. 2. Produção animal. 3. Criação animal. 4. Medicina Veterinária. 5. Zootecnia. 6. Saúde Pública. 7. Autores. I. Título.

CDD – 590

**Capa:** André Luiz Covre

**Editores:** Pedro Amaro de Moura Brito & João Rodrigo de Moura Brito & Valdemir Miotello

**Conselho Científico da Pedro & João Editores:**

Augusto Ponzio (Bari/Itália); André Luiz Covre (Unicamp/Brasil); João Wanderley Geraldi (Unicamp/Brasil); Roberto Leiser Baronas (UFSCar/Brasil); Nair F. Gurgel do Amaral (UNIR/Brasil) Maria Isabel de Moura (UFSCar/Brasil); Dominique Maingueneau (Universidade de Paris XII); Maria da Piedade Resende da Costa (UFSCar/Brasil).



**Pedro & João Editores**

Rua Tadão Kamikado, 296

Parque Belvedere

www.pedroejoaoeditores.com.br

13568-878 - São Carlos – SP

2009

## ÍNDICE

### SAÚDE PÚBLICA

1. Utilização de bio-sólidos e seu impacto na saúde pública 15  
*Juliana Rosa Carrijo Mauad & Bruna Fernanda da Silva*

### PEIXES

2. Hematologia: ferramenta para o monitoramento do estado de saúde de peixes em cultivo 43  
*Marcos Tavares Dias, Márcia Mayumi Ishikawa, Maurício Laterça Martins, Fabiana Satake, Hamilton Hisano, Santiago Benites de Pádua, Gabriela Tomas Jerônimo & Ana Rosa Sant'ana de Sá*

3. Biomarcadores de estresse oxidativo em peixes 81  
*Wagner dos Santos Mariano, Eliane Tie Oba & Helena Cristina da Silva de Assis*

### AVES

4. Problemas locomotores e bem-estar na produção de frangos de corte 107  
*Ibiara Correia de Lima Almeida Paz & Rodrigo Garófallo Garcia*

### BOVINOS

5. Manejo de cria recria e produção de bovinos leiteiros 123  
*Marco Aurélio de Felício Porcionato, Arlindo Saran Netto & Gustavo Ribeiro Del Claro*

6. Produção de bovinos de corte 161  
*Arlindo Saran Netto, Marco Aurélio de Felício Porcionato, Gustavo Ribeiro Del Claro & Marcus Back*

### OVINOS

7. Sistema de produção de ovinos 197  
*Gustavo Ribeiro Del Claro, Arlindo Saran Netto & Marco Aurélio de Felício Porcionato*



J.B. SOBRINHO, P.A.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P.C.T.; MELFI, A.J.; MELO, W.J.; MARQUES, M.O. (Eds) *Biossólidos na Agricultura*. São Paulo: SABESP, p.89-131.

URQUHART, G.M.; ARMOUR, J.; DUNCAN, J.L.; DUNN, A.M.; JENNINGS, F.W. 1990. *Parasitologia veterinária*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A.

USEPA-- United States Environmental Protection Agency. A guide to the biosolids risk assessments for the EPA Part 503 rule, 1995.

WORLD DEVELOPMENT REPORT - WDR. *Development and the environment*. 1992. Oxford, University Press.

WEF -- Water Environmental Federation. 1996. *Operation of municipal wastewater treatment plants. Manual of practise*. 5 ed. Alexandria.

WHO -- World Health Organization. 1984. *Guidelines for drinking water quality*. v.1. Recommendations. Geneva.

ZONTA, M.L.; NAVONE, G.T.; OYHENART, E.E. 2007. Intestinal Parasites In Preschool And School Age Children: Current Situation In Urban, Periurban And Rural Populations In Brandsen, Buenos Aires, Argentina. *Parasitol Latinoam* 62: 54-60.

# HEMATOLOGIA: FERRAMENTA PARA O MONITORAMENTO DO ESTADO DE SAÚDE DE PEIXES EM CULTIVO

Marcos Tavares Dias<sup>1</sup>, Márcia Mayumi Ishikawa<sup>2</sup>, Maurício Laterça Martins<sup>3</sup>, Fabiana Satake<sup>4</sup>, Hamilton Hisano<sup>2</sup>, Santiago Benites de Pádua<sup>5</sup>, Gabriela Tomas Jerônimo<sup>3</sup> & Ana Rosa Sant'ana de Sá<sup>3</sup>

## 1. Introdução

A intensificação nos sistemas de produção de organismos aquáticos tem revelado obstáculos que afetam

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa Amapá, Rodovia Juscelino Kubitschek, km 5, 2600 CEP 68903-419, Caixa Postal 10, Macapá, Amapá, Brasil. E-mail: marcostavares@cpafap.embrapa.br

<sup>2</sup> Bolsista de Produtividade em Pesquisa CNPq, pesquisadora da Embrapa Agropecuária Oeste, Laboratório de Piscicultura, BR 163, km 253,6, Cx. Postal 661, CEP 79804-970, Dourados, MS., Brasil. E-mail: marcia@cpao.embrapa.br; hhisano@cpao.embrapa.br

<sup>3</sup> Laboratório AQUOS - Sanidade de Organismos Aquáticos, Departamento de Aquicultura, CCA, UFSC, Rod. Admar Gonzaga, 1346, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil. E-mail: mlaterca@cca.ufsc.br; gabriela@cca.ufsc.br; anarosa\_sa@hotmail.com

<sup>4</sup> Centro Universitário da Grande Dourados, Rua Balbina de Matos, 2121, Jardim Universitário, CEP 79.824-900, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: fabsatake@yahoo.com.br

<sup>5</sup> Faculdades Anhanguera de Dourados, Rua Manoel Santiago, 1.775, Vila São Luis, CEP 79.925.150, Dourados, MS., Brasil. E-mail: santiago\_psb@hotmail.com



diretamente a produtividade e o crescimento da atividade, estando a área de Sanidade como um dos principais entraves e que proporciona a base para o estudo e desenvolvimento de novas tecnologias. Os danos causados aos peixes hospedeiros estão relacionados à espécie de parasito, bem como à sua forma de alimentação, ao órgão do hospedeiro afetado, às taxas de infecção e ao estado geral do organismo da espécie hospedeira (Tavares-Dias et al., 2006a). Em geral, o parasitismo pode causar significativo prejuízo à produção, provocando também retardo no crescimento e no ganho de peso dos peixes cultivados ou epizootias. Assim, é necessário o monitoramento constante do estado de saúde dos peixes em cativeiro.

Os parâmetros sanguíneos podem ser usados como indicadores biológicos no monitoramento da saúde dos peixes e do ambiente, como rápida ferramenta na identificação do estresse que o ambiente e os parasitos podem impor aos peixes. Essas informações podem ser utilizadas para avaliar o estado fisiológico de peixes, padronizando as condições ideais para o seu cultivo. Assim, os estudos sobre o quadro hematológico de peixes brasileiros em condições de cultivo, têm aumentado nas últimas décadas (Araújo et al., 2009), pois as variáveis relativas ao eritrograma auxiliam na identificação de processos anemiantes, enquanto o leucograma auxilia no diagnóstico de processos infecciosos e outros estados de desequilíbrio homeostático.

A resposta imunológica dos peixes pode sofrer os efeitos inibitórios do estresse agudo ou crônico, causando significativa redução na sua resistência a doenças (Barton & Iwama, 1991; Tavares-Dias & Moraes, 2004; Barcellos et al., 2004). Por essa razão, o estresse é conhecido por aumentar a susceptibilidade do hospedeiro às doenças parasitárias e infecciosas. Isso tem sido documentado em peixes parasitados por *Argulus foliaceus* (Ranzani-Paiva et al.,

1987; Tavares-Dias et al., 1999a), *A. japonicus* (Ruane et al., 1999), *Lernaea cyprinacea* (Silva-Souza et al., 2000), *Dolops carvalhoi* (Tavares-Dias et al., 2007a), *Anacanthorus penilabiatus* e *Piscinoodinium pillulare* (Tavares-Dias et al., 2008) e nematóides (*Goezia leporini*) (Martins et al., 2004). Assim, as alterações dos padrões hematológicos de referências, bem como os distúrbios morfológicos de células do sangue podem ser utilizados para avaliação prognóstica em peixes aos diferentes desafios do ambiente, principalmente de cultivo, visto que estas alterações ocorrem em resposta aos danos causados por agentes agressores (Satake et al., 2009).

Neste capítulo, são apresentados os resultados preliminares obtidos pela equipe do PCSanidade. O projeto Aquabrazil foi idealizado com o objetivo de promover o salto tecnológico na aquicultura brasileira, é composto por cinco projetos componentes e começou a atuar no final do ano de 2007. Uma equipe de pesquisadores, técnicos e estagiários iniciaram as atividades direcionadas a solucionar os principais entraves na sanidade aquícola, ou seja, passaram a compor o Projeto Componente: Estado Sanitário de Organismos Aquáticos Cultivados (PCSanidade).

Os objetivos do PCSanidade são: identificar os entraves sanitários, monitorar a saúde, testar o efeito do uso de bactérias lácticas e padronizar metodologias de diagnóstico possibilitando melhor qualidade da produção aquícola. A hematologia foi então, uma importante ferramenta padronizada e utilizada para atingir seus objetivos.

## 2. Morfofisiologia do tecido sanguíneo

O sangue é um tecido conectivo de propriedades especiais, sua matriz extracelular é líquida (plasma), composta por 90% de água, 7% de proteínas (globulinas e



albumina) que são imprescindíveis para manutenção da pressão oncótica, além disso, é composto por metabólitos como hormônios, enzimas e eletrólitos variados (Ranzani-Paiva, 2007). A porção figurada do sangue é composta por eritrócitos, leucócitos e trombócitos cuja origem, desenvolvimento e função, principalmente dos leucócitos, não são conhecidas por completo nos peixes, causando controvérsias entre diferentes estudos (Tavares-Dias & Moraes, 2004).

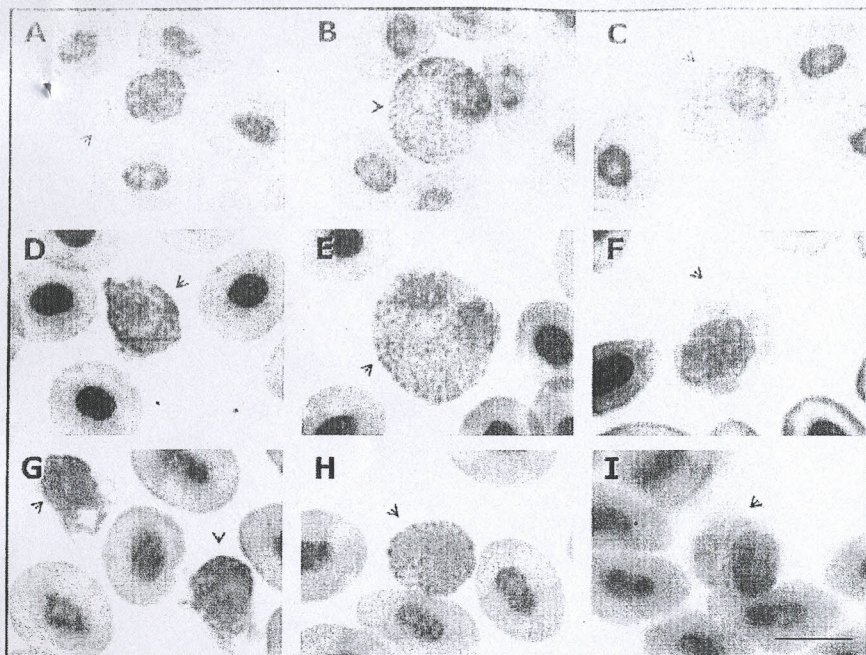
Os eritrócitos são as células mais abundantes na circulação, sua principal função é o transporte de oxigênio e gás carbônico por meio da combinação da hemoglobina com O<sub>2</sub> formando oxihemoglobina, nos órgãos respiratórios, ocorrendo posterior a troca pelo CO<sub>2</sub> tecidual (Ranzani-Paiva, 2007). A concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), assim como o número de eritrócitos (Er), tamanho dos mesmos (VCM) e hematócrito (Ht), podem variar nas diversas espécies de peixes devido à atividade ecológica, além da posição na escala evolutiva (Tavares-Dias & Moraes, 2004).

