

Carla Rosa Labarrère

**Perfil sanguíneo de híbridos de surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum*
X *P. coruscans*) criados em diferentes densidades de estocagem**

Dissertação apresentada à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área: Medicina e Cirurgia Veterinárias

Orientadora: Profa. Marília Martins Melo

Belo Horizonte
2011

Dissertação defendida e aprovada em 17 de agosto de 2011, pela Comissão Examinadora constituída por:



Profª. Marília Martins Melo
Presidente



Prof. Paulo Mário Carvalho de Faria



Prof. Edgar de Alencar Teixeira

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Geraldo e Ângela, a quem devo a vida, agradeço por todo amor e esforço. Amo vocês!

Às minhas irmãs, Renata e Luiza, e à toda família por acreditarem em mim!

À querida Professora Marília Martins Melo, “irmã de caminhada”, agradeço primeiramente pela oportunidade e confiança em mim depositada. Pela compreensão, paciência e incentivos. Exemplo profissional, obrigada por estar sempre presente! Ao longo dos anos tivemos muitos momentos de descontração e risadas, dos quais me recordarei com muito carinho. Os ensinamentos passados me acompanharão por toda a caminhada.

Ao Laboratório de Aquacultura da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais pela estrutura fornecida, e à toda sua equipe pelo auxílio. Em especial, gostaria de agradecer ao Professor Edgar de Alencar Teixeira e ao Paulo Mário de Carvalho Faria que, gentilmente, cederam os peixes para que este experimento fosse realizado.

À toda equipe do Laboratório de Toxicologia Veterinária da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, que me acolheu com muito carinho. Obrigada pelo auxílio e conhecimentos compartilhados.

Ao Danilo Gonçalves Bastos e à Professora Ângela Maria Quintão Lana pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos professores e funcionários da Escola de Veterinária, UFMG, que participaram do dia-a-dia desta minha etapa.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo auxílio financeiro concedido.

Mary, Lilian, Ana Flávia, Maira e Marcita obrigada pelos conselhos e pelo companheirismo!

Matheus, Aline e Laila obrigada por toda a ajuda durante este curso, por compartilhar momentos de incertezas e estarem sempre dispostos a me apoiar. A amizade de vocês trouxe muitos momentos de diversão e, certamente, tornou essa caminhada mais amena.

Obrigada também aos amigos que mesmo longe não deixam de torcer por mim.

A cada pessoa que contribuiu de alguma maneira para a realização deste trabalho deixo meus sinceros agradecimentos.

*"Há homens que lutam um dia e são bons.
Há outros que lutam um ano e são melhores.
Há os que lutam muitos anos e são muito bons.
Porém, há os que lutam toda a vida.
Esses são os imprescindíveis."*

Bertolt Brecht

SUMÁRIO

RESUMO	13
ABSTRACT	14
1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 <i>Pseudoplatystoma</i> (Bleeker, 1862).....	15
2.2 Utilização de híbridos na piscicultura.....	17
2.3 Estresse na piscicultura.....	18
2.4 Síndrome da adaptação geral.....	19
2.4 Variáveis sanguíneas de peixes e suas aplicações na piscicultura.....	20
3 OBJETIVOS	21
3.1 Objetivo geral.....	21
3.2 Objetivos específicos.....	21
4 MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1 Sistemas de Criação e qualidade da água.....	21
4.2 Animais.....	22
4.3 Grupos experimentais e tratamentos.....	22
4.3.1 Experimento 1.....	22
4.3.2 Experimento 2.....	22
4.4 Coletas de sangue e análises laboratoriais	23
4.4.1 Variáveis hematológicas.....	23
4.4.2 Proteínas total e fracionada	23
4.4.3 Bioquímica sérica.....	24
4.5 Desempenho dos animais.....	24
4.6 Análises estatísticas.....	24
4.7 Ética em experimentação animal.....	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1 Hematologia	25
5.2 Perfil protéico.....	30
5.3 Perfil bioquímico sanguíneo.....	39
6 CONCLUSÃO	52
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
8 Certificado do Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA)	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Valores médios e desvios padrões de hemoglobina (g/dl), volume globular – VG (%) e concentração de hemoglobina corpuscular média - CHCM (g/dl) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.), peso médio inicial de $147,6 \pm 2,1$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³) - Experimento 1.....	26
Tabela 2	Valores médios e desvios padrões de hemoglobina (g/dl), volume globular – VG (%) e concentração de hemoglobina corpuscular média - CHCM (g/dl) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.), peso médio inicial de $400,0 \pm 1,4$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³) - Experimento 2.....	26
Tabela 3	.Valores médios de proteína total (g/dl) e valores médios absolutos (g/dl) e relativos (%) de pré-albumina, albumina, alfa, beta e gama-globulinas, seguidos dos desvios padrões, de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.), peso médio inicial de $147,6 \pm 2,1$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³) - Experimento 1.....	31
Tabela 4	Valores médios de proteína total (g/dl) e valores médios absolutos (g/dl) e relativos (%) de pré-albumina, albumina, alfa, beta e gama-globulinas, seguidos dos desvios padrões, de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.), peso médio inicial de $400,0 \pm 1,4$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³) - Experimento 2.....	31
Tabela 5	Valores médios e desvio padrão de glicose (mg/dl) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.), peso médio inicial de $147,6 \pm 2,1$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³) - Experimento 1.....	40
Tabela 6	Valores médios e desvio padrão de glicose (mg/dl) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.), peso médio inicial de $400,0 \pm 1,4$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³) - Experimento 2.....	40
Tabela 7	Valores médios e desvios padrões de colesterol (mg/dl) e triglicérides (mg/dl) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.), peso médio inicial de $147,6 \pm 2,1$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³) - Experimento 1.....	41
Tabela 8	Valores médios e desvios padrões de colesterol (mg/dl) e triglicérides (mg/dl) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.), peso médio inicial de $400,0 \pm 1,4$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³) - Experimento 2.....	42
Tabela 9	Valores médios de ureia (mg/dl) e creatinina (mg/dl), seguidos dos desvios padrões, de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.), peso médio inicial de $147,6 \pm 2,1$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³) - Experimento 1.....	44

Tabela 10	Valores médios de ureia (mg/dl) e creatinina (mg/dl), seguidos dos desvios padrões, de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.), peso médio inicial de 400,0 ± 1,4 g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³) - Experimento 2.....	44
Tabela 11	Valores médios de fosfatase alcalina – FA (U/L), aspartato aminotransferase – AST (U/L) e lactato desidrogenase (U/L), seguidos dos desvios padrões, de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³) - Experimento 1.....	46
Tabela 12	Valores médios de fosfatase alcalina – FA (U/L), aspartato aminotransferase – AST (U/L) e lactato desidrogenase – LDH (U/L), seguidos dos desvios padrões, de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.), peso médio inicial de 400,0 ± 1,4 g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³) - Experimento 2.....	46
Tabela 13	Valores médios de cálcio (mg/dl), fósforo (mg/dl) e potássio (mmol/l), seguidos dos desvios padrões, de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³) - Experimento 1.....	49
Tabela 14	Valores médios de cálcio (mg/dl), fósforo (mg/dl) e potássio (mmol/l) e magnésio (mg/dl), seguidos dos desvios padrões, de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.), peso médio inicial de 400,0 ± 1,4 g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³) - Experimento 2.....	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Peso médio inicial (g), final (g) e ganho médio de peso diário (g); biomassa final (g), ganho em biomassa (g), conversão alimentar e taxa de sobrevivência (%), seguidos dos desvios padrões, de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³) - Experimento 1.....	25
Quadro 2	Peso médio inicial (g), final (g) e ganho médio de peso diário (g); biomassa final (g), ganho em biomassa (g), conversão alimentar e taxa de sobrevivência (%), seguidos dos desvios padrões, de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.), peso médio inicial de 400,0 ± 1,4 g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³) - Experimento 2.....	25
Quadro 3	Valores de hemoglobina (g/dl), VG (%) e CHCM (g/dl) em diferentes espécies de peixes teleósteos.....	27

LISTA DE QUADROS

Figura 1	Valores médios de hemoglobina (g/dl) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g, e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³), 400,0 ± 1,4 g.....	27
Figura 2	Valores médios de volume globular – VG (%) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g , e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³), 400,0 ± 1,4 g.....	28
Figura 3	Valores médios de concentração de hemoglobina corpuscular média - CHCM (g/dl) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g, e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³), 400,0 ± 1,4 g.....	29
Figura 4	Valores médios de proteína total (g/dl) e valores médios absolutos (g/dl) e relativos (%) de pré-albumina, albumina, alfa, beta e gama-globulinas, seguidos dos desvios padrões, de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.), peso médio inicial de 400,0 ± 1,4 g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³) - Experimento 2.....	32
Figura 5	Valores absolutos de pré-albumina (g/dl) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g , e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³), 400,0 ± 1,4 g.....	34
Figura 6	Valores absolutos de albumina (g/dl) de híbridos <i>Pseudoplatystoma</i> sp. cultivados em cinco Corrida eletroforética (gel de agarose, coloração Ponceau) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.).....	35
Figura 7	Valores absolutos de albumina (g/dl) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g , e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³), 400,0 ± 1,4 g.....	35
Figura 8	Valores relativos (%) de pré-albumina, albumina, alfa, beta e gama-globulinas (g/dl) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g , e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³), 400,0 ± 1,4 g.....	36

Figura 9	Valores absolutos de alfa-globulinas (g/dl) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g , e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³), 400,0 ± 1,4 g.....	38
Figura 10	Valores absolutos de beta-globulinas (g/dl) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g , e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³), 400,0 ± 1,4 g.....	38
Figura 11	Valores absolutos de gama-globulinas (g/dl) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g , e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³), 400,0 ± 1,4 g.....	39
Figura 12	Valores médios de glicose (mg/dl) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g , e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³), 400,0 ± 1,4 g.....	40
Figura 13	Valores médios de colesterol (mg/dl) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g , e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³), 400,0 ± 1,4 g.....	43
Figura 14	Valores médios de triglicérides (mg/dl) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g , e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³), 400,0 ± 1,4 g.....	43
Figura 15	Valores médios de ureia (mg/dl) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g , e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³), 400,0 ± 1,4 g.....	45
Figura 16	Valores médios de creatinina (mg/dl) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³), 400,0 ± 1,4 g.....	45

Figura 17	Valores médios de fosfatase alcalina – FA (U/L) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³), 400,0 ± 1,4 g.....	47
Figura 18	Valores médios de aspartato aminotransferase – AST (U/L) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³), 400,0 ± 1,4 g.....	48
Figura 19	Valores médios de lactato desidrogenase - LDH (U/L) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g, e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³), 400,0 ± 1,4 g.....	48
Figura 20	Valores médios de cálcio (mg/dl) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³), 400,0 ± 1,4 g.....	50
Figura 21	Valores médios de fósforo (mg/dl) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³), 400,0 ± 1,4 g.....	50
Figura 22	Valores médios de potássio (mmol/l) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³), 400,0 ± 1,4 g.....	51
Figura 23	Valores médios de magnésio (mg/dl) de surubins híbridos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m ³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g e no Experimento 2. (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m ³), 400,0 ± 1,4 g.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS

ACTH	Hormônio adrenocorticotrófico
AST	Aspartato aminotransferase
CHCM	Concentração de hemoglobina corpuscular média
CRH	Fator liberador de corticotrofina
dl	Decilitros
EDTA	Ácido etilenodiaminotetraacético
FA	Fosfatase alcalina
g	Gramas
GH	Hormônio do crescimento
Hg	Hemoglobina
Ig	Imunoglobulina
kg	Quilograma
l	Litro
LAQUA	Laboratório de Aquicultura, Escola de Veterinária UFMG
LDH	Lactato desidrogenase
m ³	Metro cúbico
mg	Miligrama
ml	Mililitro
mmol	Milimol
PT	Proteína total
RPB	Proteína ligadora de retinol
SAG	Síndrome de adaptação geral
TTR	Transtirretina
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
μl	Microlitros
μg	Micrograma
VCM	Volume corpuscular médio

RESUMO

Peixes do gênero *Pseudoplatystoma* são conhecidos por sua elevada taxa de crescimento e bom rendimento de carcaça, assim como por sua carne de sabor delicado e sem mio-espinhos. Muitos estudos têm sido desenvolvidos objetivando determinar as melhores condições de cultivo destes animais. Nestas situações, o perfil sanguíneo pode ser uma ferramenta relevante, uma vez que é considerado um indicador de saúde nos peixes ajudando, desta forma, a determinar a influência do manejo sobre a homeostase desses animais, o que possibilita a detecção precoce de condições que estejam afetando o desempenho da produção. Diante deste contexto e frente às escassas informações a respeito das variáveis hematológicas, bioquímicas e do perfil protéico de *Pseudoplatystoma* spp. objetivou-se analisar o perfil sanguíneo de surubins híbridos (*P. reticulatum* X *P. coruscans*) submetidos à diferentes densidades de estocagem em sistema de recirculação de água, em duas distintas fases de produção, de 150 a 400 g (Experimento 1) e de 400 a 1000 g (Experimento 2). Foram determinadas as concentrações de hemoglobina (Hg), volume globular (VG), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), proteínas total e fracionadas, glicose, colesterol, triglicérides, ureia, creatinina, fosfatase alcalina (FA), aspartato aminotransferase (AST), lactato desidrogenase (LDH), cálcio, fósforo, potássio e magnésio. Possivelmente, os valores de proteína total, albumina, beta e gama-globulinas, glicose, colesterol, ureia, FA, AST, LDH, cálcio e fósforo sofreram influência do peso dos animais. Somente as concentrações de CHCM e ureia no Experimento 1, e pré-albumina, alfa-globulinas, FA e AST no Experimento 2 foram influenciadas pela densidade de estocagem, apresentando diferença significativa entre os grupos. Desta forma, conclui-se que os peixes híbridos estudados, em ambos os experimentos, mantiveram a homeostase sanguínea após diferentes condições de adensamento.

Palavras-chave: *Pseudoplatystoma*, hematologia, bioquímica sanguínea, proteinograma, peixe.

ABSTRACT

Fish of the *Pseudoplatystoma* genus are known for their high growth rate and good carcass yield, as well as for their meat has a delicate flavor and no intramuscular spines. Many studies have been conducted aiming to determine the best growing conditions for them. In these situations, the blood profile may be an important tool, since it is considered as an indicator of fish health, helping to determine the influence of management on the homeostasis of these animals, allowing early detection of conditions that are affecting production performance. Given this context and the lack of information about the haematological, biochemical and protein profile of *Pseudoplatystoma* spp., this study aimed to analyze the blood profile of hybrid surubim (*P. reticulatum* X *P. coruscans*) submitted to different stocking densities in recirculating water system in two distinct stages of production, from 150 to 400 g (Experiment 1) and 400 to 1000 g (Experiment 2). The concentration of haemoglobin (Hb), packed volume cell (PVC), mean corpuscular haemoglobin concentration (MCHC), total and fractionated proteins, glucose, cholesterol, triglycerides, urea, creatinine, alkaline phosphatase (ALP), aspartate aminotransferase (AST), lactate dehydrogenase (LDH), calcium, phosphorus, potassium and magnesium were obtained. Possible, the values of total protein, albumin, beta and gamma globulins, glucose, cholesterol, urea, ALP, AST, LDH, calcium and phosphorus were influenced by weight of animals. Only MCHC and urea concentrations in Experiment 1, and pre-albumin, alpha-globulin, ALP and AST in Experiment 2 were influenced by stocking density, presenting a significant difference between groups. Thus, we conclude that the hybrid fish studied, in both experiments, maintained blood homeostasis after different conditions.

Keywords: *Pseudoplatystoma*, hematology, blood biochemistry, protein, fish.

1. INTRODUÇÃO

A produção mundial de pescado atingiu as marcas de 142,3 e 145,1 milhões de toneladas em 2008 e 2009, respectivamente (FAO, 2010). Já a produção brasileira de pescado alcançou em 2008 1,1 milhões de toneladas (MPA, 2010).

O cultivo de peixes de água doce foi o setor da aquicultura mundial com maior produção em 2008, 28,8 milhões de toneladas (54,7% da aquicultura), o equivalente a 40,5 bilhões de dólares (FAO, 2010). No Brasil, a produção aquícola continental produziu, em 2008, 282,0 mil toneladas de peixes. Já em 2009, obteve um crescimento de 19,6% quando comparada com a do ano anterior, chegando a 337,3 mil toneladas. Este aumento pode ser resultado de políticas públicas nacionais direcionadas para o setor (MPA, 2010).

Dentre as principais espécies de peixes produzidas no Brasil indicadas pelo IBAMA (2008), a espécie *Pseudoplatystoma* sp, popularmente conhecida como surubim, aparece como alternativa para piscicultores, principalmente em sistemas intensivos (Campos, 2005). A produção nacional desta espécie foi de 1,5 mil toneladas em 2007 (IBAMA, 2008) e aumentou nos anos seguintes atingindo a marca de 1.7 mil e 2,1 mil toneladas de peixes em 2008 e 2009, respectivamente (MPA, 2010).