Os leucócitos são as células responsáveis pela defesa do organismo, utilizam as vias sanguíneas para realizar o monitoramento de possíveis infecções e ou injúria tecidual. Integram diferentes linhagens celulares nas quais são diferenciados morfológicamente pela presença ou ausência de granulação, assim como pelas suas características morfológicas, tintoriais e citoquímicas (Satake et al., 2009). Os leucócitos granulócitos possuem ampla variação no conteúdo de seus grânulos. Nos grânulos dos neutrófilos são encontrados enzimas como a peroxidase e reserva de glicogênio em *Oreochromis niloticus* (Ueda et al., 2001), *Hoplosternum littorale* (Tavares-Dias & Barcellos, 2005), *Aristichthys nobilis*, *Astronotus ocellatus* e *Hoplias malabaricus*, determinados por métodos citoquímicos. Porém, em *Astyanax bimaculatus* foi encontrada

peroxidase, mas não reserva de glicogênio (Tavares-Dias, 2006a). Ranzani-Paiva (2007), descreve a presença de enzimas como a lisozima, elastase, hidrolase ácida,  $\beta$ -glicuronidase e a catalepsina B, colagenase e lactoferrina analisadas em microscopia eletrônica. Este é o arsenal contra os agentes infecciosos fagocitados por essa célula.

Os eosinófilos, assim como os basófilos, são encontrados com baixa frequência no sangue periférico dos peixes (Tavares-Dias & Moraes, 2003; Tavares-Dias, 2006b), as funções respectivas dessas células ainda não estão esclarecidas (Tavares-Dias & Moraes, 2004). Estudos citoquímicos demonstram reação positiva para peroxidase (Meseguer et al., 1994; Ueda et al., 2001) e fosfatase ácida em eosinófilos (Schüt et al., 1997), assim como fosfatase ácida em basófilos (Meseguer et al., 1994), porém em *Sparus aurata* os eosinófilos apresentaram reação negativa para essas enzimas (Noya & Lamas, 2004). A figura 1 mostra eosinófilos de algumas espécies de peixes teleósteos. Pode-se verificar ampla variação morfológica destes leucócitos nas diferentes espécies e até mesmo em uma mesma espécie, com a ocorrência de células em diferentes estágios de maturação.

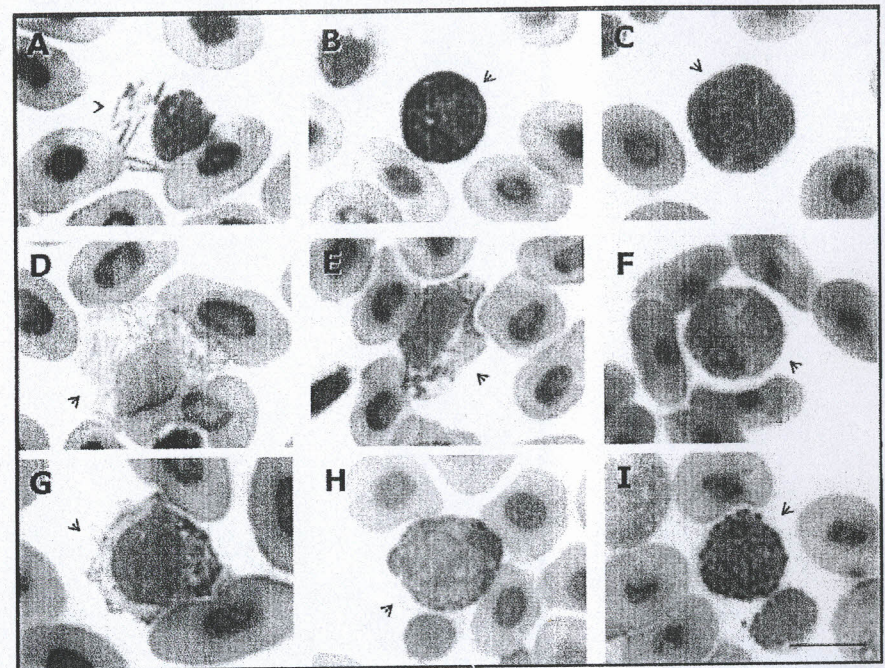




**Figura 1.** Eosinófilos no sangue circulante de peixes teleósteos. (A) Eosinófilo jovem com a granulação em forma de bastões em surubim híbrido *Pseudoplatystoma fasciatum* x *P. corruscans*, (B) eosinófilo maturo com granulação arredondada em surubim híbrido *Pseudoplatystoma fasciatum* x *P. corruscans*; (C) eosinófilo do bagre-do-canal *Ictalurus punctatus*, (D) eosinófilo pequeno de cuiu-cuiu *Oxydoras niger*, (E) eosinófilo grande de cuiu-cuiu; (F) eosinófilo com granulação robusta em jaraqui *Semaprochilodus insignis*; (G) eosinófilos com a granulação em forma de pequenos bastões em pacu *Piaractus mesopotamicus*, (H) eosinófilo maturo com granulação arredondada em pacu; (I) eosinófilo de dourado *Salminus brasiliensis*. Coloração May Grünwald-Giemsa-Wright. Barra= 5 µm.

Tavares-Dias et al., (2000a) descreve a presença de granulócito em *Leporinus macrocephalus* que corado com MGGW, apresenta granulação de cor magenta, a qual quase esconde o núcleo. Esta célula fora erroneamente caracterizada como eosinófilo (Tavares-Dias et al., 2000a), a partir de análise citoquímica (metacromasia) Tavares-Dias (2006b), caracterizou esta mesma célula como basófilo. As

análises citoquímicas apresentam fundamental importância nos estudos hematológicos em diferentes espécies animais, já que estes possuem ampla variação na morfologia e coloração das células sanguíneas em função de cada espécie, como pode ser verificado na figura 2.

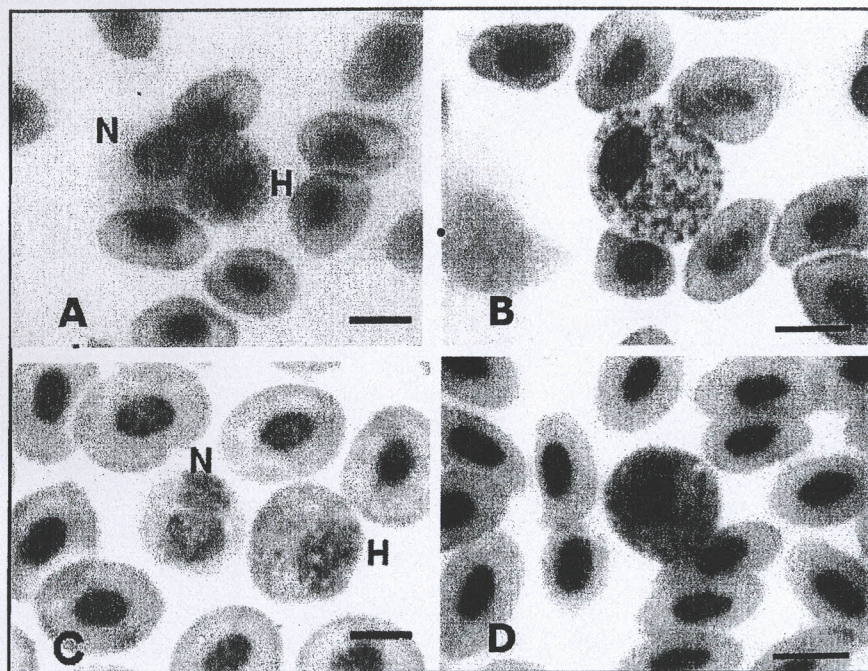


**Figura 2.** Basófilos no sangue circulante de peixes teleósteos. (A) Basófilo jovem com a granulação em forma de bastões em surubim híbrido *Pseudoplatystoma fasciatum* x *P. corruscans*, (B) basófilo maturo de surubim híbrido *Pseudoplatystoma fasciatum* x *P. corruscans*; (C) basófilo de pirarara *Phractocephalus hemiliopterus*; (D) basófilo jovem de jurupensém *Sorubim lima*, (E) basófilo maturo de jurupensém; (F) basófilo da tilápia do Nilo, (G) basófilo de tambacu *Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomum*; (H) basófilo do bagre-do-canal *Ictalurus punctatus*; e (I) basófilo de tuvira *Gymnotus* sp. Coloração May Grünwald-Giemsa-Wright. Barra= 5 µm.

Em 1938 Jordan, introduziu o termo heterófilo para um granulócito que apresenta inclusões intracitoplasmáticas na forma de grânulos fusiformes ou bastões, os quais se coram



de modo intermediário entre a coloração de eosinófilo e basófilo (Figura 3). Alguns peixes apresentam neutrófilos e outros heterófilos, mas alguns apresentam tanto neutrófilos como heterófilos (Tavares-Dias & Moraes, 2004; Tavares-Dias & Barcellos, 2005; Tavares-Dias, 2006a). Contudo, os heterófilos possuem funções equivalentes aos neutrófilos, como a fagocitose.



**Figura 3.** Heterófilos sanguíneos de peixes teleósteos. (A) matrinxã *Brycon amazonicus*, (B e D) dourado *Salminus brasiliensis*; (C) tamoatá *Hoplosternum littorale*. Coloração: May Grünwald-Giemsa-Wright. Barra= 5 µm.

Os leucócitos granulares PAS positivos apresentam granulação rica em glicogênio, fator que determina forte reação destas células em análises citoquímicas com Ácido Periódico de Schiff (PAS). Entretanto outras células sanguíneas possuem reação positiva para PAS, contudo a reação não é intensa como para LG-PAS. Entre essas

células com positividade para reação de PAS estão os trombócitos, neutrófilos e monócitos de *Rhamdia quelen* (Pérez-Gianeselli et al., 2005); trombócitos e neutrófilos de *Aristichthys nobilis* e *Hoplias malabaricus*; além de eosinófilos de *Astronotus ocellatus* (Tavares-Dias, 2006b) e trombócitos, neutrófilos e alguns linfócitos e monócitos de *Oreochromis niloticus* (Ueda et al., 2001). Porém, em *Hoplosternum littorale*, neutrófilos e heterófilos foram positivos para PAS e trombócitos apresentaram reação fraca (Tavares-Dias & Barcellos, 2005).

Tavares-Dias et al. (1999a,b; 2000a,b,c), citam que os trombócitos, juntamente com os leucócitos formam uma população celular de defesa orgânica, assim os trombócitos têm sido incluídos na contagem diferencial de leucócitos. Contudo, essas células são de diferentes linhagens (Tavares-Dias & Moraes, 2003). Isso ocorre devido relatos de que os trombócitos de alguns peixes realizam fagocitose (Burrows et al., 2001; Stosik et al., 2001; Tavares-Dias et al., 2007b). Além disso, diversos estudos citoquímicos apresentam reação positiva para glicogênio intracelular, pelo método PAS, em várias espécies de peixes (Burrows et al., 2001; Ueda et al., 2001; Vianna, 2003; Pérez-Gianeselli, et al.; 2005; Tavares-Dias, 2006a), característica inerente às células fagocíticas, já que necessitam de energia para efetuar esse processo de defesa orgânica (Ueda et al., 2001).