O surubim desponta como uma das melhores e mais valiosas espécies nativas para a piscicultura (Roubach et al., 2003). Isto ocorre devido à sua rusticidade (Borghetti e Silva, 2008), excelente taxa de crescimento (Turra et al., 2009), bem como bons índices de rendimento de carcaça e de filé (Burkert et al., 2008).

A piscicultura está intimamente ligada ao meio ambiente, o que ocasiona a necessidade de desenvolver sistemas de

criação que gerem o menor impacto ambiental possível. Dentre os diferentes tipos de sistemas disponíveis, a recirculação de água é uma opção interessante, tendo em vista que variáveis físicas e químicas da água podem ser controladas; possui baixo consumo de água quando comparado a outros sistemas e comporta uma densidade alta de estocagem (Kubitza, 2006).

Peixes em condição de criação intensiva, como a produção de surubins em sistema de recirculação de água, são submetidos à desafios referentes às práticas rotineiras na piscicultura, como manejo, transporte e adensamento. Estas práticas são capazes de alterar o equilíbrio homeostático destes animais, afetando, desta maneira, processos dependentes de energia como reprodução, crescimento e resistência às doenças (Wendemeyer, 1996).

A determinação do nível de íons e enzimas séricas pode ser utilizada como indicador de saúde para diferentes espécies animais, assim como para os peixes (Cnaani et al., 2004). A avaliação destes componentes sanguíneos pode ajudar a determinar a influência de agentes estressores sobre a homeostase destes animais (Tavares Dias et al., 2000), bem como é capaz de detectar precocemente condições que estejam afetando o desempenho da produção (Rosol e Capen, 1997).

Diante deste contexto e frente às escassas informações a respeito do perfil sanguíneo do *Pseudoplatystoma* spp. torna-se imperativo a determinação destas variáveis para essa espécie.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Pseudoplatystoma* (Bleeker, 1862)

Os peixes do gênero *Pseudoplatystoma* pertencem à família Pimelodidae, e ordem Siriliforme. Esta ordem é composta por peixes de couro (Santos, 1981) que,

portanto, possuem como principal característica ausência de escamas sobre o corpo. Seu revestimento é composto apenas por pele espessa ou então coberto por placas ósseas, total ou parcialmente (Britski et al., 1988).

Peixes desta ordem apresentam, de forma geral, três pares de barbilhões e, frequentemente, o primeiro raio das nadadeiras dorsais e peitorais é constituído de um acúleo forte e pungente (Britski et al., 1988). Geralmente as espécies de peixes desta ordem possuem comportamento sedentário e habitam o fundo dos rios, permanecendo entre as rochas e vegetações (Britski et al., 1988).

A família Pimelodidae compreende animais de diferentes hábitos alimentares (Marques, 1993) e tamanhos (Britski et al., 1988), além de ser considerada um dos grupos mais importantes entre os Siluriformes neotropicais (Ferraris, 2007). Esta família compreende 30 gêneros (Lundberg e Littmann, 2003) e destaca-se por possuir espécies notáveis pelo seu grande porte, como as espécies pertencentes aos gêneros *Brachyplatystoma* e *Zungaro*. Entretanto, um dos maiores peixes desta família pertence ao gênero *Pseudoplatystoma* (Welcomme, 1985). A etimologia da palavra *Pseudoplatystoma* vem do grego *pseudēs* que significa falso, *platys* plana e *stoma* boca (Buitrago-Suaréz e Burr, 2007).

O gênero *Pseudoplatystoma* foi descrito pela primeira vez por Bleeker (1862) que usou para caracterizá-lo, entre outros aspectos morfológicos, a cabeça deprimida, mandíbula mais curta que a maxila e olhos na posição dorsal (Buitrago-Suaréz e Burr, 2007).

Animais deste gênero habitam exclusivamente regiões de água doce, amplamente distribuídas pelas principais bacias hidrográficas da América do Sul (Welcomme, 1985; Burgess, 1989).

Podem ser encontrados em diversos habitats como grandes rios, lagos e florestas inundadas (Reid, 1983).

Em 2007, Buitrago-Suaréz e Burr verificaram a existência de novas espécies deste gênero, assim como, renomearam as espécies reconhecidas. Atualmente são conhecidas, pelo menos, oito espécies do gênero *Pseudoplatystoma*: *P. coruscans* pertencente aos rios Paraná e São Francisco; *P. tigrinum*, restrita à Bacia Amazônica; *P. metaense*, conhecida anteriormente como *P. tigrinum* do Rio Orinoco. As outras cinco espécies foram originadas da fragmentação da espécie *P. fasciatum*. Dessa forma têm-se: *P. fasciatum* restrita à região da Guiana; *P. punctifer* conhecida anteriormente como *P. fasciatum* do rio Amazonas; *P. orinocoense* anteriormente chamada de *P. fasciatum* da bacia do Orinoco; *P. magdaleniatum*, conhecida anteriormente como *P. fasciatum* do rio Magdalena e, por fim, *P. reticulatum* chamado anteriormente de *P. fasciatum* dos rios Amazonas e Paraná.

Peixes pertencentes ao gênero *Pseudoplatystoma* são de alto valor comercial e de grande importância na pesca das bacias em que ocorrem, representando um troféu para os profissionais que praticam pesca esportiva (Miranda, 1997).

Seu valor econômico está principalmente relacionado com o potencial produtivo (Kubitza et al., 1998) e excelente qualidade de carne (Inoue et al., 2003) caracterizada por ausência de mio-espinhos, ideal para indústrias de filetagem (Fracalossi et al., 2002), aliados à cor branca e sabor delicado (Martino et al., 2005). Essas qualidades, em conjunto, fazem deste um dos peixes de água doce mais apreciados no Brasil (Martino et al., 2005) e a qualificam para a piscicultura industrial (Turra et al., 2009).

Apesar de não existir um pacote tecnológico completo para a produção do

Pseudoplatystoma (Crepaldi et al., 2006), o cultivo destas espécies revelou um crescimento expressivo na última década, em parte devido à diminuição da sua captura na natureza; em parte pelo desenvolvimento de novas técnicas que auxiliam os produtores no cultivo (Godinho, 2007; Porto-Foresti et al., 2008).

2.2 Utilização de híbridos na piscicultura

A hibridação é conceituada como o cruzamento de grupos ou indivíduos geneticamente diferenciados. Os cruzamentos podem ser entre linhagens dentro de uma mesma espécie, ou entre indivíduos de espécies diferentes (Bartley et al., 2001).

No Brasil, a utilização da hibridação na produção de peixes apresenta crescente interesse dos pesquisadores e produtores (Toledo-Filho et al., 1998). Atualmente esta técnica vem sendo utilizada para produção de diversos híbridos a partir de cruzamentos como *Colossoma macropomum* X *Piaractus brachyomus*; *Leporinus macrocephalus* X *Leporinus enlongatus* e *Pseudoplatystoma reticulatum* X *Phractocephalus hemiliopterus*, entre outros (Carvalho et al., 2008).

O nome popular do híbrido é constituído por metade do nome da espécie utilizada como fêmea, seguido da metade do nome da espécie utilizada como macho. Como no caso do cruzamento da fêmea de Cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) com o macho de surubim ou pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) dando origem ao cachapinta (Carvalho et al., 2007).

O uso da hibridação nos sistema de manejo nas pisciculturas permite agregar, de forma rápida, em um mesmo grupo genético, características desejáveis de espécies ou linhagens geneticamente distintas, que apresentam superioridade para as

características de interesse (Resende et al., 2010).

Na aquicultura, esta técnica vem sendo bastante utilizada (Scribner et al., 2001) com o intuito de produzir animais com melhores índices zootécnicos que suas espécies parentais (Toledo-Filho et al., 1998). Dessa forma, os híbridos são considerados comercialmente vantajosos (Porto-Foresti et al., 2008) e, em geral, apresentam melhor taxa de crescimento, qualidade da carne, resistência a doenças e capacidade de tolerar variações ambientais (Toledo-Filho et al., 1998; Bartley et al., 2001).

O cachapinta e o pintachara são importantes híbridos que vêm sendo cultivados em pisciculturas no lugar das espécies puras (Carvalho et al., 2007). Ionoue et al. (2009) relataram que os híbridos de *Pseudoplatystoma* são, normalmente, mais dóceis e, com isto, aceitam mais facilmente o alimento fornecido.

O desempenho da produção em sistema de recirculação fechado da linhagem híbrida do cruzamento entre *P. coruscans* e *P. fasciatum* foi comparada ao desempenho de animais de linhagem pura de *P. coruscans* provenientes do rio São Francisco. Independente da densidade de estocagem dos animais constatou-se que a hibridização promoveu ganho de peso superior (Crepaldi et al., 2004).

Os híbridos têm sido cultivados em todo o Brasil e já vêm gerando preocupações sobre seu impacto sobre as espécies naturais, pois já foram encontrados na natureza provavelmente devido a escapes de pisciculturas (Carvalho et al., 2008).

A utilização da técnica de hibridação, assim como seus resultados obtidos com o uso em peixes, deve ser cuidadosamente interpretada em vista dos riscos biológicos

que os híbridos representam para o ambiente (Porto-Foresti et al., 2010).

2.3 Estresse na piscicultura

Peixes dentro de um sistema de produção, principalmente em sistemas intensivos de cultivo, são confrontados com condições adversas e desafiadoras que podem representar uma ameaça à sua homeostase. Estes desafios podem ser denominados de agentes estressores (Wedemeyer, 1996).

O estresse pode causar um impacto negativo no cultivo de peixes, com efeitos que incluem redução na qualidade dos ovos e do esperma (Oba et al., 2009), além de reduzir a capacidade produtiva dos sistemas (Salaro et al., 2003). A presença crônica de estressores também é associada à diminuição dos hormônios tireoidianos T3 e T4, assim como pode alterar a produção e ação do hormônio do crescimento (GH) (Salaro et al., 2003).

Soma-se a isto a diminuição da resistência dos animais à doenças, o que pode elevar o risco de mortalidade nos sistemas de cultivo (Silveira et al., 2009; Gilmour et al., 2005). Harris e Bird (2000) afirmaram que um grande número de estudos já vem demonstrando que o estresse reduz a resistência de peixes à patógenos como bactérias e fungos. Diante disto, Oba et al. (2009) atribuíram ao estresse o principal motivo das perdas financeiras na piscicultura.

Na aquacultura os principais estressores podem ser classificados como de natureza química ou física (Oba et al., 2009). Entre os agentes químicos destacam-se a variação de O₂ dissolvido, concentração elevada de amônia e nitrito na água, decorrentes da degradação da matéria orgânica (Costa et al., 2004); presença de poluentes orgânicos e inorgânicos (Jorgensen et al., 2002).

Já os estressores de natureza física podem ser exemplificados pela captura (Barcellos et al., 2001), transporte (Urbinati et al., 2004), variação do fotoperíodo e intensidade de luz (AlmazánRueda et al., 2005).

A sobrevivência e o crescimento de larvas de surubim, *P. coruscans*, mantidas em cinco densidades de cultivo (15, 35, 55, 75 e 95 larvas/litro) foram avaliados por Campagnolo e Nuñez (2006). Os pesquisadores observaram um decréscimo da sobrevivência dos animais com o aumento da densidade de estocagem. Assim como, verificaram que as concentrações de amônia não ionizada e de nitrito apresentaram variação diretamente proporcional ao aumento da densidade e sugeriram que estes estressores podem ter influenciado a sobrevivência.

O *Pseudoplatystoma* é conhecido pela sua alta sensibilidade ao manejo e, por ser um peixe de hábitos noturnos apresenta grande agitação quando exposto à claridade. Estas características podem refletir no desempenho produtivo e custo de produção do mesmo (Smerman et al., 2002). A biometria, separação e repicagem dos lotes, além das altas densidades de estocagem dos animais, também podem ser consideradas estressores de natureza física (Souza-Filho e Cerqueira 2003; Silveira et al., 2009).

Scorvo Filho et al. (2008) avaliaram o desempenho produtivo de juvenis de *P. coruscans*, com peso inicial de 73 g, criados em dois sistemas de cultivo, intensivo (tanque-rede) e semi-intensivo (viveiro escavado) e verificaram que os animais apresentaram melhor desempenho, quando criados em sistema semi-intensivo. Turra et al. (2009), avaliaram o desempenho de *Pseudoplatystoma* spp., com peso inicial de 50 g, cultivados em tanques-rede e mantidos em três densidades de estocagem (35, 70 e 105 peixes por m³) durante 105 dias relatando que o peso médio final

diminuída à medida que se aumentava a densidade de criação dos peixes.

Outra importante fonte de estresse na aquicultura são as interações biológicas entre os animais. A hierarquia entre os peixes é bastante comum e pode levar a redução do crescimento devido à diminuição do acesso ao alimento em animais subordinados e, também, em decorrência da maior demanda energética. Desta forma, a separação de peixes por tamanho e, posteriormente, a redistribuição nos tanques de criação permite uma melhor uniformidade do lote e, também, reduz o canibalismo no cultivo de espécies carnívoras (Liao e Chang, 2002; Chang e Liao, 2003; Dou et al., 2004; Turra et al., 2009).

A prática de canibalismo entre larvas de peixes é bastante comum. Andrade et al. (2004) estudaram quatro densidades (14, 28, 42 e 56 larvas/litro) no cultivo de larvas de *P. coruscans* e verificaram maior taxa de mortalidade e de canibalismo entre os animais com o aumento da densidade de estocagem. Turra et al. (2009) avaliaram a taxa de mortalidade em alevinos de *Pseudoplatystoma* spp. criados em tanque-rede e observaram alta sobrevivência justificada, pelos autores, pelo baixo canibalismo.

2.4 Síndrome da adaptação geral

O desencadeamento normal das funções fisiológicas pode ser denominado como o equilíbrio de um organismo vivo, ou homeostase (Eloy, 2007). De forma que, frente a um agente estressor, o organismo responde com uma série de reações não específicas de adaptação, entre elas modificações dos parâmetros sanguíneos, com o intuito de manter a homeostase (Encarnação, 1992; Tavares Dias et al., 1999). Trata-se, portanto, de um processo natural que capacita os organismos para a preservação individual e da espécie,

propiciando a adaptação a situações de crise e mudança, sejam elas físicas ou químicas (Chagas, 2010).

As reações da "síndrome de adaptação geral" (SAG) oferecem ao organismo as melhores condições para a adaptação, evitando ou reduzindo os efeitos do estressor (Encarnação, 1992). Entretanto, quando o estado de estresse é crônico pode ocasionar um déficit na resistência geral do organismo (Silveira et al., 2009).

A SAG consiste em três fases. A primeira, ou fase de alarme, corresponde ao estresse agudo cujas respostas são hormonais e caracterizadas por um significativo aumento da concentração de corticosteróides e catecolaminas na corrente sanguínea (Vidal et al., 2008; Chagas, 2010).

A segunda fase é a de resistência, e caracterizada por mudanças nos parâmetros fisiológicos e bioquímicos dos organismos vivos (Vidal et al., 2008; Chagas, 2010), como alterações no balanço hidromineral e ácido-básico, nos níveis sanguíneos de glicose, lactato e na hematologia. Já na terceira fase da SAG, ou fase de exaustão, há o comprometimento do desempenho produtivo, mudanças no comportamento e imunossupressão (McDonald e Milligan, 1997; Wenderlaar Bonga, 1997; Wojtaszek et al., 2002).

As respostas fisiológicas de defesa e adaptação de um organismo mediante o estresse são em forma de "cascata". Estressores estimulam o hipotálamo a secretar o fator liberador de corticotrofina (CRH), o qual estimula a hipófise a liberar hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) que na corrente sanguínea atinge o tecido renal, promovendo a liberação do cortisol. As catecolaminas são liberadas pelas células cromafins, estimuladas diretamente pelo sistema nervoso simpático (Van der Boon et al., 1991; Perry e Bernier, 1999).

Em peixes teleósteos, a elevação plasmática do cortisol é reconhecida como uma das principais respostas ao estresse, sendo capaz de afetar o metabolismo de carboidratos, proteínas e lipídeos. O cortisol é hiperglicêmico, em decorrência da gliconeogênese hepática (Mommsen et al., 1999). Também é atribuído aos efeitos do cortisol o aumento da lipólise, ocasionando maior aporte de ácidos graxos livres e de glicerol aos tecidos (Van der Boon et al., 1991).

2.5 Variáveis sanguíneas de peixes e suas aplicações na piscicultura

A análise dos componentes sanguíneos e de suas funções ajuda a determinar a influência de doenças e outras condições resultantes de estresse, sendo um importante instrumento auxiliar de diagnóstico. Desta forma, estas variáveis podem ser utilizadas como indicativos de saúde em peixes (Tavares Dias et al., 1999).

Rosol e Capen (1989) afirmaram que avaliações das variáveis bioquímicas do sangue ajudam a aumentar a produção de peixes por facilitar detecção precoce de doenças infecciosas e na identificação de condições sub-letais que estejam afetando o desempenho da produção.

A perda do equilíbrio homeostático pode resultar na ativação das respostas fisiológicas, que culminará em modificações da bioquímica sanguínea. Desta forma, pode haver alterações do teor protéico e da glicemia, do acúmulo de ácido láctico muscular e de glicogênio hepático e muscular, além dos efeitos hidrominerais, como alterações nas concentrações plasmáticas de cloro, sódio e potássio. Também são descritas alterações hematológicas no hematócrito e no número dos linfócitos (Wendelaar Bonga, 1997).

Melo (2008) estudou o efeito do estresse por hipóxia em tilápias e observou

diminuição do nível de fósforo e aumento de aspartato aminotransferase no grupo de animais estressados. Nieuwegiessen et al. (2008) avaliaram o efeito do estresse crônico em juvenis de *Clarias gariepinus* (bagre africano) criados em cinco diferentes densidades, em sistema de recirculação de água, e relataram aumento dos níveis de lactato com o aumento da densidade de estocagem.

O nível de glicose sanguínea é utilizado em pesquisas na piscicultura como um eficiente indicador de condição de estresse, já que é a principal fonte de energia utilizada pelos peixes para suportar situações desfavoráveis (Brandão et al., 2005).

Espécies de *Salvelinus fontinalis* (Vijayan et al., 1991) e *Onchorynchus nerka* (Kubokawa et al., 1999) submetidas ao estresse agudo apresentaram considerável aumento nos níveis sanguíneos de glicose após exposição ao estressor. De forma semelhante, Nieuwegiessen et al. (2008) ao estudarem o efeito do estresse agudo em juvenis de *Clarias gariepinus* (bagre africano) observaram aumento dos níveis de glicose e lactato.

Dentre as variáveis sanguíneas, a determinação das proteínas fracionadas tem sido utilizada como diagnóstico de doenças em mamíferos e aves (Godoy et al., 2006). Em peixes, trabalhos têm demonstrado que o estresse exerce efeito depressivo sobre várias respostas imunológicas, como aumento nas proteínas totais e diminuição na produção de anticorpos (McDonald e Milligan, 1992; Melo et al., 2009b). Todavia, deve ser ressaltado que, até o presente momento não foram publicados sobre perfil protéico fracionado do gênero *Pseudoplatystoma* spp.

Para outras espécies de peixes, como *Ictalurus punctatus*, as pesquisas estão avançadas. Já existe uma grande base bioquímica e molecular de informações a

respeito da estrutura e funcionamento das imunoglobulinas dessa espécie de peixe (Bengténa et al., 2006)

Melo et al. (2009a,b) estudaram a hematologia e traçaram o perfil protéico de tilápias quando submetidas à hipóxia e observaram aumento nos valores do eritrograma (volume globular, eritrócitos e hemoglobina), leucocitose, diminuição de albumina e γ -globulinas e aumento de α -globulina.

Moraes e Bitinotto (2000) estudaram o efeito do estresse agudo em juvenis de surubim (*P. coruscans*) após captura e manutenção dos animais em caixas plásticas por 3 minutos, simulando o transporte. Os autores relataram aumento de hematócrito, hemoglobina e do número de eritrócitos imediatamente após o tratamento. Entretanto, houve declínio dos níveis de triglicérides sanguíneos após o manejo. Os autores atribuíram esses efeitos ao uso preferencial de lipídeos como fonte de energia em situações de estresse pelos animais. Segundo Martins et al. (2004), o volume globular (VG) é uma das variáveis que têm demonstrado alteração diante de situações de estresse.

Fagundes e Urbinati (2008) avaliaram a resposta fisiológica de juvenis de surubim (*P. coruscans*), criados em sistema de renovação de água e aeração constantes, quando expostos à três estressores comuns do sistema de criação (captura, transporte e luminosidade). Os pesquisadores relataram que, na captura, houve aumento dos níveis de glicose plasmática e redução no hematócrito acompanhado de redução no número de eritrócitos e hemoglobina. Já no transporte, ocorreu diminuição dos níveis de glicemia. Durante a exposição à luz, não houve diferença significativa nos níveis de glicemia embora o hematócrito e o número de eritrócitos tenha aumentado quando comparado ao do grupo controle.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Analisar o perfil sanguíneo de surubins híbridos submetidos a diferentes densidades de estocagem em sistema de recirculação de água, em duas distintas fases de produção.

3.2 Objetivos específicos

- Avaliar a concentração de hemoglobina, volume globular (VG), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) e glicose sanguínea de surubins híbridos submetidos a diferentes densidades de estocagem em sistema de recirculação de água, em duas distintas fases de produção.
- Traçar o perfil protéico total e fracionado, dosar a concentração de colesterol, triglicérides, ureia, creatinina, fosfatase alcalina (FA), aspartato aminotransferase (AST), lactato desidrogenase (LDH), cálcio, fósforo, potássio e magnésio séricos de surubins híbridos submetidos a diferentes densidades de estocagem em sistema de recirculação de água, em duas distintas fases de produção.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Sistemas de Criação e qualidade da água

O experimento foi realizado em sistema de recirculação de água instalado no Laboratório de Aquicultura (LAQUA) da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Este sistema foi composto de 20 tanques circulares com 400 litros de volume útil, cujo fluxo de água foi de 480 litros por hora por tanque. Cada um dos tanques recebeu aeração suplementar. Utilizou-se resistência elétrica e termostato para o controle e

manutenção da temperatura da água entre 27 e 29° C (Lima et al., 2006).

O oxigênio dissolvido foi analisado por oxímetro¹ e manteve-se acima de 4,2 mg/L. Os valores de pH foram verificados com a utilização de pHmetro² e ficaram entre 6,7 e 7,8. Amônia e nitrito foram medidos semanalmente através de kit comercial³, os valores não ultrapassaram 0,25mg/L e 0,30mg/L, respectivamente. Todos estes valores são aceitáveis para cultivo de peixes tropicais (Vinatea Arana, 2004). O fotoperíodo empregado foi de 11 horas.

A água, após passar pelos tanques, foi recolhida em sistema de escoamento comum e direcionada para tratamento composto por três etapas. Na primeira etapa a água foi conduzida por filtro mecânico de brita. Em seguida, a água foi direcionada, através de bombeamento, para filtro pressurizado de areia (segunda etapa) e, por fim, passou por filtro biológico (terceira etapa). Posteriormente a estes tratamentos, a água foi novamente enviada para os tanques de criação dos peixes.

4.2 Animais

Alevinos de surubim híbrido (*Pseudoplatystoma reticulatum* X *P. coruscans*) foram adquiridos da empresa Mar & Terra (MS) com aproximadamente 11 g. Estes animais foram mantidos no Laboratório de Aquicultura (LAQUA) até o início do experimento. Utilizou-se 780 peixes, 540 no primeiro experimento e 240 no segundo, de modo a atingir as biomassas desejadas nos tratamentos (ver item 4.3). As diferentes densidades de estocagem (tratamentos) foram baseadas em relatos da literatura (Turra et al., 2009). Este estudo consiste em dois experimentos independentes, correspondendo a duas fases

de produção definidas em função do peso final.

4.3 Grupos experimentais e tratamentos

4.3.1 Experimento 1

Foram utilizados 540 juvenis de surubim híbridos (*Pseudoplatystoma reticulatum* X *P. coruscans*) com peso médio inicial de $147,6 \pm 2,1$ g. Os peixes permaneceram no experimento até que atingissem o peso próximo a 400 g. O período necessário para alcançar este peso foi de 67 dias.

Os animais foram alimentados diariamente *ad libitum* às 07:00 e às 18:00 horas com dieta comercial, extrusada, de 4,0 mm de diâmetro e 40% de proteína bruta.

Os híbridos foram distribuídos em cinco diferentes tratamentos denominados A, B, C, D e E, sendo o primeiro com a menor e o último com a maior densidade de estocagem. Cada tratamento teve quatro repetições, totalizando 20 tanques.

As cinco densidades de estocagem estudadas foram: 27,5 (A), 47,5 (B), 67,5 (C), 87,5 (D) e 107,5 (E) peixes/m³ de água. Para obtenção destas densidades foram utilizados 11, 19, 27, 35 e 43 peixes por tanque, respectivamente. A biomassa dos animais nos tanques, no início do experimento, corresponde a 1623,1, 2776,4, 3981,6, 5228,7 e 6336,3 g respectivamente.

Para a coleta de sangue, ao final do período experimental, e posteriores análises laboratoriais foram capturados aleatoriamente dois peixes de cada tanque. Desta forma, cada densidade estudada possui oito repetições, totalizando 40 animais neste experimento.

4.3.2 Experimento 2

Foram utilizados 240 surubins híbridos (*Pseudoplatystoma reticulatum* X *P.*

¹ MO-900® - Instrutherm

² Portable pH Meter RL060P® - Russel

³ Alfakit

coruscans) com peso médio inicial de 400,0 ± 1,4 g que permaneceram no experimento até que atingissem o peso próximo de 1000 g. O período experimental foi de 72 dias.

Os animais foram alimentados diariamente *ad libitum* às 07:00 e às 18:00 horas com dieta comercial, extrusada, de 8,0 mm de diâmetro e 40% de proteína bruta.

Os peixes foram distribuídos em cinco diferentes tratamentos denominados 1, 2, 3, 4 e 5, sendo o primeiro com a menor e o último com a maior densidade de estocagem. Cada tratamento teve quatro repetições, assim como no Experimento 1.

As cinco densidades de estocagem estudadas foram: 10 (A), 20 (B), 30 (C), 40 (D) e 50 (E) peixes/m³ de água. Para obtenção destas densidades foram utilizados 4, 8, 12, 16 e 20 peixes por tanque, respectivamente. A biomassa dos animais nos tanques, no início do tratamento, corresponde a 1596,2, 3197,2, 4804,3, 6401,0 e 8023,5 g respectivamente.

Para a coleta de sangue, ao final do período experimental, e posteriores análises laboratoriais foram capturados aleatoriamente dois peixes de cada caixa. Desta forma, cada densidade estudada possui oito repetições, totalizando 40 animais neste experimento.

4.4 Coletas de sangue e análises laboratoriais

A coleta de sangue, em ambos os grupos, foi realizada após o período experimental. Para isto, utilizou-se, como protocolo anestésico, quinaldina (Merck) na concentração de 1mL/10L de água. As amostras foram coletadas por punção da veia caudal, e imediatamente após a coleta, 10µL de sangue foram utilizados para a

dosagem de glicose em glicosímetro⁴. O sangue foi então aliqotado em duas partes: a primeira (cerca de 1,5mL) foi colocada em tubo sem anticoagulante para produção de soro e posterior determinação das variáveis bioquímicas; a segunda (cerca de 0,5mL) foi colocada em tubo com anticoagulante ácido etilenodiaminotetraacético, sal dissódico, (EDTA) a 10% para determinação dos parâmetros hematológicos.

As análises, hematológicas e bioquímicas séricas foram realizadas no Laboratório de Toxicologia Veterinária da Escola de Veterinária, UFMG.

4.4.1 Variáveis hematológicas

Foram analisadas as concentrações de hemoglobina (Hg) por método colorimétrico por meio de espectrofotômetro⁵ e kit comercial⁶. O volume globular (VG) foi determinado utilizando-se centrífuga para microhematócrito⁷ (1500 G) por 10 minutos. A concentração de hemoglobina globular média (CHCM) foi calculada segundo Thrall et al. (2006).

4.4.2 Proteínas total e fracionada

A concentração total de proteínas foi obtida por refratometria⁸. O perfil protéico fracionado foi realizado em cuba de eletroforese horizontal, utilizando gel de agarose⁹ em tampão Tris¹⁰. A corrida eletroforética obtida foi submetida à

⁴ Glicosímetro BIOCHECK TD-4225® - BIOEASY

⁵ Espectrofotômetro Colemann

⁶ Bioclin®

⁷ Micro Spin

⁸ Ningbo Utech International CO LTD

⁹ Filme de Agarose Geral CELMGEL® - CELM

¹⁰ Tampão Tris para eletroforese em CELMGEL® -CEL M

coloração com Ponceau, e a concentração (valores absolutos e relativos) de albumina e globulinas foi determinada pelo software CELM SE-250.

4.4.3 Bioquímica sérica

No perfil bioquímico foi determinada a concentração sérica de creatinina, ureia, fosfatase alcalina, aspartato aminotransferase, cálcio, fósforo, magnésio, colesterol, triglicérides e lactato por método cinético¹¹ kits¹² comerciais. Já, a concentração sérica de potássio foi determinada por método colorimétrico¹³ e kit comercial¹⁴.

4.5 Desempenho dos animais

O peso inicial e final, ganho de peso diário, biomassa final, ganho em biomassa, conversão alimentar e taxa de sobrevivência de surubins híbridos utilizados no Experimento 1 e 2 estão relacionados nos quadros 1 e 2.

4.6 Análises estatísticas

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Os resultados foram tabulados e analisados pelos programas de computador SAS (*Statistical Analysis System*) e SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas). Foram realizados testes de normalidade (Lillifors) e homocedasticidade (Cochran & Bartlett). As variáveis que apresentaram distribuição normal (algumas delas após transformação logarítmica) foram submetidas à Análise de Variância (ANOVA) e as comparações das médias foram feitas pelo teste de Tukey. As variáveis não-paramétricas foram analisadas pelo teste de Kruskal-Wallis.

¹¹ TP Analyser basic® – Thermo Plate

¹² Bioclin®

¹³ Coleman 35D

¹⁴ Bioclin®

O comportamento das variáveis diante das diferentes densidades de estocagem utilizadas neste experimento foi pesquisado através de modelos de regressão, entretanto, não se adequaram aos modelos linear, quadrático e cúbico.

4.7 Ética em experimentação animal

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA) da UFMG, com o número de protocolo 88/2008, em 25 de junho de 2008 (certificado em anexo).

Quadro1. Peso médio inicial (g), final (g) e ganho médio de peso diário (g); biomassa final (g), ganho em biomassa (g), conversão alimentar e taxa de sobrevivência (%), seguidos dos desvios padrões, de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.), peso médio inicial de $147,6 \pm 2,1$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³) - Experimento 1.

	Densidades de estocagem					CV
	A	B	C	D	E	
Peso inicial	147,5±2,6	146,1±1,2	147,4±3,0	149,5±0,6	147,2±2,1	1,4
Peso final	520,7±24,0	429,7±56,2	370,6±35,9	354,3±24,2	343,0±16,2	8,4
Ganho de peso diário	5,6±1,1	4,2±0,7	3,5±0,7	3,3±0,2	2,9±0,2	12,7
Biomassa final	5728,3±263,9	8164,5±1067,4	10008,7±969,4	12399,5±845,7	14750,3±698,0	8,0
Ganho em biomassa	4105,1±268,4	5388,1±1073,3	6027,1±1037,3	7168,0±831,1	8421,3±692,0	13,4
Conversão alimentar	1,45±0,10	1,48±0,28	1,54±0,21	1,51±0,04	1,42±0,04	11,25
Taxa de sobrevivência	100	100	95,3±7,0	92,1±8,5	97,7±1,9	5,1

CV = coeficiente de variação (%).

Fonte: Faria, 2010.

Quadro 2. Peso médio inicial (g), final (g) e ganho médio de peso diário (g); biomassa final (g), ganho em biomassa (g), conversão alimentar e taxa de sobrevivência (%), seguidos dos desvios padrões, de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.), peso médio inicial de $400,0 \pm 1,4$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³) - Experimento 2.

	Densidade de estocagem					CV
	A	B	C	D	E	
Peso inicial	399,1±1,2	399,6±1,9	400,3±0,2	400,1±0,3	401,2±21,7	0,3
Peso final	961,9±153,1	892,1±89,7	914,3±11,2	789,3±19,7	589,5±79,4	10,9
Ganho de peso diário	7,8±2,1	6,8±1,2	7,1±0,2	5,4±0,3	2,6±1,1	21,2
Biomassa final	3847,7±612,5	7136,7±717,3	10971,7±134,6	12629,0±316,2	11790,0±1587,7	9,45
Ganho em biomassa	2251,5±613,8	3939,5±713,0	6167,6±135,9	6230,0±316,2	3766,5±1574,8	19,7
Conversão alimentar	1,2±0,2	1,3±0,3	1,4±0,1	1,5±0,1	1,8±0,1	14,0
Taxa de sobrevivência	100	100	100	100	100	-

CV = coeficiente de variação (%).

Fonte: Faria, 2010.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Hematologia

Os valores médios de hemoglobina, volume globular (VG) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em diferentes densidades de estocagem (A, B, C, D e E) estão relacionados nas tabelas 1 e 2, e nas figuras 1, 2 e 3.

No experimento 1, as concentrações médias de hemoglobina não variaram estatisticamente entre os grupos ($P > 0,05$). Também não foi observada diferença ($P > 0,05$) entre os valores médios de VG. Em relação ao índice hematimétrico CHCM, os valores médios das densidades B (32,78 g/dl) e C (35,41 g/dl) diferem estatisticamente da densidade D (25,38 g/dl), mas são semelhantes ($P < 0,05$) às demais (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios e desvios padrões de hemoglobina (g/dl), volume globular – VG (%) e concentração de hemoglobina corpuscular média - CHCM (g/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.), peso médio inicial de $147,6 \pm 2,1$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 27,5; B - 47,5; C - 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³) - Experimento 1.