### 3. Valores hematológicos de referência para alguns peixes cultivados no Brasil

É necessário estabelecer valores de referência das diferentes espécies de peixes de importância comercial cultivados, para determinação de seu estado de saúde, para que estes possam ser usados no diagnóstico de doenças (Canfield et al, 1997; Tavares-Dias & Moraes, 2007).



Neste estudo, todos os peixes eram animais saudáveis, isentos de parasitos, e a normalidade dos dados foi avaliada usando-se o teste de Kolmogorov-Smirnov. Todos os indivíduos outliers foram descartados para que os dados tivessem uma distribuição normal (Horn et al., 2001). Para cada parâmetro com distribuição normal foi determinado o intervalo de referência usando o 25<sup>th</sup> e 75<sup>th</sup> percentil, bem como os valores mínimo e máximo.

### Matrinxã, tambaqui e pirarucu de pisciculturas do estado do Amazonas

Os valores de referência para os parâmetros eritrocitários de tambaqui *Colossoma macropomum* (n=70), provenientes de Manaus (AM), pesando de 369,5 e 1,630 g e medindo de 26,0 a 46,5 cm de comprimento são mostrados na tabela 1.

Os valores de referência para os parâmetros eritrocitários de matrinxã *Brycon amazonicus* (n=61), provenientes de Manaus (AM), pesando de 18,0 a 556,0 g e medindo de 11,0 a 34,0 cm de comprimento estão na tabela 1.

Os valores de referência para os parâmetros eritrocitários de pirarucu *Arapaima gigas* (n= 270), provenientes de Manaus (AM), pesando de 15,0 a 4,800 g e medindo de 7,3 a 79,0 cm de comprimento.

**Tabela 1.** Valores de referência do eritrograma para tambaqui *Colossoma macropomum*.

Parâmetros	Mínimo/Máximo	Intervalo de Referência
Eritrócitos (x 10 <sup>6</sup> µL)	1,250-2,960	1,625-3,383
Hematócrito (%)	26,0-38,0	36,0-40,0
Hemoglobina (g/dL)	6,3-13,7	8,9-10,9
VCM (fL)	70,8-123,7	112,7-192,6
CHCM (g/dL)	20,2-30,5	26,2-49,6

**Tabela 2.** Valores de referência do eritrograma para matrinxã *Brycon amazonicus*.

Parâmetros	Mínimo/Máximo	Intervalo de Referência
Eritrócitos (x 10 <sup>6</sup> µL)	1,130-4,530	1,315-3,750
Hematócrito (%)	23,0-52,0	29,0-42,0
Hemoglobina (g/dL)	5,5-17,7	6,9-11,8
VCM (fL)	82,2-125,0	102,8-212,2
CHCM (g/dL)	17,0-44,2	22,1-30,2

**Tabela 3.** Valores de referência do eritrograma para pirarucu *Arapaima gigas*.

Parâmetros	Mínimo/Máximo	Intervalo de Referência
Eritrócitos (x 10 <sup>6</sup> µL)	0,980-3,420	1,670-2,290
Hematócrito (%)	20,0-46,0	30,0-36,0
Hemoglobina (g/dL)	5,8-15,0	8,2-10,7
VCM (fL)	71,2-274	135,0-186,4
CHCM (g/dL)	12,2-51,5	25,9-32,0

### Surubim híbrido (*Pseudoplatystoma fasciatum* x *P. corruscans*) de pisciculturas do Mato Grosso do Sul

Os valores de referência para os níveis de proteínas plasmáticas e parâmetros eritrocitários de surubins híbridos (n=70), provenientes da região de Dourados (MS), pesando de 568,0 a 1,350 g e medindo de 41,0 a 59,0 cm estão na tabela 4.

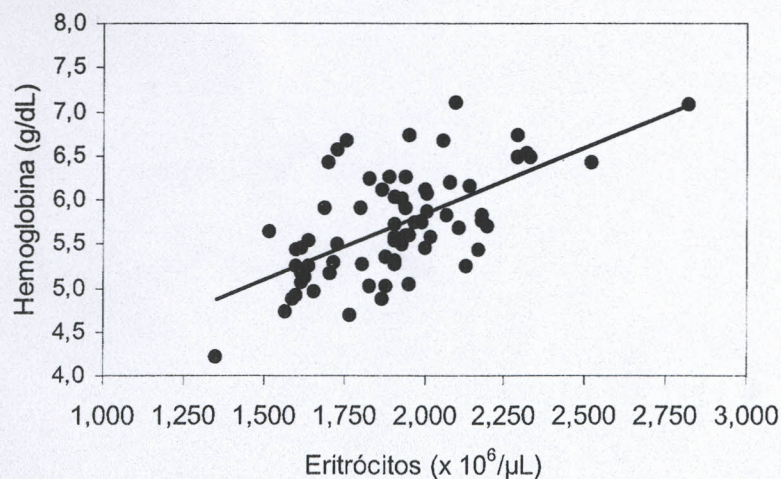
Em surubim híbrido, foi observada correlação positiva, altamente significativa (p<0,001) do número de eritrócitos com a concentração de hemoglobina (Figura 4) e com o hematócrito (Figura 5). A equação que descreve a correlação entre o número de eritrócitos e a hemoglobina é [Eritrócitos = 2,865 + (1,4886 x Hemoglobina)] e entre o número de eritrócitos e o hematócrito é: [Eritrócitos = 0,2847 + (0,0499 x Hematócrito)]. Correlação positiva, altamente



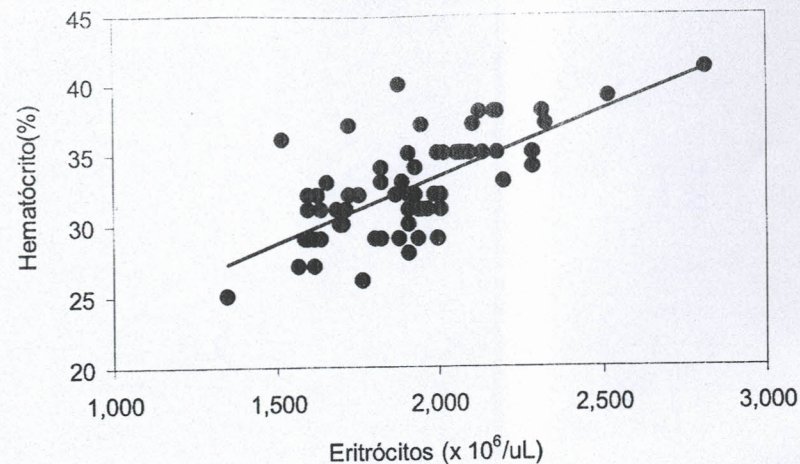
significativa, também ocorreu entre o hematócrito e a concentração de hemoglobina [Hemoglobina = 2,576 + (0,0961 x Hematócrito)] (Figura 6). Estes resultados demonstram que há um incremento proporcional desses três parâmetros eritrocitários em surubins híbrido, a exemplo do que foi descrito por Araújo et al. (2009), para pirarucu *Arapaima gigas* cultivados do estado do Amazonas.

**Tabela 4.** Valores de referência do eritrograma para surubim híbrido.

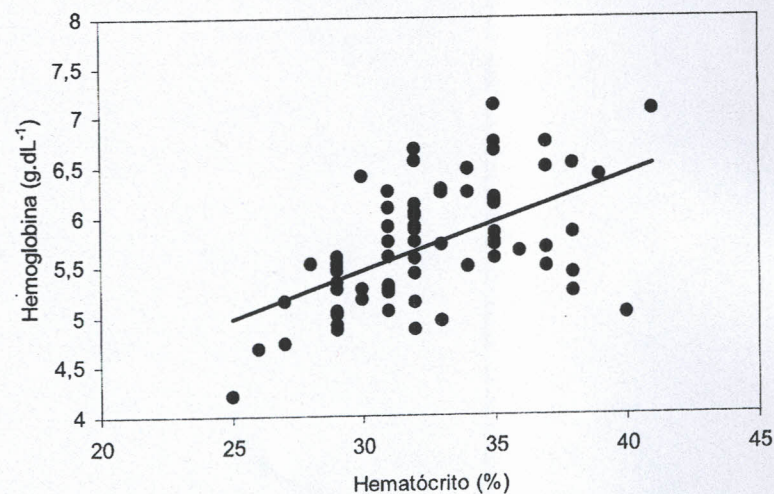
Parâmetros	Mínimo/Máximo	Intervalo de Referência
Proteína total (g/dL)	4,1-6,8	5,0-54
Eritrócitos (x 10 <sup>6</sup> /μL)	1,350-2,820	1,720-2,020
Hematócrito (%)	25,0-41,0	30,0-35,0
Hemoglobina (g/dL)	4,2-7,1	5,2-6,1
VCM (fL)	145,0-236,8	159,2-180,3
CHCM (g/dL)	12,5-21,3	16,8-18,8



**Figura 4.** Correlação entre o número de eritrócitos e a concentração de hemoglobina ( $r=0,612$ ;  $p>0,001$ ) em surubim híbrido (*Pseudoplatystoma fasciatum* x *P. corruscans*) (n=70) de cultivo intensivo.



**Figura 5.** Correlação entre o número de eritrócitos e o hematócrito ( $r=0,542$ ;  $p>0,001$ ) em surubim híbrido (*Pseudoplatystoma fasciatum* x *P. corruscans*) (n=70) de cultivo intensivo.



**Figura 6.** Correlação entre o hematócrito e a concentração de hemoglobina ( $r=0,83$ ;  $p>0,001$ ) em surubim híbrido (*Pseudoplatystoma fasciatum* x *P. corruscans*) (n=70) de cultivo intensivo.



## Tilápia do-Nilo *Oreochromis niloticus* de pisciculturas de Santa Catarina

Os valores de referência para os parâmetros eritrocitários de tilápias do-Nilo (n=64), provenientes de Joinville, Chapecó, Blumenau e Ituporanga (SC), com peso variando de 79,0 a 850,0 g e comprimento de 15,5 a 33,0 cm são demonstrados na tabela 5.

**Tabela 5.** Valores de referência do eritrograma para tilápia do-Nilo (n=64).

Parâmetros	Mínimo/Máximo	Intervalo de Referência
Eritrócitos ( $\times 10^6/\mu\text{L}$ )	0,710-2,420	1,120-1,715
Hematócrito (%)	15,0-44,0	22,0-30,0
VCM (fL)	93,7-363,6	144,2-248,2

### 4. Distúrbios hematológicos causados por doenças parasitárias

Os parasitos são as maiores causas de infecções em peixes, especialmente nos trópicos, onde as características climáticas peculiares da região propiciam a sua rápida e constante propagação no cultivo (Thatcher & Brites-Neto, 1994; Tavares-Dias et al., 2006c).

O tecido sanguíneo banha todos os demais tecidos orgânicos, exceto o epitelial e cartilaginoso. Devido a essa condição fisiológica, seu estudo torna-se estratégico para avaliação do quadro homeostático de peixes. As enfermidades, de modo geral, estão relacionadas com alterações do hemograma de animais e do homem (Melo et al., 2006). Geralmente, quando as infestações parasitárias apresentam-se intensas, ocasionam inúmeras alterações sobre o quadro hematológico dos peixes, determinando perda na produtividade, além de aumentar a

susceptibilidade a algumas doenças bacterianas (Bandilla et al., 2006), vírus e fungos. Quando a intensidade do parasitismo não é alta, necessariamente não são verificadas alterações no quadro hematológico de peixes em cultivo, como constatado por Azevedo et al. (2006) ao avaliarem a ocorrência de ectoparasitos em relação às variáveis sanguíneas de tilápia do Nilo. Além disso, Araújo et al. (2009) ressaltam que há uma resposta diferenciada das espécies de peixes em relação às infestações provocadas por diferentes espécies de parasitos.