	Densidades de estocagem					CV
	Densidade A	Densidade B	Densidade C	Densidade D	Densidade E	
Hemoglobina*	$7,59 \pm 1,53$	$7,25 \pm 1,24$	$7,93 \pm 3,33$	$7,35 \pm 1,40$	$7,06 \pm 0,98$	25,27
VG*	$27,37 \pm 4,20$	$23,12 \pm 5,69$	$22,87 \pm 7,62$	$28,77 \pm 4,11$	$27,44 \pm 4,52$	20,54
CHCM**	$27,88 \pm 4,24$ AB	$32,78 \pm 7,70$ B	$35,41 \pm 11,61$ B	$25,38 \pm 1,98$ A	$26,11 \pm 3,7$ AB	22,65

Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente entre os grupos (densidade de estocagem), submetidas à análise de variância e ao teste Tukey* e Kruskal-Wallis**, com $P < 0,05$.

CV = coeficiente de variação (%).

Já no Experimento 2, as concentrações de hemoglobina, VG e CHCM não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($P > 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios e desvios padrões de hemoglobina (g/dl), volume globular – VG (%) e concentração de hemoglobina corpuscular média - CHCM (g/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.), peso médio inicial de $400,0 \pm 1,4$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 10; B - 20; C - 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³) - Experimento 2.

	Densidades de estocagem					CV
	Densidade A	Densidade B	Densidade C	Densidade D	Densidade E	
Hemoglobina	$7,56 \pm 1,62$	$8,11 \pm 2,33$	$7,77 \pm 0,98$	$7,85 \pm 1,34$	$7,31 \pm 2,09$	22,73
VG	$29,00 \pm 5,04$	$30,50 \pm 1,92$	$32,30 \pm 2,13$	$29,87 \pm 3,27$	$30,25 \pm 3,28$	10,93
CHCM	$28,85 \pm 7,12$	$26,49 \pm 7,49$	$24,19 \pm 3,87$	$25,72 \pm 3,53$	$24,78 \pm 8,15$	24,75

Não houve diferença estatística, entre os grupos (densidades de estocagem), pela análise de variância ($P > 0,05$).

CV = coeficiente de variação (%).

Os estudos relacionados ao perfil hematológico de peixes brasileiros em sistemas de criação têm aumentado nas últimas décadas (Araújo et al., 2009), pois essas informações podem ser utilizadas para avaliar o estado fisiológico de peixes,

padronizando as condições ideais para o seu cultivo (Rosol e Capen, 1997; Tavares Dias et al., 2000). O quadro 3 demonstra os valores de hemoglobina, VG e CHCM de diferentes peixes teleósteos.

Quadro 3: Valores de hemoglobina (g/dl), VG (%) e CHCM (g/dl) em diferentes espécies de peixes teleósteos.

Espécie	Hemoglobina	VG	CHCM	Referência
<i>Arapaima gigas</i>	8,2-10,7	30,0-36,0	25,9-32,0	Tavares Dias et al., 2009
<i>Brycon amazonicus</i>	6,9-11,8	29,0-42,0	22,1-30,2	Tavares Dias et al., 2009
<i>Colosoma macropomum</i>	8,9-10,9	36,0-40,0	26,2-49,6	Tavares Dias et al., 2009
<i>Cyprinus carpio</i>	6,3-7,6	29,7-33,8	20,4-22,9	Weiss et al., 2010
<i>Oreochromis niloticus</i>	6,47	26,0-29,6	23,90	Melo et al., 2008
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	12,1-12,4	41,8-44,1	27,4-29,2	Hilbig et al, 2010
<i>Rhamdia quelen</i>	6,73	26,50	25,94	Tavares Dias et al., 2002
<i>Rhamdia voulezi</i>	7,9-8,5	35,95-36,11	21,59-23,62	Signor et al., 2009
<i>Salmo salar</i>	8,9-10,4	44,0-49,0	19,4-21,7	Weiss et al., 2010
<i>Tilapia rendalli</i>	7,3	29,2	23,9	Tavares Dias e Moraes, 2003

Weiss et al. (2010) afirmaram que a concentração de hemoglobina em peixes pode variar de 5 a 10 g/dl, considerada baixa em relação à dos mamíferos. No presente trabalho, os valores médios deste índice hematimétrico variaram de 7,06 a 7,93 g/dl no Experimento 1, e de 7,31 a 8,11 g/dl no Experimento 2 (Figura 1). Todos os valores obtidos neste estudo situam-se dentro do intervalo estabelecido por Weiss et al. (2010).

Fagundes e Urbinati (2008) avaliaram a concentração de hemoglobina de *P. coruscans* com peso médio de 14,04, 24,94 e 44,78 g, e observaram valores médios de 10,50, 8,05 e 10,10 g/dl, respectivamente. Já Tavares Dias et al. (2009) ao estudarem a concentração de hemoglobina de peixes híbridos do gênero *Pseudoplatystoma* (*P. fasciatum* x *P. coruscans*) pesando entre 568,0 e 1350,0 g relataram um intervalo entre 5,2 a 6,2 g/dl.

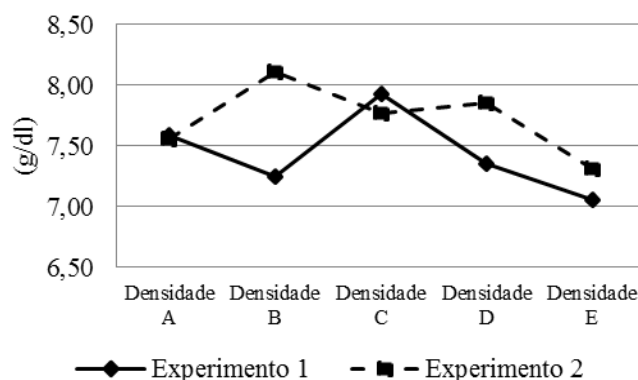


Figura 1. Valores médios de hemoglobina (g/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C - 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g, e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C - 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³), 400,0 ± 1,4 g.

Segundo Weiss et al. (2010), os valores de VG em peixes apresentam-se no intervalo de 20 a 45%. De acordo com os mesmos

autores, ao avaliar este índice hematimétrico é importante considerar que, em peixes mais ativos, esperam-se maiores

valores de VG, já que estes têm maior demanda de oxigênio. Valores altos deste índice também pode ser consequência do estresse decorrente da captura ou de anestesia inadequada durante a coleta de sangue (Weiss et al., 2010).

Considerando o intervalo proposto por Weiss et al. (2010), os resultados deste experimento (de 22,87 a 32,30%) encontram-se dentro da mesma faixa

(Figura 2). Fagundes e Urbinati (2008) encontraram valores médios de 22,70, 19,20 e 23,5% de VG em *P. coruscans* com peso médio de 14,04, 24,94 e 44,78 g, respectivamente. Tavares Dias et al. (2009) determinaram os valores de VG de peixes híbridos (*P. fasciatum* x *P. coruscans*) com peso entre 568,0 e 1350,0 g, e estabeleceram valores de 30,0 a 35,0%.

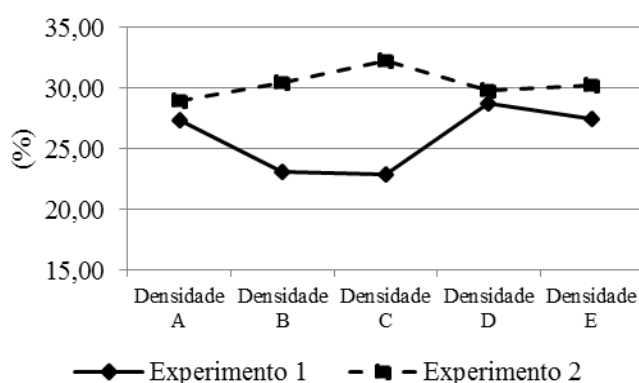


Figura 2. Valores médios de volume globular – VG (%) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C - 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g, e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C - 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³), 400,0 ± 1,4 g.

Weiss et al. (2010) afirmaram que a faixa de normalidade para a concentração de CHCM é de 18,0 a 30,0 g/dl, geralmente menor que a de mamíferos devido ao espaço ocupado pelo núcleo nos eritrócitos. No presente trabalho, os valores médios de CHCM das densidades B e C, do Experimento 1, apresentam-se acima de 30,00 g/dl (Figura 3), maiores que os valores estipulados por Weiss et al. (2010). Tavares Dias et al. (2009) encontraram o intervalo de 16,8-18,8 g/dl de CHCM em peixes híbridos (*P. fasciatum* x *P. coruscans*) pesando de 568,0 a 1350,0 g.

A variável CHCM é um índice utilizado para avaliação de anemia, e é calculado a partir da concentração de hemoglobina e do valor de VG. Respostas eritrocitárias

relacionadas à anemia podem estar associadas à discreta diminuição de CHCM. O aumento dos valores desta variável pode estar relacionado com hemólise ou lipemia da amostra (Thrall et al., 2006). Neste trabalho, as amostras não apresentaram essas alterações sanguíneas. Dessa forma, as concentrações mais altas de CHCM encontrados nas densidades B e C, do experimento 1, podem ser explicadas pela diminuição do VG nos mesmos grupos (23,12 e 22,87%, respectivamente). Entretanto, essa diferença entre os grupos não têm significado clínico importante.

Desta forma, é possível dizer que as diferentes densidades de estocagem não afetaram os índices hematimétricos avaliados.

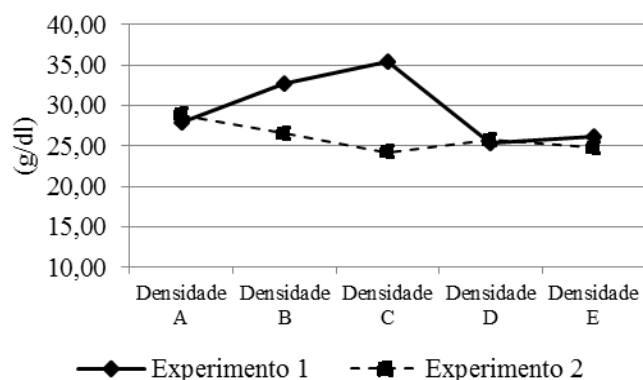


Figura 3. Valores médios de concentração de hemoglobina corpuscular média - CHCM (g/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C - 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g, e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C - 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³), 400,0 ± 1,4 g.

Vários são os fatores que podem alterar os valores dos índices hematimétricos discutidos anteriormente (Wendemeyer, 1996). Estímulos estressantes, como a densidade de estocagem, podem resultar em aumento da concentração sanguínea de catecolaminas resultando em alterações nas variáveis sanguíneas. E, portanto, estes índices podem ser utilizados como rápida identificação da perda homeostática de um organismo frente a um agente estressor, seja ele relacionado a um patógeno, a nutrição ou manejo (Railo et al., 1985; Satake et al., 2009; Tavares Dias et al., 2009).

Elevadas concentrações sanguíneas de catecolaminas são capazes de induzir trocas iônicas pela membrana eritrocitária, resultando na maior entrada de água nestas células. Portanto, a tumefação dos eritrócitos, juntamente com a hemoconcentração em decorrência das catecolaminas, resulta em aumento do valor de VG e diminuição de CHCM, já que a quantidade de hemoglobina permanece inalterada (Railo et al., 1985; Heming, 1989). Da mesma forma, Houston et al. (1996) sugerem que as alterações hematológicas durante respostas ao estresse

indicam hemoconcentração ou hemodiluição devido aos distúrbios osmorregulatórios.

Nikinmaa et al. (1983) sugerem que o aumento na concentração de hemoglobina e nos valores de VG durante a resposta ao estímulo estressante pode ser decorrente do aumento do consumo de oxigênio. Nessas situações, o aumento da hemoglobina estaria relacionado com a maior capacidade de transportar oxigênio pelo sangue, na tentativa de suprir o aumento da demanda energética. Fagundes e Urbinati (2008) observaram que *P. coruscans* submetidos aos procedimentos de transporte e exposição à luz apresentaram aumento do VG, sugerido pelos pesquisadores como tentativa do organismo de buscar maior aporte de oxigênio.

Trabalhos atuais têm discutido as respostas hematológicas do organismo frente a agentes químicos, patógenos, manejo, transporte, alta densidade populacional e desnutrição (Costa et al., 2004; Gonçalves 2009; Tavares Dias et al., 2009; Weiss et al., 2010). Segundo Ellis (1984), a intoxicação por nitrito também pode

acarretar em alterações hematológicas em peixes, pois este é facilmente absorvido pelas brânquias, alcança a corrente sanguínea e oxida a hemoglobina transformando-a em metahemoglobina. Em seguida, instala-se um quadro de anemia hemolítica à medida que os macrófagos esplênicos removem os eritrócitos anormais da circulação.

A diminuição da concentração do VG pode ser decorrente de anemias ou redução da eritropoiese provenientes de processos infecciosos (Cavalcanti, 2009; Weiss et al., 2010). Tavares Dias et al. (2007) observaram diminuição do VG e aumento do CHCM em peixes híbridos (*Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomum*) infestados pelo crustáceo *Dolops carvalhoi*. Tavares Dias et al. (2009) relataram redução da concentração de hemoglobina e de VG, além de aumento de CHCM em híbridos *Pseudoplatystoma* sp. naturalmente infectados com *Pseudomonas* sp. em cultivo.

Frischknecht et al. (1994) demonstraram que em *Oncorhynchus mykiss* alimentados com dietas deficientes de vitamina E, apresentaram diminuição nos percentuais de VG. Camargo et al. (2005) verificaram aumento da concentração de hemoglobina e do VG em *Rhamdia quelen* conforme aumentaram o nível protéico na dieta. Já Gonçalves (2009) não observou alterações nos índices hematimétricos de *Colossoma macropomum* tratados com dietas contendo probióticos.

5.2 Perfil protéico

As concentrações de proteína total (PT) e os valores absolutos e relativos de pré-

albumina, albumina, alfa, beta e gama-globulinas de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em diferentes densidades de estocagem (A, B, C, D e E) estão apresentados na tabela 3 e 4 e nas Figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11.

No Experimento 1, não houve diferença estatística ($P>0,05$) entre as médias dos grupos tanto para os valores absolutos quanto relativos das variáveis analisados (Tabela 3).

No Experimento 2, os valores médios de PT foram estatisticamente iguais ($P>0,05$), assim como não foram observadas diferenças ($P>0,05$) entre os valores médios absolutos e os relativos de albumina, beta e gama-globulinas entre as densidades estudadas (Tabela 4).

Em relação à concentração média de pré-albumina no Experimento 2 (Tabela 4), observou-se diferenças entre os grupos tanto nos absolutos quanto relativos ($P<0,05$). As densidades A e C apresentaram os menores valores absolutos (0,25 g/dl), diferindo do valor encontrado na densidade D que apresentou a maior concentração (0,47 g/dl). Já os valores médios relativos diferiram entre a densidade A (6,08%) e D (10,93%).

No Experimento 2 (tabela 4), os valores absolutos de alfa-globulinas da densidade C (0,39 g/dl) são diferentes ($P<0,05$) dos valores das densidades A (0,95 g/dl) e D (0,64 g/dl). Já o valor relativo da densidade C (9,9%) difere somente do observado na densidade A (19,67%).

Tabela 3. Valores médios de proteína total (g/dl) e valores médios absolutos (g/dl) e relativos (%) de pré-albumina, albumina, alfa, beta e gama-globulinas, seguidos dos desvios padrões, de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.), peso médio inicial de $147,6 \pm 2,1$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³) - Experimento 1.

		Densidades de estocagem					
		A	B	C	D	E	CV
Valores absolutos (g/dl)	Proteína Total	4,00 ± 0,51	3,80 ± 0,22	3,71 ± 0,32	3,78 ± 0,25	3,71 ± 0,30	8,85
	Pré-albumina	0,48 ± 0,16	0,41 ± 0,14	0,57 ± 0,25	0,44 ± 0,15	0,46 ± 0,16	37,73
	Albumina	1,79 ± 0,20	1,61 ± 0,21	1,55 ± 0,17	1,66 ± 0,24	1,57 ± 0,36	15,42
	Alfa-globulinas	0,46 ± 0,66	0,56 ± 0,13	0,56 ± 0,14	0,53 ± 0,11	0,49 ± 0,11	22,02
	Beta-globulinas	0,76 ± 0,70	0,84 ± 0,10	0,74 ± 0,12	0,78 ± 0,13	0,74 ± 0,14	15,25
	Gama-globulinas	0,29 ± 0,42	0,36 ± 0,11	0,31 ± 0,84	0,34 ± 0,78	0,36 ± 0,69	23,83
Valores relativos (%)	Pré-albumina	12,67 ± 4,13	10,87 ± 3,62	15,28 ± 6,05	11,90 ± 3,82	12,94 ± 4,74	35,77
	Albumina	47,23 ± 4,94	42,45 ± 5,47	41,71 ± 6,55	48,89 ± 5,45	42,78 ± 8,67	14,70
	Alfa-globulinas	12,17 ± 1,49	14,95 ± 3,21	15,09 ± 3,66	14,34 ± 3,11	13,41 ± 2,71	20,94
	Beta-globulinas	20,46 ± 1,74	22,20 ± 2,37	19,77 ± 2,15	19,76 ± 4,33	20,64 ± 3,94	15,86
	Gama-globulinas	7,44 ± 1,00	9,53 ± 2,96	8,15 ± 1,59	9,14 ± 1,92	10,22 ± 2,63	24,10

Não houve diferença estatística da média entre os grupos (densidade de estocagem), submetidas à análise de variância, com $P > 0,05$.

CV = coeficiente de variação (%)

Tabela 4. Valores médios de proteína total (g/dl) e valores médios absolutos (g/dl) e relativos (%) de pré-albumina, albumina, alfa, beta e gama-globulinas, seguidos dos desvios padrões, de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.), peso médio inicial de $400,0 \pm 1,4$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³) - Experimento 2.

		Densidades de estocagem					
		A	B	C	D	E	CV
Valores absolutos (g/dl)	Proteína Total**	4,45 ± 0,90	4,15 ± 0,20	4,02 ± 0,11	4,25 ± 0,47	4,27 ± 0,55	12,55
	Pré-albumina*	0,25 ± 0,11	0,38 ± 0,13	0,25 ± 0,67	0,47 ± 0,25	0,32 ± 0,12	44,93
	Albumina*	2,15 ± 0,31	2,12 ± 0,35	2,03 ± 0,16	2,08 ± 0,22	2,37 ± 0,51	15,33
	Alfa-globulinas**	0,95 ± 0,91	0,59 ± 0,13	0,39 ± 0,12	0,64 ± 0,25	0,54 ± 0,0	71,50
	Beta-globulinas*	0,65 ± 0,98	0,66 ± 0,95	0,65 ± 0,69	0,67 ± 0,62	0,65 ± 0,11	13,76
	Gama-globulinas*	0,37 ± 0,68	0,39 ± 0,11	0,40 ± 0,71	0,37 ± 0,10	0,38 ± 0,86	23,48
Valores relativos (%)	Pré-albumina*	6,08 ± 3,11	9,23 ± 3,40	6,36 ± 1,79	10,93 ± 4,91	7,51 ± 2,62	41,52
	Albumina*	50,2 ± 7,53	51,05 ± 6,63	57,37 ± 3,20	49,30 ± 5,13	55,57 ± 9,48	12,80
	Alfa-globulinas**	19,67 ± 12,08	14,40 ± 3,36	9,90 ± 3,33	14,92 ± 5,33	12,72 ± 6,09	47,75
	Beta-globulinas*	15,37 ± 3,24	15,92 ± 2,68	16,29 ± 1,35	15,82 ± 1,03	15,23 ± 1,95	14,08
	Gama-globulinas*	8,66 ± 2,05	9,38 ± 2,49	10,05 ± 1,81	9,01 ± 2,68	8,95 ± 1,76	23,79

Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente entre os grupos (densidade de estocagem), submetidas à análise de variância e ao teste Tukey* e Kruskal-Wallis**, com $P < 0,05$.

CV = coeficiente de variação (%)

As proteínas possuem inúmeras funções no organismo que incluem formação da estrutura celular, catalisação de reações bioquímicas, tamponamento ácido-básico e transporte de metabólitos (Eckersall, 2008). O sangue contém diversos tipos de proteínas que estão sujeitas à alterações patológicas e fisiológicas resultante, por exemplo, do estresse. Portanto, a dosagem da concentração de proteína total e de suas frações auxilia no diagnóstico e prognóstico do estado de hidratação, bem como de inflamação, infecção, estado nutricional e alteração na síntese protéica (Santana et al., 2008).

Os valores de beta (Figura 10), gama-globulinas (Figura 11) e, mais

acentuadamente, os de proteína total (Figura 4) e albumina (Figura 7) podem ter sido influenciados pelo peso dos animais. Os valores médios de proteína total deste trabalho variaram de 3,71 a 4,45 g/dl. Apesar dos grupos (diferentes densidades) não diferirem entre si ($P < 0,05$), tanto no Experimento 1 quanto no 2, os valores mais elevados foram observados na menor densidade (A). No Experimento 1, isto se deve à concentração de albumina (1,79 g/dl) que apresentou-se maior comparada aos outros grupos. Já no Experimento 2, a concentração de alfa-globulinas (0,95 g/dl), que corresponde ao total de 19,72% de proteínas desta densidade, foi maior que os valores encontrados nas outras densidade.

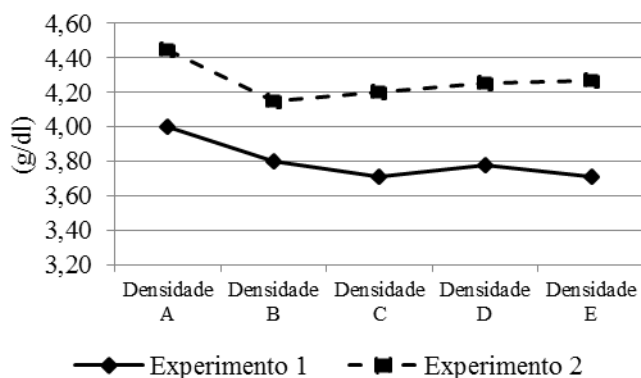


Figura 4. Valores médios de proteína total (g/dl) e valores médios absolutos (g/dl) e relativos (%) de pré-albumina, albumina, alfa, beta e gama-globulinas, seguidos dos desvios padrões, de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.), peso médio inicial de $400,0 \pm 1,4$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³) - Experimento 2.

Valores absolutos de proteína total (g/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³), peso médio inicial de $147,6 \pm 2,1$ g, e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³), $400,0 \pm 1,4$ g.

Os resultados de PT deste experimento diferem dos valores referenciados por Tavares Dias et al. (2009). Estes pesquisadores definiram o intervalo de 5,0 a 5,4 g/dl de PT para híbridos *Pseudoplatystoma*, com peso de 568 a 1350 g. Entretanto, não foi descrito o tipo de sistema no qual os animais foram cultivados, o que poderia ser um motivo para diferentes concentrações de PT, já que

diferentes sistemas de cultivo impõem distintos desafios aos peixes. Acredita-se, também, que o peso pode interferir na concentração total de proteínas sanguíneas. Observa-se que na Figura 4, os animais de Experimento 2, com faixa peso semelhante aos dos animais utilizados por Tavares Dias et al. (2009), possuem concentração de PT mais próximas às observadas por estes pesquisadores quando comparado as concentrações de PT dos peixes no Experimento 1 (mais jovens).

Trabalhos vêm utilizando esta variável como método para auxiliar a compreensão das alterações decorrentes do estresse e de diferentes patologias. Steinhagen et al. (1997) e Ranzani-Paiva et al. (2004) sugerem que o estresse em peixes é capaz de causar aumento dos níveis séricos de proteínas, além de alterações no hemograma.

Mlay et al. (2007) avaliaram o perfil protéico do bagre *Clarias gariepinus* e de três espécies de tilápias *Oreochromis karomo*, *O. urolepis* e *O. niloticus*. A concentração média de PT foi de 4,3, 3,6, 3,7 e 3,8 g/dl, respectivamente. Os pesquisadores relataram que houve diferença ($P < 0,05$) entre os valores médios de PT das tilápias quando comparados aos do bagre. Eles também observaram que não houve interferência do sexo, mas houve correlação negativa (-0,37) entre a concentração de PT e a carga parasitária dos peixes.

Tavares Dias et al. (2009) relataram que *Pseudoplatystoma* híbridos infectados com *Pseudomonas* sp. apresentaram redução dos níveis plasmáticos de proteínas e hemoglobina, redução do hematócrito, do número de eritrócitos e aumento do CHCM. Da mesma forma, Garcia e Moraes (2009) observaram redução dos níveis de proteína total e globulinas em *Piaractus mesopotamicus* experimentalmente infectados com *Aeromonas hydrophila*.

Os valores de PT são alterados, sobretudo, por variações do volume plasmático. O estresse pode modificar a permeabilidade celular, gerando um desequilíbrio osmótico entre os compartimentos intra e extracelulares, o que pode resultar no deslocamento dos fluidos do plasma para as células aumentando, desta forma, os valores de proteína total. Já, a diminuição dos valores desta variável pode ser causada por hidratação do plasma (McDonald e Milligan, 1992).

Contudo, a interpretação do teor de PT deverá ser associada à avaliação das proteínas fracionadas, já que anormalidades da concentração de albumina e/ou globulinas podem alterar o valor total de proteínas (Thrall et al., 2006). A eletroforese, por ser um método confiável, é a técnica mais empregada para o fracionamento destas proteínas (Satake e Fagliari, 2006; Kaneko et al., 2008). Seu princípio baseia-se na migração eletroforética, ou seja, carga e peso molecular (Eckersall, 2008). Amostras de soro ou plasma podem ser fracionadas em albumina, alfa, beta e gama-globulinas (Thrall et al., 2006), e, algumas vezes, em pré-albumina (Kaneko et al., 2008).

No presente trabalho foram identificados cinco grupos de proteínas séricas denominados pré-albumina, albumina, alfa-globulinas, beta-globulinas e gama-globulinas (figura 11). Shamsuddin et al. (2011) compararam as proteínas séricas de quatro peixes teleósteos, *Tilapia mosambica*, *Channa punctatus*, *Cyprinus carpio* e *Cirrhina mrigala*, com proteínas séricas de humano por eletroforese em gel de poliácridamida. Estes autores observaram que os peixes apresentaram, por esta técnica, 19, 19, 15 e 16 diferentes bandas, respectivamente. Sala-Rabanal et al. (2003), utilizando eletroforese em tiras de acetato de celulose, identificaram sete bandas protéicas em plasma de *Sparus aurata*, que

foram identificadas como, albumina, alfa 1, alfa 2, beta 1, beta 2 e gama-globulinas.

Shamsudddin et al. (2011) afirmaram que, assim como o surubim híbrido (*Pseudoplatystoma* spp.) do presente trabalho, as espécies *Channa punctatus* e *Cyprinus carpio* apresentaram pré-albumina. Esta proteína, ou transtirretina (TTR) como também é conhecida está presente no plasma participando do transporte do hormônio tiroxina (T4) e também auxilia no transporte de retinol,

através da formação de um complexo com a proteína ligadora de retinol (RPB), evitando que este complexo seja perdido durante a filtração renal (Harris e Kohn, 1974; Funkenstein, 2001). Nos mamíferos a TTR é considerada uma proteína de fase aguda negativa cujos níveis séricos são abruptamente deprimidos em resposta à inflamação ou infecção. Além disto, a TTR tem sido amplamente caracterizada como um marcador de desnutrição e estresse (Morgado et al., 2007).

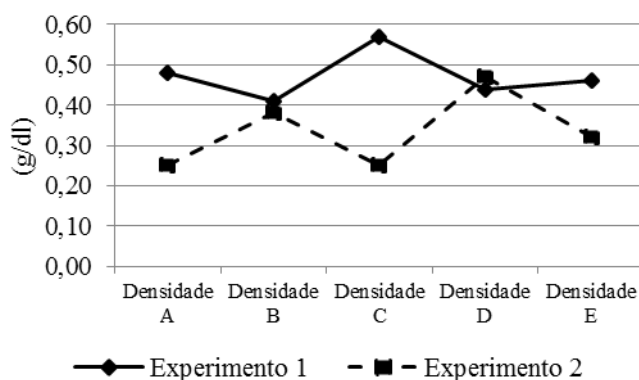


Figura 5. Valores absolutos de pré-albumina (g/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C - 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g, e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C - 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³), 400,0 ± 1,4 g.

Em peixes teleósteos a TTR foi identificada como transportadora de hormônios da tireóide na corrente sanguínea (Kawakami et al, 2006). É relatado na literatura que eventos como a restrição alimentar pode diminuir a expressão hepática do RNAm de TTR nesses animais (Power et al., 2000). Além disso, Morgado et al., (2007) sugerem que os hormônios tiroidianos podem interferir, direta ou indiretamente, na regulação plasmática de TTR. No Experimento 2, a concentração de pré-albumina na densidade E diferiu ($P < 0,05$) das densidades A e C. Em menores densidades de estocagem, o comportamento dominante de alguns animais pode ser

evidenciado, resultando na diminuição do consumo de alimentos pelos animais subordinados. Esta é uma possível explicação para o fato de que em animais estocados em menores densidades a concentração de TTP também se encontra reduzida.

Shamsudddin et al. (2011) também relataram que as maiores concentrações de proteínas no soro das espécies *Channa punctatus*, *Cirrhina mrigala*, *Cyprinus carpio* e *Tilapia mosambica* foram da fração de beta-globulinas. Estas informações diferem dos resultados encontrados por Sala-Rabanal et al. (2003)

ao estudarem a espécie *Sparus aurata*, assim como dos resultados de surubins híbridos no presente trabalho, em que a albumina é a proteína de maior

concentração no sangue em, sendo possível sua visualização na fita de eletroforese (Figura 6).

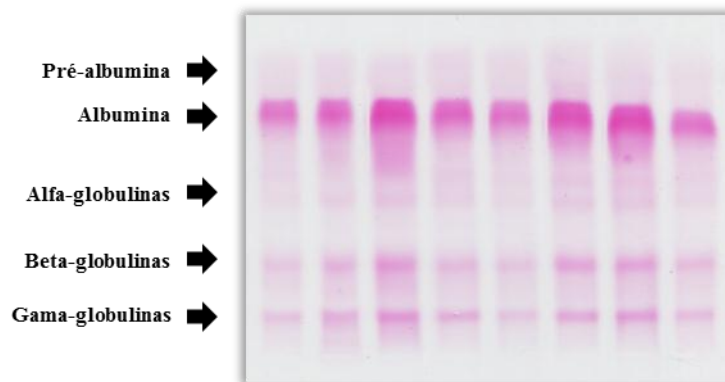


Figura 6. Corrida eletroforética (gel de agarose, coloração Ponceau) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.).

Neste trabalho, a albumina representa, em média, 43,42 e 52,70% das proteínas presentes no soro de *Pseudoplatystoma* spp., correspondendo a 1,63 e 2,21 g/dl nos experimentos 1 e 2, respectivamente. Nota-se que há diferença no valor absoluto e

relativo desta proteína entre os dois experimentos. Provavelmente há interferência do peso do animal sobre os valores padrões desta variável (Figuras 7 e 8).

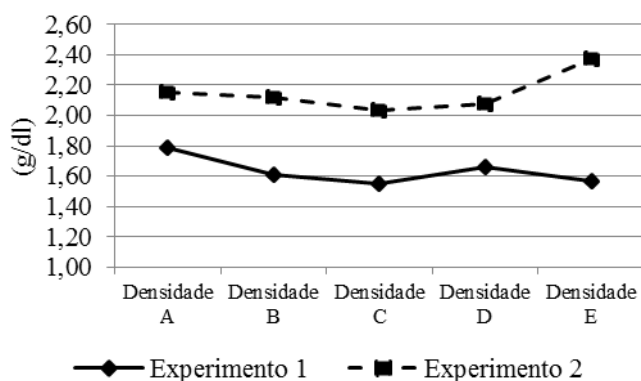


Figura 7. Valores absolutos de albumina (g/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C - 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g, e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C - 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³), 400,0 ± 1,4 g.

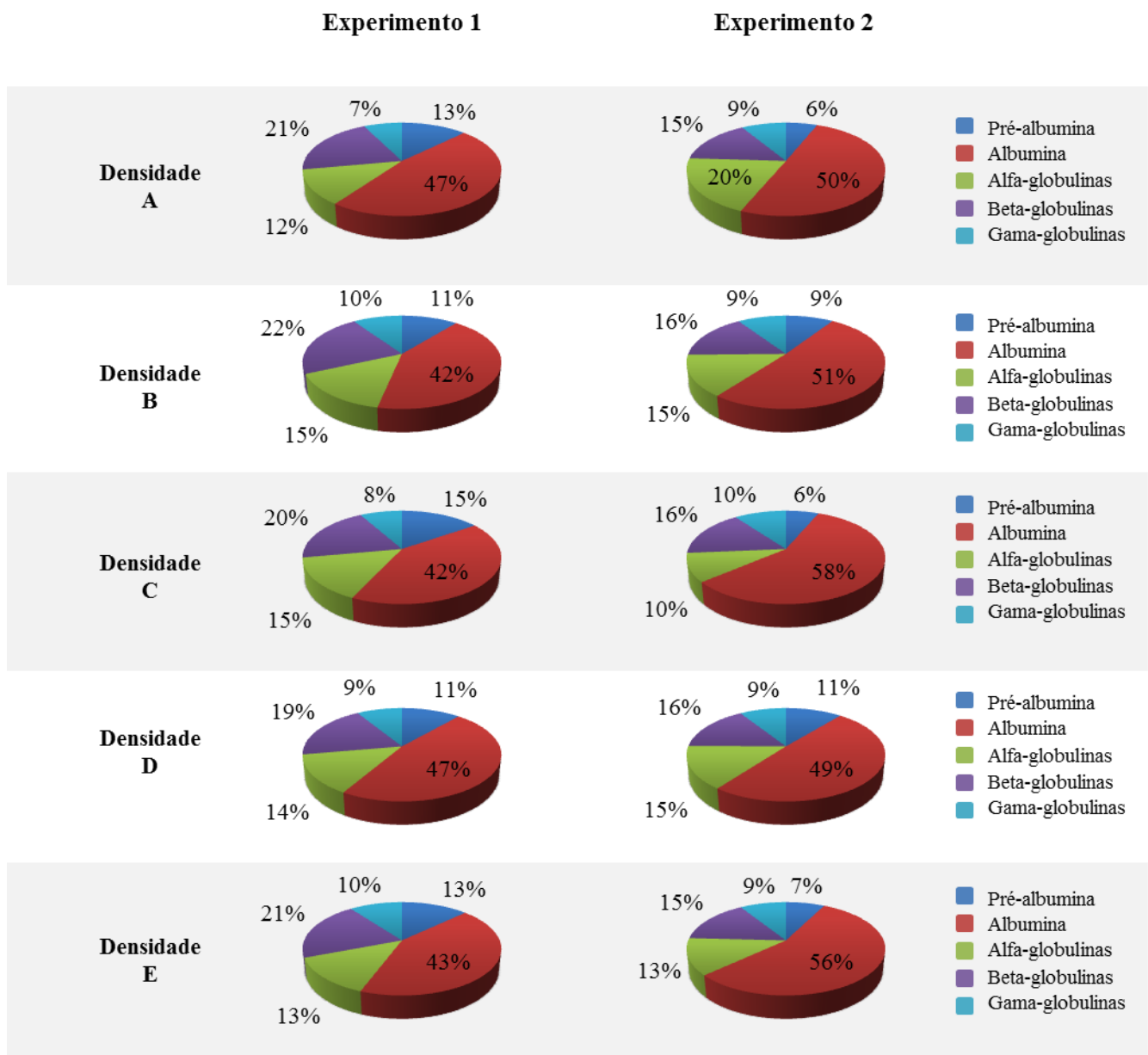


Figura 8. Valores relativos (%) de pré-albumina, albumina, alfa, beta e gama-globulinas (g/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g , e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³), 400,0 ± 1,4 g.