Severas alterações foram relatadas no hemograma de piauçu (*Leporinus macrocephalus*) parasitados por *Goezia leporini* (Martins et al., 2004). Entre os distúrbios, destacam-se a ocorrência de anemia microcítica-hipocrômica, com a presença de poiquilócitos, policromatófilos e divisão amitótica de eritrócitos no sangue circulante. O leucograma apresentou diminuição do número de linfócitos com o aumento do número de neutrófilos, alteração compatível com condição de estresse. Além disso, houve aumento do número de eosinófilos, o que pode estar relacionado com a defesa contra os parasitos (Ranzani-Paiva et al., 1999; Tavares-Dias & Moraes 2004). *Piaractus mesopotamicus* parasitados por *A. penilabiatus* e *P. pillulare* apresentaram aumento do número de monócitos e redução da quantidade de trombócitos circulantes (Tavares-Dias et al., 2008), com elevado número de monócitos vacuolizados ou não, geralmente, agrupados e de tamanhos variados (Figura 7).

A infestação por *Ichthyophthirius multifiliis* associada ao fungo *Saprolegnia* sp. causou anemia macrocítica-hipocrômica em tilápia do Nilo (Tavares-Dias et al., 2002). Já a infestação pelo crustáceo branquiúro hematófago *Dolops carvalhoi* provocou diminuição do hematócrito no híbrido tambacu (*Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomum*) (Tavares-Dias et al., 2007a). Ranzani-Paiva et al. (2000), relataram ocorrência de anemia normocítica-



normocrômica em *Prochilodus lineatus* infestados por platelmintos monogenóides. Por outro lado, Araújo et al. (2009) descrevem o aumento dos níveis de hemoglobina e número de eritrócitos em *Arapaima gigas* parasitados *Dawestrema cycloancistrum* e *D. cycloancistrioides* (Monogeinodea). Na Tabela 1 estão relacionados algumas espécies de peixes cultivadas no Brasil e as principais alterações hematológicas induzidas pelo parasitismo. De fato, pode-se verificar que as espécies de peixes respondem de forma distinta às ações dos diferentes parasitos (Araújo et al., 2009), principalmente influenciadas pelos seus níveis de infestação, a forma de ação e a patogenicidade.

A hematologia também pode atuar como ferramenta diagnóstica quando se trata de hemoparasitoses que acometem os peixes. No Brasil, pouco se sabe sobre a ocorrência de hemoparasitos em peixes de cultivo, assim como seu impacto sobre a produção intensiva destes. Alguns trabalhos documentam a ocorrência de *Trypanosoma* em espécies de ambiente natural, como *Trypanosoma guairaensis* causando infecção em cascudo abacaxi *Megaloancistrus aculeatus* (Eiras et al., 1989), *Trypanosoma nupelianus* causando infecção em cascudo-preto *Rhinelepis aspera* (Eiras et al., 1990), *Trypanosoma limae* infectando trairão *Hoplias lacerdae* (Lopes et al., 1996) e *Trypanosoma platanusi* encontrado na tainha *Mugil platanus* (Ribeiro et al., 1996). Recentemente foi diagnosticada a ocorrência de *Trypanosoma* sp. no sangue circulante de tuviras (*Gymnotus* sp.) (Figura 1A-B). Já em surubim híbrido (*Pseudoplatystoma fasciatum* x *P. corruscans*) em cultivo intensivo, recentemente foi identificado a ocorrência de bactérias pertencentes à ordem Rickettsiales, possivelmente da família Anaplasmataceae (Figura 1C-D) causando infecção em monócitos sanguíneos, contudo, ainda pouco se sabe sobre este hemoparasito.

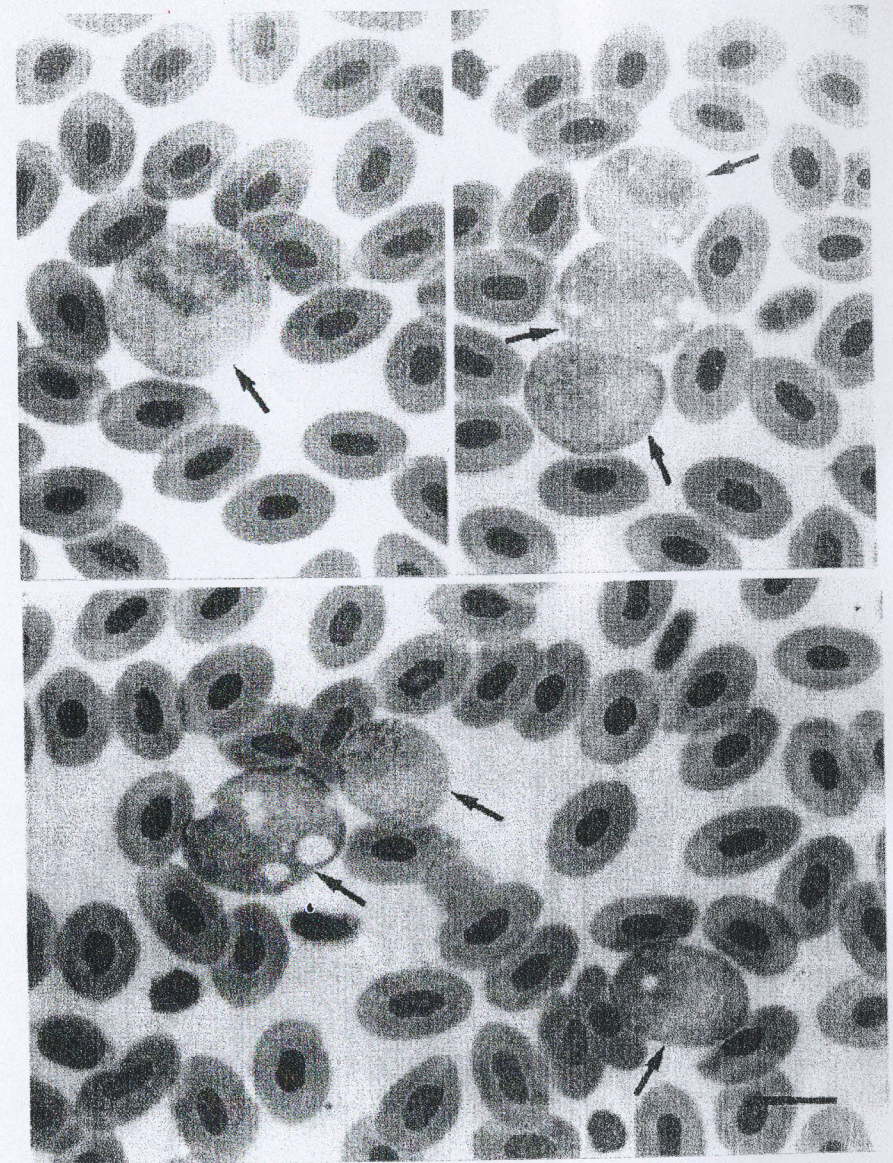
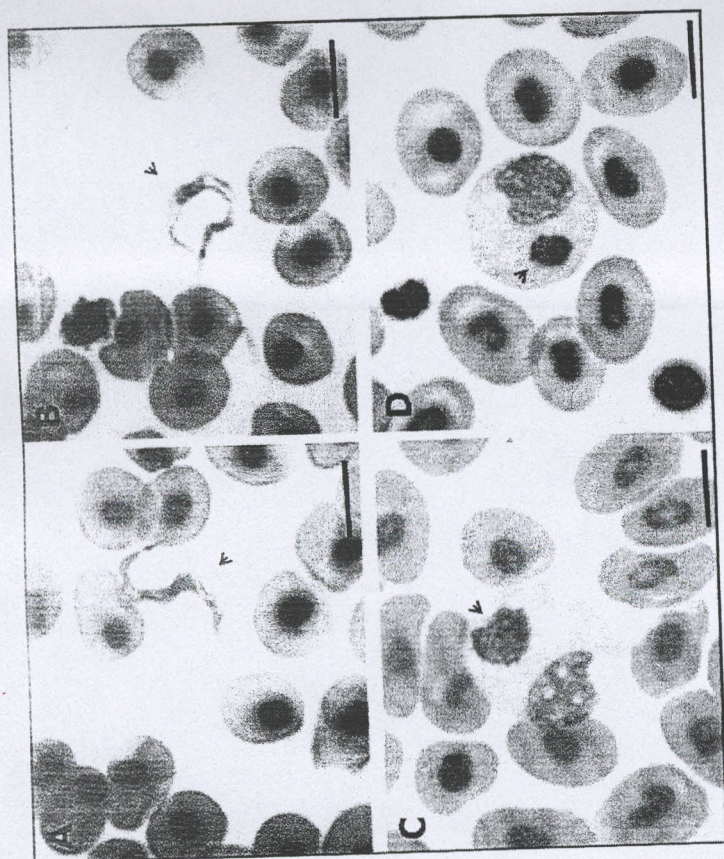


Figura 7. Alterações morfológicas em monócitos sanguíneos de *Piaractus mesopotamicus*. Coloração May Grünwald-Giemsa-Wright. Barra= 5µm. (Tavares-Dias et al., 2008).





**Figura 8.** Hemoparasitos que acometem peixes de produção. (A-B) *Trypanosoma* sp. infectando tuviras (*Gymnotus* sp.). (C-D) Anaplasmatidae causando infecção em monócitos sanguíneos de surubim híbrido (*Pseudoplatystoma fasciatum* x *P. corruscans*). Coloração May Grünwald-Giemsa-Wright. Barra= 5µm.

Outros hemoparasitos que tem sido reportado em peixes de ambiente natural são as hemogregarinas (Diniz et al., 2002) e *Theileria electrophori* descrita no peixe elétrico *Electrophorus electricus* (Lainson, 2007). Geralmente, quando a carga parasitária pelos parasitos sanguíneos encontra-se elevada a anemia está entre as principais manifestações hematológicas da infecção (Kirmse, 1980; Saha et al., 1997; Zintl et al., 1997). A ocorrência do agente rickettsial encontrado no surubim híbrido determinou o aumento da vacuolização citoplasmática dos monócitos (Figura 1C), com aparente aumento do percentual destas células no sangue periférico.