Os principais tipos de proteínas séricas são albumina e globulinas. A albumina é sintetizada no fígado, o qual sofre influência do estado geral deste órgão, balanço hormonal e estresse. Soma-se a

isto, o importante papel no transporte sanguíneo de uma gama de substâncias como ácidos graxos livres, cálcio e medicamentos (Leite, 1995; Hasegawa et al., 2002; Andreeva, 2010).

Melo et al. (2009b) observaram que o valor relativo de albumina no grupo de peixes submetidos ao estresse por hipóxia eram menores quando comparados aos animais do grupo controle. Os autores ressaltaram que, no grupo estressado, houve redução do consumo de ração o que justificaria a queda nos teores de albumina já que esta funcionaria como reservatório móvel de aminoácidos do fígado para os tecidos periféricos, onde poderia ser utilizada para fornecer aminoácidos necessários à síntese de novas proteínas. Da mesma forma, Grasmann et al. (2000) relataram que deficiências protéicas podem reduzir as concentrações de PT e albumina, além de alterar os valores de alfa e beta-globulinas.

Entretanto, a albumina não ocorre em todas as espécies de peixes tampouco na mesma proporção. Em alguns casos, ela pode ser substituída por lipoproteínas ou até mesmo coexistir com estas proteínas e com proteínas similares à albumina, *albumin-like* (Hasnain et al., 2004). No caso da espécie *Cyprinus carpio*, uma lipoproteína de alta densidade com propriedades similares à albumina é a principal responsável pelo transporte de substâncias (Smet et al., 1998). Já no presente trabalho, julgando pela maior concentração de albumina no soro de *Pseudoplatystoma*, aparentemente esta é a principal proteína ligante para esta espécie.

As globulinas, por sua vez, representam um grupo heterogêneo de proteínas que, em função de sua mobilidade eletroforética, são

classificadas em alfa, beta e gamaglobulinas (Godoy et al., 2006). Segundo Melo et al. (2009b) os peixes, diferentemente dos mamíferos e das aves que possuem cinco tipos de imunoglobulinas (Ig) (A, E, D, G e M), apresentam somente um tipo, IgM. Contudo, recentes estudos provaram a existência de mais dois isótopos, IgD e IgT, embora não tenha sido completamente caracterizado seu funcionamento (Bengtén et al., 2006; Rubio-Godoy, 2010).

Pesquisas envolvendo imunoglobulina M estão avançadas em diferentes espécies de peixes. Bagchi et al. (2010) purificaram e caracterizaram a IgM de *Clarias batrachus*. Da mesma forma, Bag et al. (2009) caracterizaram a IgM de três espécies de carpas *Labeo rohita*, *Catla catla* e *Cirrhinus mrigala*. Entretanto para a espécie *Pseudoplatystoma* ainda há necessidade de estudos nesta área.

As concentrações de alfa-globulinas diferiram ($P < 0,05$) entre as densidades de estocagem do Experimento 2 (Tabela 4). Segundo Thrall et al. (2006), o aumento do teor destas proteínas está relacionado à quadros inflamatórios. Entretanto, na síndrome nefrótica é possível verificar aumento da concentração de alfa-globulinas. Da mesma forma, o aumento do teor de beta-globulinas pode ser decorrente de doenças inflamatórias agudas e, também, devido à síndrome nefrótica e doença hepática.

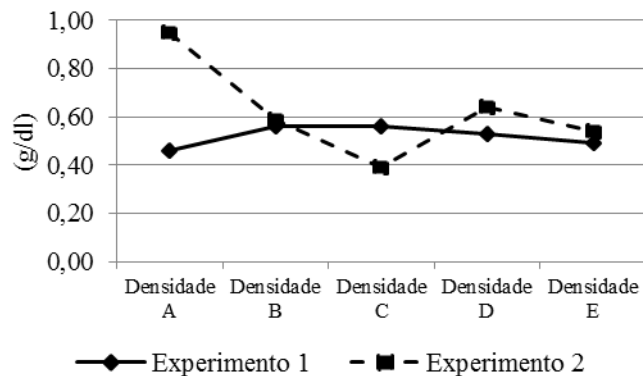


Figura 9. Valores absolutos de alfa-globulinas (g/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g , e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³), 400,0 ± 1,4 g.

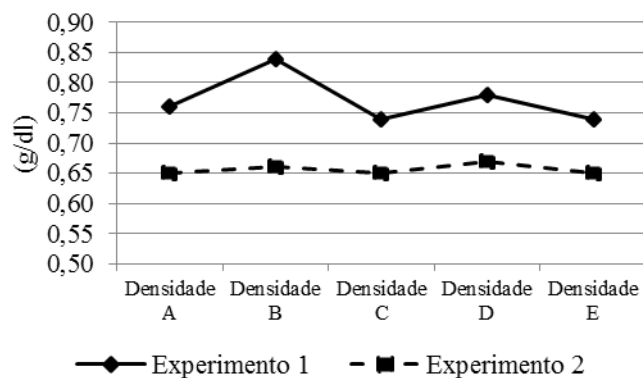


Figura 10. Valores absolutos de beta-globulinas (g/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g , e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³), 400,0 ± 1,4 g.

Em relação às gama-globulinas, sua concentração pode aumentar em respostas imunológicas, porém, o quadro de estresse pode ser caracterizado por diminuição tanto da produção de anticorpos (IgM), quanto do número de células produtoras Ig. As Igs

desempenham papel fundamental na imunidade dos peixes, já que possuem capacidade de reconhecer e interagir com elementos estranhos no organismo (Grasmam et al., 2000; Melo et al., 2009b).

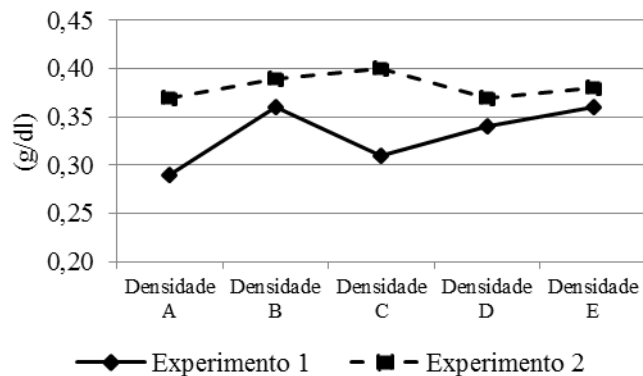


Figura 11. Valores absolutos de gama-globulinas (g/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C - 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g, e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C - 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³), 400,0 ± 1,4 g

Os surubins híbridos (*Pseudoplatystoma reticulatum* X *Pseudoplatystoma coruscans*) deste experimento mantiveram a homeostase sanguínea após diferentes condições de adensamento, pois apresentaram discretas alterações nos valores de proteínas total e fracionadas.

Chen et al. (2002) observaram diminuição do nível plasmático de IgM na espécie *Oreochromis aureus* após a exposição à baixa temperatura. Sala-Rabanal et al. (2003) verificaram que a queda na temperatura da água resulta em diminuição da concentração de gama-globulinas em *Sparus aurata*. Melo et al. (2009b) relataram que, em *Oreochromis niloticus*, após estresse por hipóxia, houve queda no valor de gama-globulinas tanto nas fêmeas (0,71 g/dl) quanto nos machos (0,69 g/dl) quando comparados aos grupos controles (0,76 e 0,82 g/dl, respectivamente).

Sala-Rabanal et al. (2003) verificaram que, para a espécie *Sparus aurata*, a queda de temperatura, tanto brusca quanto gradual, é capaz de causar diminuição nas concentrações plasmáticas de albumina, alfa1 e beta1-globulinas. Os autores justificaram os resultados em parte devido ao estresse, em parte à deficiente produção

hepática de proteínas, já que este órgão apresentou-se com elevado acúmulo de lipídeos, o que poderia ter interferido no seu metabolismo.

Dobsíková et al. (2006), ao estudarem o efeito do piretróide cipermetrina em carpa comum, por 96 horas, observaram que esse agente químico diminuiu os níveis de proteína total, albumina e globulinas no plasma sanguíneo. Khalaf-Allah (1999) observou aumento de proteína total, globulinas e IgM em tilápias nilóticas não imunizadas com antígeno de *Staphylococcus aureus*, expostas a vários tipos de pesticidas por 30 dias.

5.3 Perfil bioquímico sérico

Os valores médios de glicose, colesterol, triglicérides, uréia, creatinina, fosfatase alcalina (FA), aspartato aminotransferase (AST), lactato desidrogenase (LDH), cálcio, fósforo, potássio e magnésio, de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em diferentes densidades de estocagem (A, B, C, D e E) estão relacionados nas tabelas 5 a 15, e nos Figuras 12 a 25.

Tanto no Experimento 1 quanto no 2 não foram observadas diferenças ($P>0,05$) na concentração de glicose entre os grupos estudados (tabelas 5 e 6). É importante

considerar que os valores de glicose provavelmente foram influenciados pelo peso dos animais (Figura 12).

Tabela 5. Valores médios e desvio padrão de glicose (mg/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.), peso médio inicial de $147,6 \pm 2,1$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³) - Experimento 1.

Densidade de estocagem				
A	B	C	D	E
$85,76 \pm 15,56$	$81,62 \pm 16,03$	$84,87 \pm 9,86$	$95,11 \pm 22,14$	$101,00 \pm 48,91$

Não houve diferença estatística, entre os grupos (densidades de estocagem), pela análise de variância ($P>0,05$).

Coefficiente de variação (CV) = 30,12%.

Tabela 6. Valores médios e desvio padrão de glicose (mg/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.), peso médio inicial de $400,0 \pm 1,4$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³) - Experimento 2.

Densidade de estocagem				
A	B	C	D	E
$76,00 \pm 10,58$	$78,12 \pm 13,07$	$78,50 \pm 14,71$	$78,62 \pm 16,27$	$88,22 \pm 25,51$

Não houve diferença estatística, entre os grupos (densidades de estocagem), pela análise de variância ($P>0,05$).

CV = Coeficiente de variação (CV) = 21,38%.

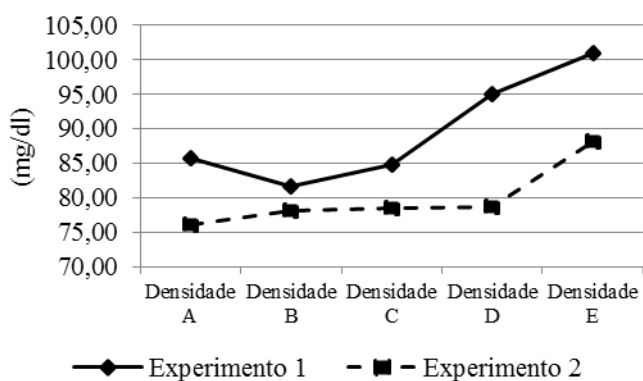


Figura 12. Valores médios de glicose (mg/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³), peso médio inicial de $147,6 \pm 2,1$ g, e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³), $400,0 \pm 1,4$ g.

As diferentes densidades de estocagem não foram fatores estressantes para os surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) deste experimento, pois não foram observadas alterações nos valores de glicose sanguínea destes animais. É sabido que a detecção de agentes estressores pelo organismo do peixe resulta, entre outras alterações, no estímulo para liberação de catecolaminas (adrenalina e noradrenalina) pelas células cromafins, no rim cefálico. As catecolaminas estimulam a glicogenólise, causando a liberação de glicose hepática, o principal carboidrato de reserva do peixe. Contudo, os corticosteróides podem contribuir para a manutenção da hiperglicemia através da gliconeogênese a partir de aminoácidos (Castro e Fernandes, 2009; Oba et al., 2009). A hiperglicemia relacionada ao estresse é relatada em diversos teleostes (Barton e Iwama, 1991) e há, ainda, evidências do envolvimento de catecolaminas na mobilização de ácidos graxos livres, importante fonte de energia para o peixe (Van der Boon et al., 1991).

Carmichael et al. (1984) observaram que, após exposição ao estresse, peixes da espécie *Largemouth bass* apresentaram aumento do nível de glicose. Kubokawa et al. (1999) encontraram valores de glicose, antes de exposição dos peixes ao estresse, de 110,0 mg/dl em machos e 103,0 mg/dl

em fêmeas de *Onchorchus nerka*. Os pesquisadores observaram aumento do nível de glicose a medida que o tempo de exposição foi aumentando, aumento esse mais acentuado que em fêmeas. Segundo Melo (2008), o sexo dos peixes também seria um fator de alteração dos níveis sanguíneos de glicose, já que em trabalho desenvolvido com *Oreochromis niloticus*, os animais machos do grupo controle apresentaram 67,48 mg/dl de glicose, valores significativamente maiores que os das fêmeas controle (45,89 mg/dl).

Deng et al. (2011) estudaram o efeito de diferentes extratos de própolis sobre os níveis sanguíneos de glicose em *Oncorhynchus mykiss*, entretanto, não foram observadas diferenças entre os grupos controle e tratados. Da mesma forma, extratos de alho possivelmente não são fatores estressantes, já que a concentração sanguínea de glicose em *Clarias lazera* tratadas com estes extratos não apresentou diferença ($P>0,05$) dos valores encontrados nos peixes do grupo controle (84,3 mg/dl de glicose) (Al-Salahy, 2002).

No Experimento 1, os resultados de lípedes encontrados não diferiram entre os grupos ($P>0,05$). Os valores podem ser observados na tabela 7.

Tabela 7. Valores médios e desvios padrões de colesterol (mg/dl) e triglicérides (mg/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.), peso médio inicial de $147,6 \pm 2,1$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 27,5; B - 47,5; C - 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³) - Experimento 1.

	Densidade de estocagem					CV
	A	B	C	D	E	
Colesterol	149,97 ± 32,90	137,45 ± 38,03	147,05 ± 333,85	155,36 ± 29,01	139,29 ± 25,79	21,91
Triglicérides	208,94 ± 139,85	186,28 ± 128,41	142,08 ± 52,19	109,25 ± 45,55	133,28 ± 59,10	59,88

Não houve diferença estatística, entre os grupos (densidades de estocagem), pela análise de variância ($P>0,05$).

CV = coeficiente de variação (%).

No Experimento 2, os valores médios de colesterol variaram de 60,12 a 86,18 mg/dl e de triglicérides de 116,95 a 142,46 mg/dl,

sem diferença significativa ($P>0,05$) (Tabela 8 e Figura 13).

Tabela 8. Valores médios e desvios padrões de colesterol (mg/dl) e triglicérides (mg/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.), peso médio inicial de $400,0 \pm 1,4$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³) - Experimento 2.

	Densidade de estocagem					CV
	A	B	C	D	E	
Colesterol	62,78 ± 22,38	69,52 ± 22,04	60,12 ± 23,04	86,18 ± 19,08	76,56 ± 29,96	33,19
Triglicérides	120,50 ± 43,15	116,95 ± 45,86	127,35 ± 23,42	122,88 ± 54,26	142,46 ± 29,70	32,41

Não houve diferença estatística, entre os grupos (densidades de estocagem), pela análise de variância ($P>0,05$).

CV = coeficiente de variação (%).