**Tabela 6.** Ocorrência de parasitos e suas manifestações nos parâmetros hematológicos de peixes cultivados no Brasil.

Espécies	Agente etiológico	Alterações descritas	Referências
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	<i>Argulus</i> sp.	Diminuição do percentual de trombócitos, aumento de monócitos e leucócitos granular PAS-positivos.	Tavares-Dias et al.(1999)
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	<i>Anacanthorus penilabiatu</i> s e <i>Piscinoodinium pillulare</i>	Aumento do percentual e vacuolização citoplasmática de monócitos.	Tavares-Dias et al. (2008)
<i>P. mesopotamicus</i> x <i>Colossoma macropomum</i>	<i>Dolops carvalhoi</i>	Diminuição do hematócrito, aumento do CHCM e monócitos e redução leucócitos granular PAS-positivos.	Tavares-Dias et al. (2007a)
<i>Prochilodus lineatus</i>	Monogenea	Anemia normocítica normocrômica.	Ranzani-Paiva et al. (2000)
<i>Prochilodus lineatus</i>	Ergasilidae	Aumento do percentual de neutrófilos.	Ranzani-Paiva et al. (2000)
<i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i> e <i>Saprolegnia</i> sp	Anemia macrocítica hipocrômica.	Tavares-Dias et al. (2002)
<i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Trichodina</i> sp., <i>P. pillulare</i>	Linfopenia, neutrofilia, monocitose, diminuição do hematócrito, eritrócitos, leucócitos totais e linfócitos.	Ghiraldelli et al. (2006)
<i>Cyprinus carpio</i>	Crustacea e Monogenea	Aumento de eritrócitos, diminuição do hematócrito, neutrófilos e monócitos.	Ghiraldelli et al. (2006)
<i>Schozodon intermedius</i>	<i>Piscinoodinium pillulare</i> , Crustacea e Monogenea	Diminuição de percentual delinfócitos, aumento de neutrófilos e monócitos.	Silva-Souza et al.(2000)
<i>Leporinus macrocephalus</i>	<i>Lernaea cyprinacea</i>	Anemia microcítica normocrômica, linfopenia, neutrofilia e eosinofilia.	Martins et al. (2004)
<i>Leporinus macrocephalus</i>	<i>Goezia leporini</i>	Diminuição do percentual de linfócitos e aumento do percentual de neutrófilos.	Tavares-Dias et al. (2008)
<i>Brycon amazonicus</i>	Monogenea e <i>P. pillulare</i>	Aumento do percentual de neutrófilos.	Tavares-Dias et al. (2008)
<i>Arapaima gigas</i>	<i>I. multifiliis</i>	Leucocitose com linfocitose, aumento dos níveis de hemoglobina e de eritrócitos.	Araújo et al. (2009)
	<i>Dawestrema cycloancistrum</i> e <i>D. cycloancistrioides</i>		



## 5. Distúrbios hematológicos causados por doenças bacterianas

As doenças bacterianas são responsáveis por importantes perdas econômicas na piscicultura intensiva no Brasil (Pavanelli et al., 2002; Martins et al., 2008a). Os microorganismos isolados de peixes enfermos, geralmente, são agentes comensais da flora residente do próprio peixe e ou são normalmente encontrados no ambiente de cultivo (Aydin et al., 2005; Barcellos et al., 2008). Por isso, muitas bactérias de importância para a piscicultura são consideradas agentes oportunistas, causando infecções quando a defesa orgânica dos peixes encontra-se diminuída, onde as condições ambientais de cultivo podem não ser favoráveis, com situações estressantes, como a infecção parasitária, aumentando dessa forma a susceptibilidade dos peixes às infecções (Pavanelli et al., 2002; Bandilla et al., 2006; Garcia et al., 2007; Barcellos et al., 2008). Bactérias do gênero *Pseudomonas*, como *P. aeruginosa* são microorganismos normalmente encontrados no ecossistema aquático. Pellett et al. (1983) reportam isolamento de *P. aeruginosa* a partir do muco corpóreo e do intestino de peixes de ambiente natural, havendo maior frequência em espécies de peixes carnívoras. Esta espécie é um agente oportunista que causa enfermidade severa em surubim híbrido (*Pseudoplatystoma fasciatum* x *P. corruscans*).

As alterações hematológicas ocasionadas por doenças bacterianas variam de acordo com o agente etiológico, dependendo da patogenicidade e virulência da bactéria. Em condições clínicas agudas de septicemia hemorrágica bacteriana, as manifestações hematológicas são pronunciadas. Assim, ocorrência moderada de policromasia, moderada anisocitose eritrocitária, aumento de divisões mitóticas de eritrócitos no sangue circulante, além da diminuição do hematócrito foi descrita em surubins híbridos

com septicemia hemorrágica por *Pseudomonas* sp., após infecção natural. Além disso, foi relatado a vacuolização citoplasmática dos leucócitos, basofilia citoplasmática e presença de corpúsculo de Döhle em neutrófilos, além de granulações tóxicas em LG-PAS (Satake et al., 2009).

Na tabela 7 estão relacionados os valores de proteínas plasmáticas, eritrograma e tromboleucograma de surubins híbridos naturalmente infectados com *Pseudomonas* sp. em ambiente de cultivo. A bacteriose provocou trombocitopenia, leucopenia, neutrofilia e severa anemia, com redução dos níveis plasmáticos de proteínas e hemoglobina, hematócrito, número de eritrócitos e aumento do VCM e do CHCM. A anemia macrocítica-normocrômica verificada, pode tratar-se de um mecanismo compensatório na tentativa de manutenção da oxigenação tecidual, que fica comprometida durante a diminuição dos eritrócitos e da concentração de hemoglobina. Contudo, Satake et al. (2009) documentam a ocorrência de aumento de eritrócitos jovens na circulação de surubins híbridos com esta infecção. Os eritrócitos jovens, representados pelos eritroblastos basofílicos e eritroblastos policromatofílicos, não possuem uma adequada quantidade de hemoglobina, sendo, portanto, contraditório o aumento do CHCM. Este fato pode ser justificado pela ocorrência de hemólise intravascular que ocorrem em condições de septicemia hemorrágica bacteriana (Clauss et al., 2008), sendo este fator também determinante para a anemia observada em surubins híbridos, sendo favorecida pela grande perda de sangue pelas lesões ulcerativas no tegumento, bem como na cavidade abdominal (Figura 3).

Na tabela 8 são descritas as alterações sanguíneas causadas por infecções bacterianas em algumas espécies de peixes de água doce. Verifica-se que as bactérias desencadeiam diferentes alterações sanguíneas em peixes



infectados, devido aos diferentes mecanismos de respostas de cada peixe frente aos mais variados micro-organismos.

Em *Cyprinus carpio* infectadas com *Aeromonas hydrophila* foi descrita diminuição do hematócrito, hemoglobina e contagem de eritrócitos, acompanhada de leucocitose (Harikrishnan et al., 2003). Garcia & Moraes (2009) ao infectarem pacu (*P. mesopotamicus*) intraperitoneal com  $6 \times 10^6$  UFC/mL de *A. hydrophila* observaram após 24h, anemia normocítica-hipocrômica, redução dos níveis de proteínas plasmáticas totais e globulinas, número de trombócitos, leucócitos totais, linfócitos e eosinófilos, mas aumento do número neutrófilos e monócitos (Garcia & Moraes, 2009).

Pathiratne & Rajapakshe (1998) estudando os distúrbios hematológicos no ciclídeo *Etroplus suratensis* com a síndrome ulcerativa epizoótica, relataram anemia normocítica-normocrômica e leucocitose devido ao aumento de neutrófilos. Martins et al. (2008a,b) inocularam  $1 \times 10^6$  UFC/mL de *Enterococcus* sp. em tilápia do Nilo e após de 24 horas observaram aumento do hematócrito, do número de trombócitos e leucócitos totais, número de linfócitos e diminuição do número de monócitos, mas sem alterações no número de neutrófilos.

A infecção por *Mycobacterium* é caracteristicamente crônica, com isso, as manifestações dessa bacteriose nos parâmetros sanguíneos de peixes são diferenciadas. Ranzani-Paiva et al. (2004) descrevem a diminuição do número de eritrócitos, aumento do VCM e CHCM, leucocitose com linfocitose e neutrofilia na fase aguda da infecção por *Mycobacterium marinum* em tilápia do Nilo. Contudo, a partir de duas a quatro semanas da infecção ocorre aumento dos monócitos sanguíneos e normalização das variáveis eritrométricas (Ranzani-Paiva et al., 2004).

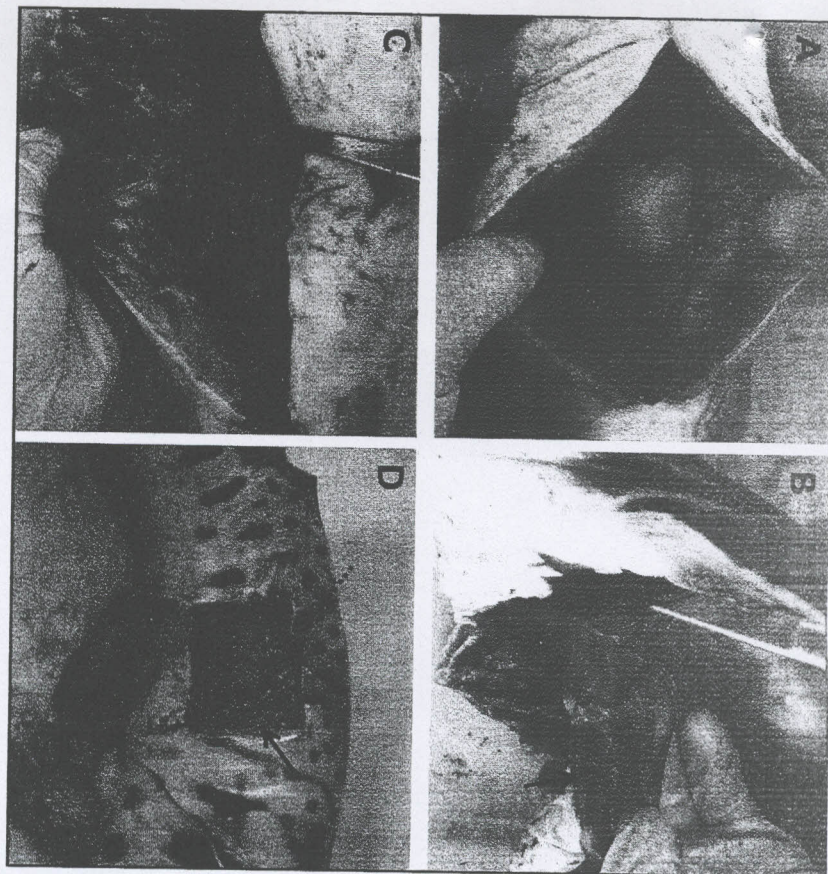
Tabela 7. Valores médios  $\pm$  desvio padrão do eritograma de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma fasciatum* x *P. corruscans*) infectados naturalmente por *Pseudomonas* sp. em cultivo no estado de Mato Grosso do Sul. Letras diferentes, na mesma linha, indicam diferença.

Parâmetros	Peixes sadios (n=10)	Peixes infectados (n=09)
Proteína total (g/dL)	5,28 $\pm$ 0,59a	3,66 $\pm$ 0,96b
Eritrócitos ( $\times 10^6/\mu\text{L}$ )	1,92 $\pm$ 0,24a	0,80 $\pm$ 0,57b
Hematócrito (%)	31,44 $\pm$ 3,47a	16,78 $\pm$ 9,13b
Hemoglobina (g/dL)	5,69 $\pm$ 0,73a	3,72 $\pm$ 2,14b
VCM (fL)	164,93 $\pm$ 13,64b	251 $\pm$ 104,45a
CHCM (g/dL)	18,08 $\pm$ 0,99b	22,39 $\pm$ 4,17a
Trombócitos ( $\mu\text{L}$ )	45834 $\pm$ 6344a	27726 $\pm$ 17081b
Leucócitos ( $\mu\text{L}$ )	96298 $\pm$ 20887a	50889 $\pm$ 31792b
Linfócitos ( $\mu\text{L}$ )	36543 $\pm$ 22947a	24113 $\pm$ 24062a
Monócitos ( $\mu\text{L}$ )	2007 $\pm$ 1674	2580 $\pm$ 2426
Neutrófilos ( $\mu\text{L}$ )	2479 $\pm$ 2258b	18268 $\pm$ 18607a
Eosinófilos ( $\mu\text{L}$ )	563 $\pm$ 333a	1050 $\pm$ 1104a
Basófilos ( $\mu\text{L}$ )	40221 $\pm$ 3731a	2167 $\pm$ 2232a
Leucócitos imaturos ( $\mu\text{L}$ )	1323 $\pm$ 1436	1382 $\pm$ 2189

## 6. Alterações hematológicas determinadas pelos desequilíbrios nutricionais

Os peixes quando em cultivo intensivo necessitam de dietas completas, contendo todos os nutrientes essenciais para o bom desempenho produtivo, sem determinar prejuízos à defesa orgânica. No entanto, para espécies tropicais ainda não estão determinadas as exigências nutricionais por completo, especialmente para as espécies nativas brasileiras (Chagas & Val, 2003). A utilização da hematologia como um parâmetro de avaliação da resposta orgânica dos peixes em estudos envolvendo a nutrição tem sido amplamente utilizado (Barros et al., 2002; Chagas & Val, 2003; Ferrari, et al., 2004; Falcon, 2007; Hisano et al., 2007; Fernandes-Junior, 2008; Guimarães, 2009), essa ferramenta permite importantes inferências sobre as condições de higidez dos peixes sem a necessidade do sacrifício dos animais.