Colesterol e triglicérides são lipídeos que aparecem no sangue ligados à proteínas, formando o complexo denominado lipoproteína. O colesterol é sintetizado principalmente no fígado que tem importante papel, não somente na síntese, como também no catabolismo e excreção deste lipídeo que é utilizado, pelo organismo, na síntese de hormônios esteróides e como componente das membranas celulares. A concentração de colesterol no sangue pode ser influenciada pela nutrição, pelo nível de atividade dos peixes, pela atividade hepática, assim como pode ser alterada pelo ciclo sexual. Triglicérides são os principais lipídeos do tecido adiposo e a forma mais importante de estocagem de gordura corporal. A concentração de triglicérides no sangue é influenciada pelo teor de gordura

da dieta e, desta forma, é um importante componente sanguíneo a ser avaliado na utilização de novas dietas (LeaMaster et al., 1990; Van der Boon et al., 1991; Thrall et al., 2006).

Acredita-se que, neste experimento, os níveis de colesterol podem ter sido influenciados pelo peso dos animais, e não pelas densidades de estocagem. Observa-se que, em todas as densidades, as concentrações sanguíneas de colesterol apresentadas pelos peixes do Experimento 1 são superiores às concentrações encontradas nos animais do Experimento 2 (Figura 13). No presente trabalho, as concentrações médias de colesterol foram 146,19 mg/dl no primeiro experimento e de 71,04 mg/dl no segundo.

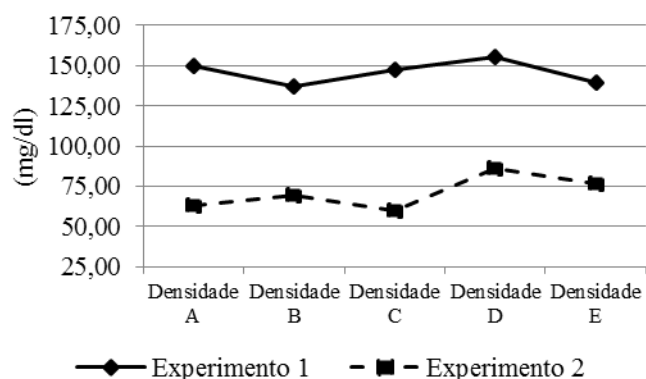


Figura 13. Valores médios de colesterol (mg/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g , e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³), 400,0 ± 1,4 g.

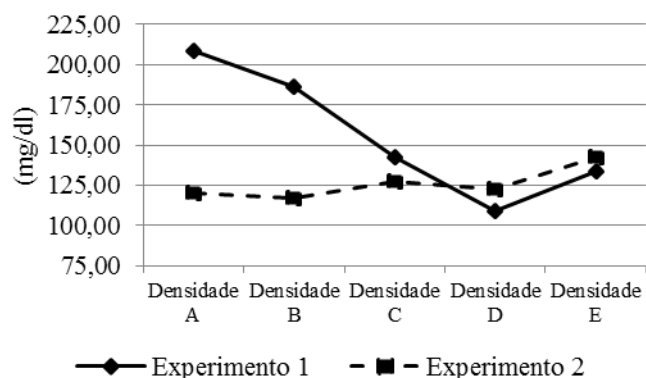


Figura 14. Valores médios de triglicérides (mg/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g , e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³), 400,0 ± 1,4 g.

A influência do sexo sobre a concentração sanguínea de colesterol em *Oreochromis niloticus* foi estudada por Melo (2008), que relatou uma concentração média de 158,80 mg/dl. Esta autora também observou que a dosagem de colesterol nas fêmeas (176,78 mg/dl) foi superior às encontradas nos machos (114,35 mg/dl), o que, em várias espécies de peixes, poderia ser explicado pelo estágio de vitelogênese do mesmo.

A concentração de colesterol e triglicérides encontradas na espécie *Clarias lazera* foram 194,0 e 101,3 mg/dl (Al-Salahy,

2002), semelhantes aos valores de *Pseudoplatystoma* deste trabalho. Deng et al. (2011) encontraram 126,0 mg/dl de colesterol e 72,0 mg/dl de triglicérides em peixes da espécie *Oncorhynchus mykiss*.

Signor et al. (2009) encontraram valores de 247,21 e 275,54 mg/dl de colesterol (P>0,05) em *Rhamdia voulezi* tratados com ração orgânica e convencional, respectivamente, demonstrando que essas não alteraram a concentração plasmática desta variável. Da mesma forma, Pires (2010) afirmou que dieta rica em cromo

levedura não foi capaz de influenciar as concentrações sanguíneas de colesterol e triglicérides em *Oreochromis niloticus*.

Os valores de ureia e creatinina no Experimento 1 variaram de 12,58

(densidade A) a 17,26 mg/dl (densidade D), e de 0,44 (densidade D) a 0,76 mg/dl (densidade A), respectivamente. Os valores de ureia da densidade A difeririam ($P < 0,05$) dos valores da densidade D (Tabela 9).

Tabela 9. Valores médios de ureia (mg/dl) e creatinina (mg/dl), seguidos dos desvios padrões, de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.), peso médio inicial de $147,6 \pm 2,1$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 27,5; B - 47,5; C - 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³) - Experimento 1.

	Densidades de Estocagem					CV
	A	B	C	D	E	
Uréia*	12,58 ± 2,89 A	15,71 ± 4,10 AB	16,7 ± 3,43 AB	17,26 ± 2,53 B	14,88 ± 2,98 AB	20,77
Creatinina**	0,76 ± 0,23	0,46 ± 0,24	0,50 ± 0,13	0,44 ± 0,21	0,46 ± 0,23	44,64

Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente entre os grupos (densidade de estocagem), submetidas à análise de variância e ao teste Tukey* e Kruskal-Wallis**, com $P < 0,05$.

CV = coeficiente de variação (%).

Ao contrário do Experimento 1, no Experimento 2, não houve diferença entre as densidades tanto para os valores de ureia,

quanto para os valores de creatinina (tabela 10).

Tabela 10. Valores médios de ureia (mg/dl) e creatinina (mg/dl), seguidos dos desvios padrões, de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.), peso médio inicial de $400,0 \pm 1,4$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 10; B - 20; C - 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³) - Experimento 2.

	Densidades de Estocagem					CV
	A	B	C	D	E	
Uréia	8,87 ± 5,71	10,31 ± 2,60	13,85 ± 4,66	10,6 ± 7,38	12,86 ± 6,33	49,42
Creatinina	0,45 ± 0,16	0,45 ± 0,17	0,42 ± 0,64	0,36 ± 0,74	0,41 ± 0,12	30,61

Não houve diferença estatística, entre os grupos (densidades de estocagem), pela análise de variância ($P > 0,05$).

CV = coeficiente de variação (%).

Thrall et al. (2006) estipularam que a concentração de uréia em teleósteos de água doce não deve ultrapassar 10 mg/dl. Entretanto, as médias de todos os grupos deste experimento, com exceção da densidade A no Experimento 2, estavam acima deste valor (Figura 15). Al-Salahy (2002) também relatou valores de uréia entre 28,0 e 30,4 mg/dl em *Clarias lazera*. No presente trabalho, também pode-se observar que os animais mais leves

possuem maior concentração sanguínea de uréia, indicando que esta variável pode ter sido influenciada pelo peso dos animais.

A porção caudal dos rins é a principal responsável pela atividade urinária nos peixes. Como este órgão não contribui de forma importante para excreção de resíduos nitrogenados, a avaliação da concentração de ureia e creatinina pode não ter um significado clínico relevante na avaliação

de doenças renais. Em várias espécies de peixes, as brânquias parecem possuir maior responsabilidade na excreção de amônia que os rins, dessa forma, o aumento destas variáveis em peixes podem ser um indicativo de alteração do epitélio

branquial. Também há relatos de que a redução da alimentação por algumas semanas pode resultar na diminuição da concentração sanguínea de ureia (Finco, 1989; McDonald e Milligan, 1992; Thrall et al., 2006).

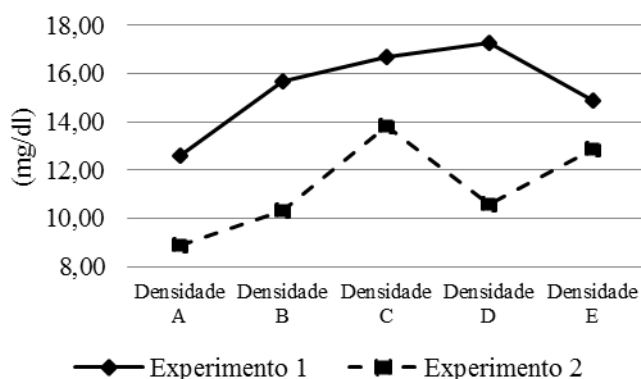


Figura 15. Valores médios de ureia (mg/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g, e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³), 400,0 ± 1,4 g.

Segundo Thrall et al. (2006), os valores de creatinina variam em teleósteos de 0,5 a 2 mg/dl. As concentrações de creatinina observadas no presente experimento estão discretamente abaixo do limite inferior do intervalo proposto por estes autores, com exceção das densidades A (0,76 mg/dl) e C

(0,50 mg/dl) no Experimento 1 (Figura 16). Apesar de surubins serem classificados como peixes teleósteos, as concentrações séricas de uréia e creatinina dos peixes utilizados neste experimento são resultados inéditos na literatura.

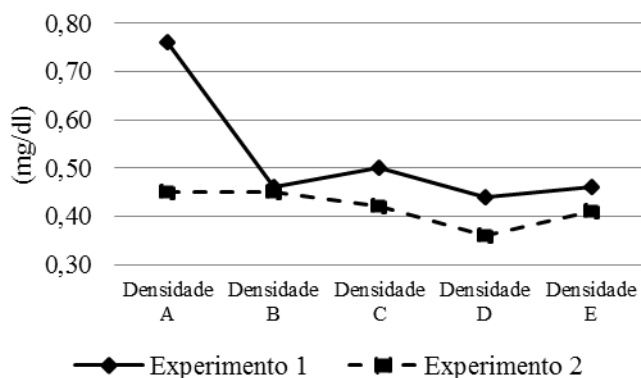


Figura 16. Valores médios de creatinina (mg/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³), 400,0 ± 1,4 g.

A creatinina é o produto final da utilização de energia pelo tecido muscular. Esta é formada a partir da creatina e pode ter sua concentração sanguínea alterada diante de diferentes níveis de atividade muscular (Finco, 1989; McDonald e Milligan, 1992; Thrall et al., 2006). Melo (2008) observou diminuição da concentração de creatinina no grupo de peixes estressados, e justificou estes resultados como consequência da

diminuição de movimentação. Dessa forma, nos animais submetidos ao estresse, o consumo energético pelo tecido muscular seria menor.

No Experimento 1, não foi observada diferença estatística ($P > 0,05$) entre os grupos para os valores de fosfatase alcalina (FA), aspartato aminotransferase (AST) e lactato desidrogenase (LDH) (Tabela 11).

Tabela 11. Valores médios de fosfatase alcalina – FA (U/L), aspartato aminotransferase – AST (U/L) e lactato desidrogenase (U/L), seguidos dos desvios padrões, de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.), peso médio inicial de $147,6 \pm 2,1$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 27,5; B - 47,5; C - 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³) - Experimento 1.

	Densidades de Estocagem					CV
	A	B	C	D	E	
FA	$36,81 \pm 13,78$	$48,23 \pm 12,90$	$38,66 \pm 23,79$	$34,28 \pm 12,14$	$33,24 \pm 10,32$	39,83
AST	$42,47 \pm 19,70$	$35,49 \pm 11,44$	$38,19 \pm 8,52$	$35,68 \pm 6,03$	$38,42 \pm 7,03$	30,07
LDH	$44,58 \pm 6,21$	$43,36 \pm 10,40$	$41,37 \pm 7,42$	$46,43 \pm 13,45$	$50,40 \pm 18,30$	26,85

Não houve diferença estatística, entre os grupos (densidades de estocagem), pela análise de variância ($P > 0,05$).

CV = coeficiente de variação (%).

No Experimento 2, as menores e maiores concentrações observadas foram 44,37 (densidade E) e 72,65 U/L de FA

(densidade A). Os grupos A e E diferiram entre si ($P < 0,05$) tanto para os valores de FA quanto para AST (Tabela 12).

Tabela 12. Valores médios de fosfatase alcalina – FA (U/L), aspartato aminotransferase – AST (U/L) e lactato desidrogenase – LDH (U/L), seguidos dos desvios padrões, de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.), peso médio inicial de $400,0 \pm 1,4$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 10; B - 20; C - 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³) - Experimento 2.

	Densidades de Estocagem					CV
	A	B	C	D	E	
FA	$72,65 \pm 35,27$ B	$51,26 \pm 16,70$ AB	$48,03 \pm 6,66$ AB	$48,68 \pm 15,04$ AB	$44,37 \pm 10,18$ A	36,76
AST	$56,67 \pm 8,24$ A	$60,72 \pm 8,09$ AB	$64,75 \pm 6,27$ AB	$58,71 \pm 7,94$ AB	$74,15 \pm 19,02$ B	17,36
LDH	$32,59 \pm 6,15$	$33,41 \pm 7,22$	$41,23 \pm 6,41$	$36,50 \pm 10,93$	$40,24 \pm 12,04$	24,18

Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente entre os grupos (densidade de estocagem), submetidas à análise de variância e ao teste Tukey, com $P < 0,05$.

CV = coeficiente de variação (%).

Tanto FA (Figura 17), quanto AST (Figura 18) e LDH (Figura 19) aparentam ter suas concentrações séricas influenciadas pelo

peso dos animais. Contudo, essa diferença é mais acentuada nos valores de AST, de forma que os peixes do Experimento 1

apresentam concentrações maiores deste parâmetro.

A enzima FA é lisossomal presente em células de diversos tecidos, especialmente no fígado e nos ossos (osteoblastos), onde participa da mineralização do esqueleto de animais aquáticos, além de desempenhar atividades no transporte de membrana. O aumento da concentração sanguínea de FA pode ser resultado da maior atividade osteoblástica, colestase e doenças crônicas (Bernet et al., 2001; Thrall et al., 2006). Acredita-se que os maiores valores ($P < 0,05$) de FA nos peixes da densidade A (Experimento 2) podem ser decorrentes da

maior taxa de crescimento dos mesmo, já que no presente experimento, os animais cultivados em menores densidades apresentaram maior ganho de peso diário (Quadros 1 e 2).

Os valores de FA variaram muito tanto neste experimento, em que os valores médios foram de 33,24 a 72,64, quanto na literatura consultada. Na espécie *Oreochromis niloticus* foram relatadas concentrações de 24,00 U/L (Chen et al., 2004) e 19,94 U/L (Melo, 2008), e na espécie *Oncorhynchus mykiss* valor de 113,80 (Deng et al., 2011).

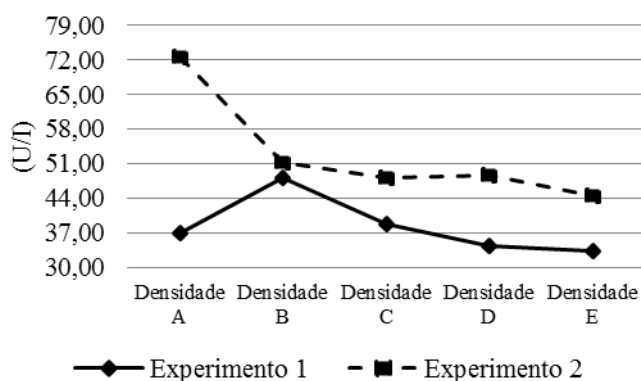


Figura 17. Valores médios de fosfatase alcalina – FA (U/L) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C - 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C - 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³), 400,0 ± 1,4 g.

No Experimento 1, observou-se a menor concentração de AST (56,67) na densidade A, e a maior na densidade E (74,15 U/L). Não foram observadas diferenças da concentração de AST em macho e fêmeas de *Tinca tinca* (Svoboda et al., 2001), assim como para *Oreochromis niloticus* (Melo, 2008). Entretanto, Melo (2008) verificou que, nos animais submetidos ao estresse, os valores de AST foram maiores que nos peixes controle (22,28 U/L), devido à lesão hepática provocada pelo estresse. Da mesma forma, no presente trabalho, animais do Experimento 2 estocados na maior

densidade (E) apresentaram valores de AST estatisticamente diferentes da densidade A. Entretanto, acredita-se que estes resultados sejam decorrentes de discretas lesões musculares devido ao elevado número de animais estocados dentro de cada tanque, e não de lesão hepática já que o valor médio de FA, outro marcador de lesão hepática, observado na densidade E foi o menor do Experimento 2.

Peixes da espécie *Clarias lazera* foram tratados com doses múltiplas do extrato de *Allium cepa* e de *Allium sativum*. A

concentração de AST do grupo controle foi de 58,8 U/L, maior que as dos animais tratados 25,0 e 12,5 U/L (Al-Salahy, 2002). Da mesma forma, a redução dos níveis plasmáticos de AST em *Oncorhynchus mykiss* tratados com extratos de própolis indica que os tratamentos apresentaram efeito hepatoprotetor. Neste experimento o valor de AST para o grupo controle foi de 94,3 U/L (Deng et al., 2011).