**Figura 9.** Aspectos macroscópicos das lesões causadas por *Pseudomonas* sp. em surubins híbridos em cultivo intensivo no estado de Mato Grosso do Sul. (A) peritonite, (B) sufusão na serosa do estômago, (C) efusão celomática com aspecto sanguinolento (seta contínua) e aderências (seta pontilhada), (D) abscesso muscular após incisão (seta contínua) e sufusão na superfície corpórea.

**Tabela 8.** Infecções bacterianas e suas manifestações nos parâmetros hematológicos de peixes.

Espécies	Agente etiológico	Alterações descritas	Referências
<i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Streptococcus iniae</i>	Diminuição do hematócrito e dos eritrócitos.	Chen et al., (2004)
<i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Vibrio vulnificus</i>	Sem manifestações no hematócrito e eritrócitos.	Chen et al., (2004)
<i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Mycobacterium marinum</i>	Diminuição dos eritrócitos, aumento do CHCM, VCM, leucócitos totais e linfócitos. Neutrófilos tóxicos e monócitos ativados.	Ranzani-Paiva et al. (2004)
<i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Enterococcus</i> sp.	Aumento do hematócrito, dos leucócitos e dos trombócitos.	Martins et al. (2008a)
<i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Enterococcus</i> sp.	Linfocitose e monocitopenia.	Martins et al. (2008b)
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	<i>Aeromonas hydrophila</i>	Anemia normocítica hipocrômica, diminuição dos trombócitos, com aumento dos neutrófilos e monócitos.	Garcia & Moraes (2009)
Surubim híbrido ( <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> x <i>P. corruscans</i> )	<i>Pseudomonas</i> sp.	Vacuolização das células sanguíneas, alterações tóxicas em neutrófilos e LG-PAS. Moderada policromasia, anisocitose eritrocitária e divisão de eritrócitos.	Satake et al. (2009)
Surubim híbrido ( <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> x <i>P. corruscans</i> )	<i>Pseudomonas</i> sp.	Anemia macrocítica normocrômica e hipoproteinemia	Presente estudo
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Micrococcus luteus</i>	Diminuição do hematócrito, da taxa de hemoglobina e aumento dos leucócitos totais e trombócitos.	Aydin et al. (2005)
<i>Etroplus suratensis</i>	Síndrome ulcerativa epizootica	Anemia normocítica normocrômica, leucocitose com neutrofilia.	Pathiratne & Rajapakshe (1998)



A deficiência e ou excesso de macro e micronutrientes na dieta de peixes em cultivo intensivo podem determinar efeitos deletérios sobre o equilíbrio orgânico destes, geralmente apresentando manifestações nos parâmetros sanguíneos. Como pode ser verificado nos estudos realizados por Guimarães (2009) ao avaliarem diferentes níveis de vitamina A em tilápia no Nilo. Este autor verificou que a suplementação determina o incremento dos parâmetros eritrométricos, assim como pontuais aumentos da defesa orgânica, com o aumento do número de leucócitos. Já a privação desta vitamina ocasiona tendência à anemia normocítica-normocrômica e aumento da fragilidade osmótica dos eritrócitos, com a manifestação de sinais clínicos, como a ocorrência de lábios hemorrágicos, hemorragia na base das nadadeiras e opérculo, assim como sangramentos após o manuseio, deformidades no opérculo, deformidades ósseas e apatia (Guimarães, 2009). Camargo et al. (2005) e Melo et al. (2006) ao testarem diferentes níveis de proteína sobre os parâmetros hematológicos de jundiá *Rhamdia quelen*, observaram que o conteúdo de proteína da dieta influencia nas variáveis eritrométricas, assim como no percentual de monócitos sanguíneos. Já a privação alimentar em traíras *Hoplias malabaricus* determinou a diminuição do hematócrito, assim como da contagem dos eritrócitos com conseguinte diminuição do número de linfócitos e aumento do percentual de monócitos (Rios et al., 2005).

Alguns micronutrientes podem atuar como moduladores do sistema imune inato dos peixes, sendo chamados de alimentos funcionais (Chagas et al., 2009). Estes têm sido amplamente testados para utilização em peixes (Barros et al., 2002, Chagas & Val, 2003; Affonso et al., 2007; Andrade et al., 2007). Barros et al. (2002) ao avaliarem o efeito de diferentes níveis de vitamina C, ferro e a interação destes sobre os parâmetros hematológicos de

tilápia do Nilo verificaram que a ausência destes nutrientes determinou uma condição de anemia microcítica-hipocrômica, não ocasionando alterações no quadro leucocitário. Chagas & Val (2003) observaram a ocorrência de anemia normocítica-normocrômica em tambaquis *Colossoma macropomum* quando isentos da suplementação de vitamina C. Quando utilizada altos níveis desta vitamina (600 e 800 mg de vitamina C .k<sup>-1</sup>) em matrinxã *Brycon amazonicus* ocasiona o aumento dos parâmetros eritrométricos, assim como do número de leucócitos totais (Affonso et al., 2007). Em pirarucu *Araipama gigas* foi verificado o aumento do número de eritrócitos e dos leucócitos totais quando utilizada altos níveis de vitamina C na dieta (500, 800, 1200 mg kg<sup>-1</sup> de vitamina C) (Andrade et al., 2007). Dessa forma, a suplementação com a vitamina C favorece a defesa orgânica dos peixes contra possíveis desafios de cultivo, sendo que sua carência determina efeitos deletérios sobre a homeostase dos peixes.

Os fatores antinutricionais e micotoxinas estão entre algumas substâncias que podem determinar efeitos negativos sobre a homeostase dos peixes. Vieira et al. (2006) ao testarem diferentes níveis de aflatoxinas (B1 90,0%, B2 2,0%, G1 7,0%, G2 1,0%) na dieta para o jundiá observaram que após 45 dias do período experimental ocorreu intensa diminuição do percentual do hematócrito e da taxa de hemoglobina nos tratamentos com as micotoxinas. Prusty et al. (2007) ao avaliarem a adição de tanino na dieta de *Labeo rohita* não verificaram perda no desempenho nos peixes, no entanto, houve diminuição dos eritrócitos e da taxa de hemoglobina com o aumento do número de leucócitos nos peixes que receberam as dietas com o tanino. Osuigwe et al. (2005) reportam resultados semelhantes para o eritrograma em *catfish* híbridos (*Heterobranchus longifilis* x *Clarias gariepinus*) quando alimentados com diferentes níveis dietéticos de sementes da



leguminosa *jackbean* (*Canavalia ensiformis*), no entanto, estes autores descrevem a diminuição dos leucócitos nos peixes que recebem as dietas experimentais.

Na tabela 9 estão relacionadas algumas alterações hematológicas determinadas pelos desequilíbrios nutricionais. Pode-se verificar que as condições anemiantes são as principais alterações descritas quando a dieta não encontra-se equilibrada.

## 7. Considerações finais

Severas alterações quantitativas têm sido relatadas nos valores de hemograma de diferentes espécies de peixes parasitados por parasitos distintos. Além dessas, distúrbios qualitativos (morfológicos) também podem estar presentes, dependendo da carga parasitária e virulência do patógeno. Por isso, a hematologia vem se tornando uma importante ferramenta nos estudos do estado de saúde dos peixes, uma vez que pode fornecer informações relevantes para diagnóstico de condições mórbidas, principalmente quando em cativeiro, onde as infecções parasitárias são inevitáveis e às vezes devastadoras.

Nestes estudos preliminares desenvolvidos pela equipe do PCSanidade a hematologia foi uma importante ferramenta para o monitoramento das enfermidades, um relevante complemento para os futuros experimentos de desafios com agentes infecciosos, nutricionais e toxicológicos. Assim, todas estas informações poderão ser usadas para o monitoramento do estado de saúde dos peixes, proporcionando subsídios para elaboração de um Programa Preventivo de Boas Práticas em Manejo Sanitário de um Sistema de Produção de Peixes.

**Tabela 9.** Efeito dos desequilíbrios nutricionais sobre as variáveis hematológicas de peixes de cultivo.

Espécie	Ingrediente testado	Periodo experimental	Alterações descritas	Referências
<i>Oreochromis niloticus</i>	Restrição de Vitamina C e Ferro	10 semanas	Anemia microcítica-hipocrômica.	Barros et al. (2002)
<i>Oreochromis niloticus</i>	Restrição de ácido fólico com desafio a frio	150 dias	Tendência à anemia microcítica hipocrômica e leucopenia.	Barros et al. (2009)
<i>Oreochromis niloticus</i>	Restrição de Vitamina A	10 semanas	Anemia normocítica normocrômica e aumento da fragilidade osmótica dos eritrócitos.	Guimarães (2009)
<i>Colossoma macropomum</i>	Restrição de Vitamina C	10 semanas	Anemia normocítica-normocrômica.	Chagas & Val (2003)
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	Restrição de Vitamina C	24 semanas	Diminuição do hematócrito, dos eritrócitos e do percentual de neutrófilos.	Martins (1994)
<i>Rhamdia quelen</i>	Baixos níveis de proteínas	45 dias	Valores menores no hematócrito, na taxa de hemoglobina e eritrócitos.	Camargo et al. (2005)
<i>Rhamdia quelen</i>	Aflatoxinas	45 dias	Diminuição do hematócrito e da taxa de hemoglobina.	Vieira et al. (2006)
<i>Heterobranchius longifilis</i> x <i>Clarias gariepinus</i>	Jackbean ( <i>Canavalia ensiformis</i> )	56 dias	Diminuição do hematócrito, eritrócitos, hemoglobina e dos leucócitos.	Osuigwe et al. (2005)
<i>Labeo rohita</i>	Adição de tanino	60 dias	Diminuição dos eritrócitos, da taxa de hemoglobina e aumento dos leucócitos.	Prusty et al. (2007)
<i>Hoplias malabaricus</i>	Privação alimentar	240 dias	Diminuição do hematócrito, dos eritrócitos, do número de linfócitos e aumento do percentual dos monócitos.	Rios et al. (2005)



## Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, Aquabrazil/Embrapa, Ministério da Pesca e Aquicultura e Fundect (Proc:23/200.321/2008), pelo apoio financeiro e ao CNPq pela bolsa PQ concedida a M. Tavares-Dias (Processo: 300472/2008-0).

## REFERÊNCIAS

- AFFONSO, E.G.; SILVA, C.E.; TAVARES-DIAS, M. et al. 2007. Effect of high levels of dietary vitamin C on the blood responses of matrinxã (*Brycon amazonicus*). *Comparative Biochemistry and Physiology*. A147: p. 383–388.
- ANDRADE, J.I.A., ONO, E.A., MENEZES, G.C., BRASIL, E.M., ROUBACH, R., URBINATI, E.C., TAVARES-DIAS, M., MARCON, J.L., AFFONSO, E.G., 2007. Influence of diets supplemented with vitamin C and E on pirarucu (*Arapaima gigas*) blood parameters. *Comparative Biochemistry and Physiology*. A146: 576-580.
- ARAUJO, C.S.O. ; TAVARES-DIAS, M.; GOMES, A.L.S. ; ANDRADE, S.M.S. ; LEMOS, J.R.G.; OLIVEIRA, A.T. ; CRUZ, V.R ; AFFONSO, E.G. Infecções parasitárias e parâmetros sanguíneos em *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) cultivados no estado do Amazonas, Brasil. In: Tavares-Dias, M.. (Org.). Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo. 1 ed. Macapá, AP: Embrapa Amapá, 2009, v. 1, p. 389-424.
- AZEVEDO, T. M. P.; MARTINS, M. L.; BOZZO, F. R.; MORAES, F. R. 2006. Haematological and gills response in parasitized tilapia from valley of Tijucas River, SC, Brazil. *Scientia Agr.*, 63:115-120.
- AYDIN, S.; CILTAS, A.; YETIM, H.; AKYURT, I. 2005. Clinical, pathological and haematological effects of *Micrococcus luteus* infections in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Journal Animal and Veterinary Advances*, 4(2): 167-174.
- BANDILLA, M.; VALTONEN, E.T.; SUOMALAINEN, L.-R.; APHALO, P.J.; HAKALAHTI, T. 2006. A link between ectoparasite infection and susceptibility to bacterial disease in rainbow trout. *Int. J. Parasitol.*, 36:987–991.

BARCELLOS, L.J.G.; KREUTZ, L.C.; SOUZA, C.; RODRIGUES, L.B.; FIOREZE, I.; QUEVEDO, R.M.; CERICATO, L.; SOSO, A.B.; FAGUNDES, M.; CONRAD, J.; LACERDA, L.A.; TERRA, S. 2004. Hematological changes in jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy and Gairmard Pimelodidae) after acute and chronic stress caused by usual aquacultural management, with emphasis on immunosuppressive effects. *Aquaculture* 237: 229-236.

BARCELLOS, L.J.G.; KREUTZ, L.C.; RODRIGUES, L.B.; SANTOS, L.R.; MOTTA, A.C.; RITTER, F.; BEDIN, A.C.; SILVA, L.B. 2008. *Aeromonas hydrophila* em *Rhamdia quelen*: aspectos macro e microscópico das lesões e perfil de resistência a antimicrobianos. *Bol. Int. Pesca.*, 34(3): 355 – 363.

BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E.; KLEEMANN, G.K.; HISANO, H.; ROSA, G.J.M. 2002. Níveis de Vitamina C e Ferro para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *R. Bras. Zootec.*, 31(6): 2149-2156.

BARROS, M.M.; Ranzani-PAIVA, M.J.T.; PEZZATO, L.E.; FALCON, D.R.; GUIMARÃES, I.G. 2009. Hematological Response and Growth Performance of Nile Tilapia Fed Diets Containing Folic Acid. *Aquaculture Research*, 40: 895-903.

BARTON, B., IWAMA, G., 1991. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Annual Review of Fish Diseases* 1, 3 –26.

BURROWS, A.S.; FLETCHER, T.C.; MANNING, M. J. 2001. Haematology of the turbot, *Psetta maxima* (L.): ultrastructural, cytochemical and morphological properties of peripheral blood leucocytes. *J. Appl. Ichthyol.* 17: 77-84.

CAMARGO, S.O.; POUHEY, J.L.; MARTINS, C. 2005. Parâmetros eritrocitários do jundiá (*Rhamdia quelen*) submetido à dieta com diferentes níveis de proteína. *Ciência Rural*, 35(6): 1406-1411.

CANFIELD, P.J.; QUARTARARO, N.; GRIFFIN, D.L.; TSOUKALAS, G.N.; COCARO, S.E. 1994. Haematological and biochemical reference values for captive Australian snapper, *Pagrus auratus*. *J. Fish Biol.*, 44:849-856.

CHAGAS, E.C.; VAL, A.L. 2003. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38(3): 397-402.

CHAGAS, E. C.; PILARSKI, F.; SAKABE, R.; MASSAGO, H.; FABREGAT, T.E.H.P. Suplementos na dieta para manutenção da saúde de peixes. In: Marcos Tavares Dias. (Org.). Manejo e Sanidade de Peixes em cultivo. 1 ed. Macapá: Embrapa Amapá, 2009, v. 1, p. 132-225.



- CHEN, C.Y.; WOOSTER, G.A.; BOWSER, P.R. 2004. Comparative blood chemistry and histopathology of tilapia infected with *Vibrio vulnificus* or *Streptococcus iniae* or exposed to carbon tetrachloride, gentamicin, or copper sulphate. *Aquaculture*, 239(1-4): 421-443.
- CLAUSS, T.M.; DOVE, A.D.M.; ARNOLD, J.E. 2008. Hematologic disorders of fish. *Vet. Clin. Exot. Anim.* 11:445-462.
- DINIZ, J.A. SILVA, E.O. SOUZA, W.; LAINSON, R. 2002. Some observations on the fine structure of trophozoites of the haemogregarine *Cyrella lignieresii* (Adeleina: Haemogregarinidae) in erythrocytes of the fish *Synbranchus marmoratus* (Synbranchidae). *Parasitol Res.*, 88: 593-597.
- EIRAS, J.C.; REGO, A.A.; PAVANELLI, G.C. 1989. *Trypanosoma gairaensis* sp. n. (Protozoa, Kinetoplastida) parasita de *Megaloancistrus aculeatus* (Perugia, 1891) (Pices, Loricariidae). *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 84(3): 389-392.
- EIRAS, J.C.; REGO, A.A.; PAVANELLI, G.C. 1990. *Trypanosoma nepelianus* sp. n. (Protozoa, Kinetoplastida) parasitizing *Rhinelepis aspera* (Osteichthyes, Loricariidae) from Paraná river, Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 85(2): 183-184.
- FALCON, D.R.  $\beta$ -glucano e vitamina C no desempenho produtivo e parâmetros fisiopatológicos em juvenil de tilápia do Nilo: nível de suplementação e tempo de administração. Tese de doutorado em Aqüicultura. Centro de Aqüicultura da Unesp de Jaboticabal, Jaboticabal, 158 p., 2007.
- FERNANDES-JUNIOR, A.C. Colina em rações para tilápia do Nilo: desempenho produtivo e respostas hematológicas antes e após o estímulo a frio. Dissertação de Mestrado em Zootecnia. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual (Unesp), 53p, 2008.
- FERRARI, J.E.C.; BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E.; GONÇALVES, G.S.; HISANO, H.; KLEEMANN. 2004. Níveis de cobre em dietas para a tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. *Acta Scientiarum Animal Science*, 26(4):429-436.
- GARCIA, F.; Pilarski, F.; ONAKA, E.M.; MORAES, F.R.; MARTIN, M.L. 2007. Hematology of *Piaractus mesopotamicus* fed diets supplemented with vitamins C and E, challenged by *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture*, 271: 39-46.
- GARCIA, F.; MORAES, F.R. 2009. Hematologia e sinais clínicos de *Piaractus mesopotamicus* infectado experimentalmente com *Aeromonas hydrophila*. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 31: 17-21.
- GHIRALDELLI, L.; MARTINS, L. M.; YAMASHITA, M. M.; JERONIMO, G. T. 2006. Ectoparasites on the Haematological parameters of Nile tilapia and carp culture in the state of Santa Catarina South Brazil. *J. Fish. Aquat. Sci.*, 270-276.
- GUIMARÃES, I.G. Vitamina A em dietas para a tilápia do Nilo. Tese de doutorado em Zootecnia. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual (Unesp), 100p., 2009.
- HARIKRISHNAN, R.; RANI, M.N.; BALASUNDARAM, C. 2003. Hematological and biochemical parameters in common carp, *Cyprinus carpio*, following herbal treatment for *Aeromonas hydrophila* infection. *Aquaculture*. 221: 41-50.
- HISANO, H.; BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E. 2007. Levedura e zinco como pró-nutrientes em rações para tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*): aspectos hematológicos. *Bol. Int. Pesca*. 33(1): 35-42.
- HORN, P.S., FENG, L., LI, Y., PESCE, A.J. 2001. Effect of outliers and nonhealthy individuals on reference interval estimation. *Clin. Chem.*, 47: 2137-2145.
- KIRMSE, P. 1980. Observations on the pathogenicity of *Haemogregarina sachai* Kirmse, 1978, in farmed turbot *Scophthalmus maximus* (L.). *J. Fish Dis.*, 3: 101-114.
- LAINSON, R. 2007. *Theileria electrophori* n.sp., a parasite of the electric eel *Electrophorus electricus* (Osteichthyes: Cypriniformes: Gymnotidae) from Amazonian Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 102(2): 155-157
- LOPES, R. A. ; ALBUQUERQUE, S. ; CARRARO, A. A. ; SATAKE, T. ; RIBEIRO, D. ; BRENTGANI, L. G. ; SALA, M. A. 1996. Tripanossomos de peixes brasileiros. XI *Trypanosoma limae* sp. n. encontrado no trairão Hoplias L. Ribeiro 1908 (Pisces, Erythrinidae), capturado no rio Comandante Fontoura, estado do Mato Grosso, Brasil. *Revista Regional de Ciências*, 6(1): 239-242.
- MARTINS, M.L. Efeito da suplementação de ácido ascórbico (Vitamina C) avaliados através do desempenho e aspectos anátomo-patológicos em alevinos de *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887. Dissertação de Mestrado em Aqüicultura. Centro de Aqüicultura da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, 81p, 1994.
- MARTINS, M.L.; TAVARES-DIAS, M.; FUJIMOTO, R.Y.; ONAKA, E.M.; NOMURA, D.T. 2004. Haematological alterations of *Leporinus macrocephalus* (Osteichthyes: Anostomidae) naturally infected by



*Goezia leporini* (Nematoda: Anisakidae) in fish pond. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 56(5):640-646.

MARTINS, M.L.; MOURIÑO, J.L.P.; AMARAL, G.V.; VIEIRA, F.N.; DOTTA, G.; JATOBÁ, A.M.B.; PEDROTTI, F.S.; JERÔNIMO, G.T.; BUGLIONE-NETO, C.C.; PEREIRA-JR., G. 2008a. Haematological changes in Nile tilapia experimentally infected with *Enterococcus* sp. *Braz J Biol.* 68(3):631-637.

MARTINS, M.L.; VIEIRA, F.N.; JERÔNIMO, G.T.; MOURIÑO, J.L.P.; DOTTA, G.; SPECK, G.M.; BEZERRA, A.J.M.; PEDROTTI, F.S.; BUGLIONE-NETO, C.C.; PEREIRA-JR., G. 2008b. Leukocyte response and phagocytic activity in Nile tilapia experimentally infected with *Enterococcus* sp. *Fish Physiol Biochem*, 68:635.

MELO, J.F.B.; TAVARES-DIAS, M.; LUNDESTEDT L.M.; MORAES, G. 2006. Efeito do conteúdo de proteína na dieta sobre os parâmetros hematológicos e metabólicos do bagre sul americano *Rhamdia quelen*. *Revista Ciência Agroambiental*, 1(1):43-51.

MESEGUER, J.; LÓPEZ-RUIZ, A; ANGELES-ESTEBAN, M. 1994. Cytochemical characterization of leucocytes from the seawater teleost, gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Histochemistry*. 102: 37-44.

NOYA, M.; LAMAS, J. 1997. Response of eosinophilic granule cells of gilthead seabream (*Sparus aurata*, Teleostei) to bacteria and bacterial products. *Cell and Tissue Research* 287: 223-230.

OSUIGWE, D.I.; OBIEKEZIE, A.I.; ONUOHA, G.C. 2005. Some haematological changes in hybrid catfish (*Heterobranchus longifilis* x *Clarias gariepinus*) fed different dietary levels of raw and boiled jackbean (*Canavalia ensiformis*) seed meal. *African Journal of Biotechnology*, 4(9): 1017-1021.

PATHIRATNE, A.; RAJAPAKSHE, W. 1998. Hematological changes associated with epizootic ulcerative syndrome in the Asian cichlid fish, *Etroplus suratensis*. *Asian Fish. Sci.*, 11(3-4): 177-316.

PAVANELLI, G.C. ; EIRAS, J.C. ; TAKEMOTO, R.M. Doenças de Peixes: Profilaxia, Diagnóstico e Tratamento. 2. ed. Maringá - PR: EDUEM-Editora da Universidade Estadual de Maringá, 2002. v. 1. 305 p.

PELLETT, S.; BIGLEY, D.V.; GRIMES, D.J. 1983. Distribution of *Pseudomonas aeruginosa* in a riverine ecosystem. *Applied and Environmental Microbiology*, 45(1):328-332.

PÉREZ GIANESELLI, M.R.; VANOTTI, M.D.; HERNÁNDEZ, D.R.; DOMITROVIC, H.A. Caracterización morfológica de Leucocitos de *Rhamdia quelen*. In: XXVI Sesión de Comunicaciones Científicas

2005. *Anais... XXVI Sesión de Comunicaciones Científicas* 2005. Universidad Nacional del Nordeste. 2005.

PRUSTY, A.K.; SAHU, N.P.; PAL, A.K.; REDDY, A.K.; KUMAR, S. 2006. Effect of dietary tannin on growth and haemato-immunological parameters of *Labeo rohita* (Hamilton) fingerlings. *Animal Feed Science and Technology*, 136: 96-108.

RANZANI-PAIVA, M. J. T.; ISHIKAWA, C.M.; PORTELLA, M.C. ; CELIBERTO, R.J. 1987. Hematologia da carpa *Cyprinus carpio*, infestada por *Argulus* sp e após um tratamento com fosfonato de 0,0,-Dimetil-Oxi-2,2,2, Tricloroetilo (Neguvon). *Bol. Int. Pesca*, 14: 83-92.

RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SALLES, F.A.; EIRAS, J.C.; EIRAS, A.C.; ISHIKAWA, C.M.; ALEXANDRINO, A.C. 1999. Análises hematológicas de curimatá (*Prochilodus scrofa*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) das estações de piscicultura do Instituto de Pesca, estado de São Paulo. *Bol. Inst. Pesca*, 25: 77-83.

RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SILVA-SOUZA, A.T.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M. 2000. Hematological characteristics and relative condition factor (Kn) associated with parasitism in *Schizodon borellii* (Osteichthyes, Anostomidae) and *Prochilodus lineatus* (Osteichthyes, Prochilodontidae) from Paraná River, Porto Rico region, Paraná, Brazil. *Acta Scientiarum*, 22(2): 515-521.

RANZANI-PAIVA, M.J.T.; ISHIKAWA, C.M.; EIRAS, A.C.; SILVEIRA, V.R. 2004. Effects of an Experimental Challenge with *Mycobacterium marinum* on the Blood Parameters of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47(6): 945-953.

RANZANI-PAIVA, M.J.T. 2007. Hematologia como ferramenta para avaliação da saúde de peixes. In: 2º Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes, 2007. *Anais... 2º Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes*. Botucatu, São Paulo. Universidade Estadual Paulista, 74p.

RIBEIRO, R. D. ; PAIVA, M. J. T. R. ; ISHIKAWA, C. M. ; LOPES, A. ; SATAKE, T. ; ALBUQUERQUE, S. ; CARRARO, A. A. . 1996. Tripanossomos de peixes brasileiros. VI *Trypanosoma platanusi* sp. n. encontrado na tainha *Mugil platanus* Günther, 1880 (Pisces, Mugilidae), capturado na região estuarino-lagunar de Cananéia, estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 56(2): 263-267.

RIOS FS, OBA ET, FERNANDES MN, et al. 2005. Erythrocyte senescence and hematological changes induced by starvation in the



- neotropical fish traíra, *Hoplias malabaricus* (Characiformes, Erythrinidae). *Comp. Biochem. Physiol.* A140(3):281-7.
- RUANE, N. M.; NOLAN, D. T.; ROTLLANT, J.; TORT, L.; BALM, P. H. M.; WENDELAAR BONGA, S.E. 1999. Modulation of the response of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) to confinement, by an ectoparasitic (*Argulus foliaceus* L.) infestation and cortisol feeding. *Fish Physiol. Biochem.*, 20, 43-51.
- SAHA, S.H.; HOMECHAUDHURI, S.; BANERJEE, S. 1997. Natural prevalence of *Trypanosoma mukundi* in *Heteropneustes fossilis* (Bloch) and related haematological analysis. *J. Aquacult. Trop.*, 12(1): 79-87.
- SATAKE, F.; PÁDUA, S.B.; ISHIKAWA, M.M. Distúrbios morfológicos em células sanguíneas de peixes em cultivo: uma ferramenta prognóstica. In.: TAVARES-DIAS, M. Manejo e sanidade de peixes em cultivo. 1º ed. Macapá: Embrapa Amapá, 2009, p. 330-45.
- SILVA-SOUZA, A.T.; ALMEIDA, S.C.; MACADO, P.M. 2000. Effect of the infestation by *Lernaea cyprinacea* Lennaeus, 1758 (Copepoda, Lernaeidae) on the leucocytes of *Schizodon intermedius* Garavello & Britski, 1990 (Osteichthyes, Anostomidae). *Rev. Brasil. Biol.*, 60(2): 217-220.
- SCHÜTT, D. A.; LEHMANN, J.; GOERLICH, R.; HAMMERS, R. 1997. Haematology of swordtail, *Xiphophorus helleri*. I: blood parameters and light microscopy of blood cells. *J. Appl. Ichthyol.* 13: 83-89.
- STOSIK, H.; DEPTULA, W; TRAVNICEK, M. 2001. Studies on the number and ingesting ability of thrombocytes in sick carps (*Cyprinus carpio*). *Vet. Med. – Czech.*, 46, (1): 12-16.
- TAVARES-DIAS, M; SCHALCH, S.H.C.; MARTINS, M.L.; SILVA, E.D.; MORAES, F.R.; PERECIN, D. 1999a. Hematologia de teleósteos brasileiros com infecção parasitária. I. Variáveis do *Leporinus macrocephalus* Garavello & Britski, 1988 (Anostomidae) e *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Characidae). *Acta Scientiarum*, 21:337-342.
- TAVARES-DIAS, M.; TENANI, R.A.; GIOLI, L.D.; FAUSTINO, C.D. 1999b. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. II Parâmetros sanguíneos do *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae) em policultivo intensivo. *R. Bras. Zool.*, 16: 423-431.
- TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M.L.; MORAES, F.R. 2000a. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. V. Variáveis do piauçú *Leporinus macrocephalus* Garavello & Britski, 1988 (Anostomidae). *Naturalia*, 25: 39-52.
- TAVARES-DIAS, M.; SCHALCH, S.H.C.; SILVA, E.D.; MARTINS, M.L.; MORAES, F.R. 2000b. Características hematológicas de *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) cultivada intensivamente em "pesque-pague" do município de Franca, São Paulo, Brasil. *Ars Veterinária*, 16: 76-82.
- TAVARES-DIAS, M.; FRASCÁ-SCORVO, C.M.D.; NOVATO, P.F.C.; MORAES, F.R. Hematological characteristics of hybrid Florida Red Tilapia, *Oreochromis uroleps hornorum* × *O. mossambicus* under intensive rearing. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5., 2000, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: [s.n.], p. 533-541, 2000c.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R.; MARTINS, M.L.; SANTANA, A.E. 2002. Haematological Changes in *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 (Osteichthyes: Cichlidae) with Gill Ichthyophthiriasis and Saprolegniosis. *Bol. Inst. Pesca*, 28(1): 1-9.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. 2003. Características Hematológicas de *Tilapia rendalli* Boulenger, 1896 (Osteichthyes: Cichlidae) capturada em "pesque-pague" de Franca, São Paulo, Brasil. *Bioscience Journal*, 19(1): 107-114.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. Hematologia de peixes teleósteos. 1ªed. Ribeirão Preto: M. Tavares-Dias, 2004, 131p.
- TAVARES-DIAS M.; BARCELLOS J. F. M. 2005. Peripheral blood cells of the armored catfish *Hoplosternum littorale* hancock, 1828: a morphological and cytochemical study. *Braz. J. Morphol. Sci.* 22(4): 215-220.
- TAVARES-DIAS M. 2006a. A morphological and cytochemical study of erythrocytes, thrombocytes and leukocytes in four freshwater teleosts. *Journal of Fish Biology.* 68: 1822-1833.
- TAVARES-DIAS, M. 2006b. Cytochemical method for staining fish basophils. *Journal of Fish Biology.* 69: 312-317.
- TAVARES-DIAS, M.; LEMOS, J.R.G.; ANDRADE, S.M.S.; PEREIRA, S.L.A. 2006c. Ocorrência de ectoparasitos em *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (Characidae) cultivados em estação de piscicultura na Amazônia Central. *CIVA2006* (<http://www.civa2006.org>): 726-731.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. 2007. Haematological and biochemical reference intervals for farmed channel catfish. *J. Fish Biology*, 71: 383-388.



TAVARES-DIAS, M. ; MORAES, F. R. ; ONAKA, E. M. ; REZENDE, P.C.B. . 2007a. Changes in blood parameters of hybrid tambacu fish parasitized by *Dolops carvalhoi* (Crustacea, Branchiura), a fish louse. *Veterinarski Arhiv*, 77: 355-363.

TAVARES-DIAS, M; ONO, E.A.; PILARSKI, F.; MORAES, F. R. 2007b. Can thrombocytes participate in the removal of cellular debris in the blood circulation of teleost fish? A cytochemical study and ultrastructural analysis. *J. Appl. Ichthyol.* 23, 709–712.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R.; MARTINS, M.L. 2008. Hematological assessment in four Brazilian teleost fish with parasitic infections, collected in feefishing from Franca, São Paulo, Brazil. *Bol. Inst. Pesca*, 34:189-196.

THATCHER, V.E.; BRITES-NETO, J. 1994. Diagnóstico, prevenção e tratamento das enfermidades de peixes neotropicais de água doce. *Revista Brasileira de Zoologia e Medicina Veterinária*, 16: 111-128.

UEDA I.K, EGAMI MI, SASSO WS, MATUSHIMA ER. 2001. Cytochemical aspects of peripheral blood cells of *Oreochromis* (*Tilapia*) *niloticus* (Linnaeus, 1758) (Cichlidae, Teleostei). Part II. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, 38(6): 273-277.

VIANNA, A.C.C. Estudo anatomopatológico e hematológico de tucunarés selvagens (*Cichla monoculus*, Spix, 1831) infestados por helmintos: aspectos da interação "peixe-endohelmintos". Tese de Doutorado em Patologia Experimental e Comparada. Faculdade de medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 153p, 2003.

VIEIRA, V.L.P.; RADÜNZ-NETO, J.; LOPES, P.R.S.; LAZZARI, R.; FONSECA, M.B.; MENEZES, C.C. 2006. Alterações metabólicas e hematológicas em jundiás (*Rhamdia quelen*) alimentados com rações contendo aflatoxinas. *Ciência Animal Brasileira*, 7(1): 49-55.

ZINTL, A.; POOLE, W.R.; VOORHEIS, H.P.; HOLLAND, C.V. 1997. Naturally occurring *Trypanosoma granulosum* infections in the European eel, *Anguilla anguilla* L. from Country Mayo, westrn Ireland. *Journal of Fish Diseases* 20:333-341.