AST não é uma enzima hepato-específica e, portanto, pode estar presente tanto nos hepatócitos quanto nas células musculares, renais e, também, pode estar presente nas

brânquias. É comumente utilizada para avaliação hepática, uma vez que doenças hepatocelulares podem resultar em aumento sérico de AST (Thrall et al., 2006).

No experimento 2, a enzima LDH apresentou valores que variaram de 32,59 a 41,23 U/L nas densidades A e C respectivamente. LDH está presente no citoplasma de diferentes células do organismo, entretanto, seu aumento na corrente sanguínea pode estar relacionado à lesão hepática ou muscular (Gaudet et al., 1975; Coz-Rakovac et al., 2005).

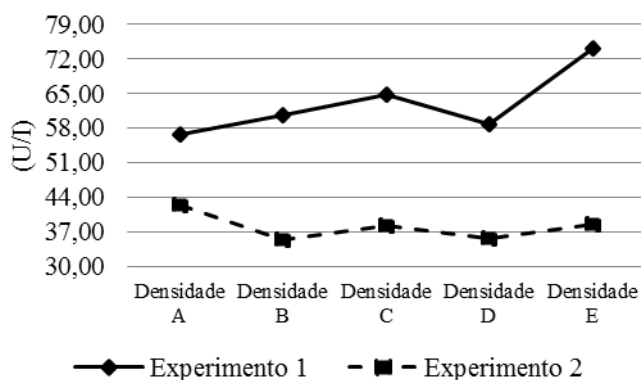


Figura 18. Valores médios de aspartato aminotransferase – AST (U/L) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³), 400,0 ± 1,4 g.

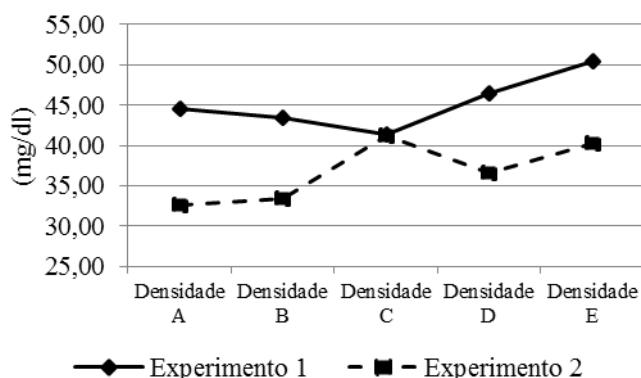


Figura 19. Valores médios de lactato desidrogenase - LDH (U/L) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g, e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³), 400,0 ± 1,4 g.

As concentrações séricas de cálcio, fósforo e potássio não apresentaram diferença

estatística entre grupos (densidades de estocagem) no Experimento 1 (Tabela 13).

Tabela 13. Valores médios de cálcio (mg/dl), fósforo (mg/dl) e potássio (mmol/l), seguidos dos desvios padrões, de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.), peso médio inicial de $147,6 \pm 2,1$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³) - Experimento 1.

	Densidade de estocagem					CV
	A	B	C	D	E	
Cálcio	12,61 ± 1,87	11,84 ± 2,27	11,13 ± 2,45	12,02 ± 3,04	11,74 ± 2,36	20,63
Fósforo	12,47 ± 2,11	12,28 ± 4,12	13,87 ± 2,04	13,07 ± 1,96	14,43 ± 1,56	18,81
Potássio	3,65 ± 1,32	3,50 ± 1,09	3,99 ± 1,01	3,79 ± 1,50	3,59 ± 1,15	33,43

Não houve diferença estatística, entre os grupos (densidades de estocagem), pela análise de variância (P>0,05).

CV = coeficiente de variação (%).

No Experimento 2, assim como no Experimento 1, não houve diferença entre

grupos (P>0,05) para os valores de cálcio, fósforo, potássio e magnésio (tabela 14).

Tabela 14. Valores médios de cálcio (mg/dl), fósforo (mg/dl) e potássio (mmol/l) e magnésio (mg/dl), seguidos dos desvios padrões, de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.), peso médio inicial de $400,0 \pm 1,4$ g, cultivados em cinco densidades de estocagem (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³) - Experimento 2.

	Densidade de estocagem					CV
	A	B	C	D	E	
Cálcio	10,49 ± 0,77	10,36 ± 0,80	10,17 ± 0,65	10,15 ± 0,96	10,29 ± 0,91	8,05
Fósforo	9,67 ± 5,09	11,09 ± 5,14	10,73 ± 1,82	10,66 ± 3,63	13,13 ± 4,67	38,56
Potássio	3,41 ± 1,30	6,16 ± 2,68	5,43 ± 2,51	4,16 ± 1,70	3,56 ± 1,52	44,45
Magnésio	3,52 ± 1,19	3,61 ± 0,31	3,48 ± 0,16	3,52 ± 0,31	3,46 ± 0,16	6,83

Não houve diferença estatística, entre os grupos (densidades de estocagem), pela análise de variância (P>0,05).

CV = coeficiente de variação (%).

O plasma de peixes teleósteos é hiperosmótico em relação à água doce e, por esta razão, são considerados hiper-reguladores e resistem a hiper-hidratação e perdas iônicas por difusão. O equilíbrio osmótico e de íons é realizado através da absorção ativa de íons pelo epitélio do intestino e das brânquias (Thrall et al., 2006).

A concentração sanguínea de cálcio pode ser influenciada pelo conteúdo de cálcio no ambiente. Seu transporte é realizado por células das brânquias e sua regulação é feita pelo hormônio estaniocalcina que atua como bloqueador de canais de cálcio, do modo a evitar hipercalcemia. Também é importante considerar que os níveis de cálcio variam de acordo com a proteína plasmática total e, em humanos, com o pH

do sangue, já que este influencia na ligação de cálcio à albumina (McDonald e Milligan, 1992; Endres e Rude, 1999; Thrall et al., 2006).

No presente trabalho, os níveis de cálcio (Figura 20) e fósforo (Figura 21) dos animais mais leves foi maior que dos animais do Experimento 2, demonstrando que estas variáveis podem ser dependentes do peso dos animais.

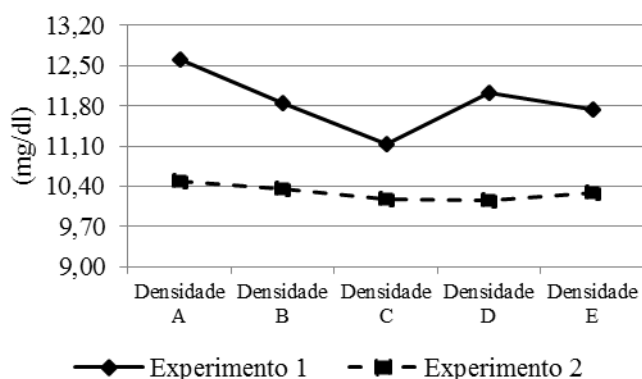


Figura 20. Valores médios de cálcio (mg/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³), 400,0 ± 1,4 g.

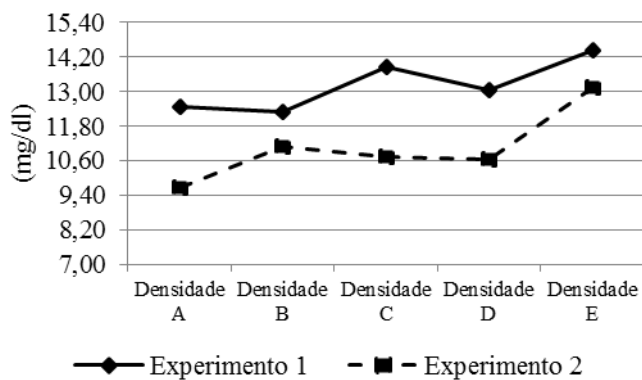


Figura 21. Valores médios de fósforo (mg/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³), 400,0 ± 1,4 g.

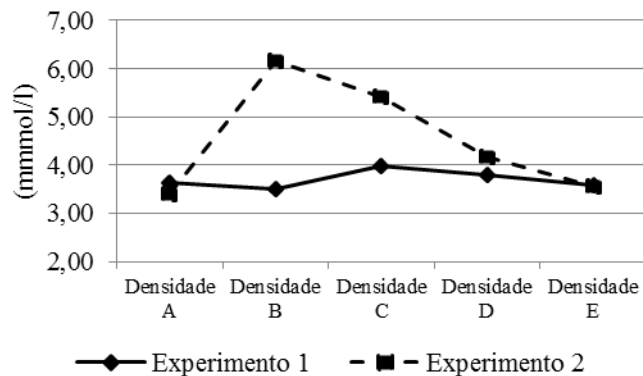


Figura 22. Valores médios de potássio (mmol/l) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³), 400,0 ± 1,4 g.

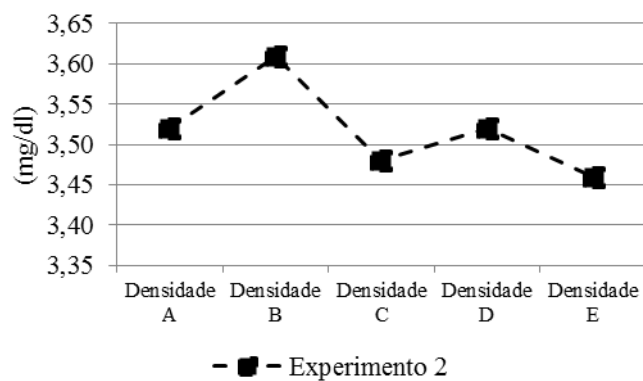


Figura 23. Valores médios de magnésio (mg/dl) de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados em cinco densidades de estocagem no Experimento 1 (A - 27,5; B - 47,5; C- 67,5; D - 87,5 e E - 107,5 peixes/m³), peso médio inicial de 147,6 ± 2,1 g e no Experimento 2 (A - 10; B - 20; C- 30; D - 40 e E - 50 peixes/m³), 400,0 ± 1,4 g.

Os valores de cálcio, fósforo e potássio deste estudo são semelhantes aos observados na literatura para outras espécies de peixes. Na espécie *Piaractus brachypomus* a concentração de cálcio foi de 10,80 mg/dl, a de fósforo 7,29 mg/dl e a de potássio foi 3,93 mmol/l (Sakamoto et al., 2001). Em *Scorpaema porcus* os valores de cálcio, fósforo e potássio foram respectivamente, 14,64 mg/dl, 15,12 mg/dl e 3,81 mmol/l (Celik, 2004). Já Chen et al. (2004) encontraram 3,56 mmol/l de potássio ao estudarem *Oreochromis*

niloticus, e Melo (2008), ao estudar a mesma espécie de peixe, observou concentração de 8,72 mg/dl de cálcio, 7,62 mg/dl de fósforo e 3,45 mg/dl de magnésio.

Fatores como estresse podem causar alteração dos valores destes minerais. Na espécie *Oreochromis niloticus* os teores de fósforo foram sensíveis ao estresse, já que menores concentrações destas variáveis foram encontradas em animais submetidos à hipóxia quando comparados aos peixes controle (Melo, 2008). Também foi

demonstrado que infecção por *Streptococcus iniae* em peixes da espécie *Oreochromis niloticus* foi capaz de aumentar os níveis sanguíneos de potássio e diminuir os valores de cálcio e magnésio (Chen et al., 2004).

As poucas alterações apresentadas pelas variáveis estudadas no perfil bioquímico sanguíneo não caracterizam perda da homeostase nos animais. Demonstrando que os híbridos de surubim mantiveram a saúde independente da densidade de estocagem que foram cultivados.

6. CONCLUSÃO

Os surubins híbridos *Pseudoplatystoma* (*Pseudoplatystoma reticulatum* X *P. coruscans*) mantiveram a homeostase sanguínea após diferentes condições de adensamento.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMAZÁNRUEDA, P.; VAN HELMOND, A.T.M.; VERRETH, J.A.J.; et al. Photoperiod affects growth, behavior and stress variables in *Clarias gariepinus*. *Journal of Fish Biology*, v. 67, p. 1029–1039, 2005.

AL-SALAHY, M.B. Some physiological studies on the effect of onion and garlic juices on the fish, *Clarias lazera*. *Fish Physiology and Biochemistry*, v. 27, p. 129–142, 2002.

ANDRADE, L.S.; HAYASHI, C.; SOUZA, S.R. et al. Canibalismo em larvas de pintado, *Pseudoplatystoma coruscans*, cultivados sob diferentes densidades de estocagem. *Acta Scientiarum Biological Science*, v. 26, p. 299-302, 2004.

ANDREEVA, A.M. The Role of Structural Organization of Blood Plasma Proteins in the Stabilization of Water Metabolism in

Bony Fish (Teleostei). *Journal of Ichthyology*, v. 50, n. 7, p. 552–558, 2010.

ARAÚJO, C.S.O.; TAVARES DIAS, M.; GOMES, A.L.S.; et al. Infecções parasitárias e parâmetros sanguíneos em *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) cultivados no estado do Amazonas, Brasil. In: Tavares Dias, M. *Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo*. Macapá: Embrapa Amapá, 2009, 389-424p.

BAG, M.R.; MAKESH, M.; RAJENDRAN, K.V.; et al. Characterization of IgM of Indian major carps and their cross-reactivity with anti-fish IgM antibodies. *Fish e Shellfish Immunology*, v. 26, p. 275–278, 2009.

BAGCHI, R.A.; PARIKH, P.H.; ROY, N.; et al. Purification and characterization of Indian catfish (*Clarias batrachus*) IgM. *World Journal of Zoology*, v. 5, n. 3, p. 205-209, 2010.

BARCELLOS, L.J.G.; WOHL, V.M.; WASSERMANN, G.F.; et al. Plasma levels of cortisol and glucose in response to capture and tank transference in *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard), a South American catfish. *Aquaculture Research* v. 32, p. 121–123, 2001.

BARTLEY, D.M.; RANA, K.; IMMINK, A.J. The use of hybrids in aquaculture and fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, v. 10, p. 325-337, 2001.

BARTON, B.A.; IWAMA, G.K. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Annual Review of Fish Disease*, v. 1, p. 3-26, 1991.

BENGTÉN, E.; CLEMA, W.; MILLERA, N.W.; et al. Channel catfish immunoglobulins: Repertoire and expression. *Developmental and Comparative Immunology*, v. 30, p. 77–92,

2006.

BERNET, D.; SCHMIDT, H.; WAHLI, T.; et al. Effluent from a sewage treatment works causes changes in serum chemistry of brown trout (*Salmo trutta* L.). *Eco-toxicology and Environmental Safety*, v. 48, p. 140–147, 2001.

BORGHETTI, J.R.; SILVA, U.A.T. Principais Sistemas Produtivos Empregados Comercialmente. In: OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R.; SOTO, D. *Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer*. Brasília: 2008. Cap. 2, p. 73-94.

BRANDÃO, F.R.; GOMES, L.C.; CHAGAS, E.C.; et al. Densidade de estocagem de matyrinxã (*Brycon amazonicus*). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, n.3, p. 299-303, 2005.

BRITISKI, H.A.; SATO, Y.; ROSA, A.B.S. *Manual de identificação de peixes da região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes da Bacia do São Francisco*. 3 ed. Brasília: CODEVASF, 1988, 115p.

BUITRAGO-SUÁREZ, U.A.; BURR, B.M. Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. *Zootaxa*, v. 1512, p. 1-38, 2007.

BURGESS, W.E. *An Atlas of Freshwater and Marine Catfishes: a Preliminary Survey of the Siluriformes*. Neptune: Ed. T.F.H. Publications, 1989, 784p.

BURKERT, D.; ANDRADE, D.R.; SIROL, R.N.; et al. Rendimento do processamento e composição química de files de surubim cultivado em tanque-rede. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 7, p. 1137-1143, 2008.

CAMARGO, S.O.; POUHEY, J.L.; MARTINS, C. Parâmetros eritrocitários do

jundiá (*Rhamdia quelen*) submetido à dieta com diferentes níveis de proteína. *Ciência Rural*, v. 35, n. 6, p. 1406-1411, 2005.

CAMPAGNOLO, R.; NUÑER, A.P.O. Sobrevivência e crescimento de larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans* (Pisces, Pimelodidae), em diferentes densidades de estocagem. *Acta Scientiarum Animal Science*, v. 28, n. 2, p. 231-237, 2006.

CAMPOS, J.L. *O cultivo do pintado, Pseudoplatystoma corruscans* (Spix e Agassiz, 1829). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. Espécies nativas para a piscicultura no Brasil. Santa Maria: Editora da UFSM, 2005. p.327-344.

CARMICHAEL, G.J.; TOMASSO, J.R.; SIMCO, B.A.; et al. Confinement and water quality induced stress in largemouth bass. *Transactions of the American Fisheries Society*, v. 113, p. 767-777, 1984.

CARVALHO, D.C.; ANDRADE, D.A.O.; SOUSA, A.B.; et al. Diversidade genética de surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*), cachara (*P. fasciatum*) e do seu híbrido interespecífico. In: Congresso Brasileiro de Produção de Peixes Nativos de Água Doce, 1., 2007, Dourados. *Anais... Dourados*, 2007.

CARVALHO, D.C.; SEERIG, A.; MELO, D.C.; et al. Identificação molecular de peixes: o caso do Surubim (*Pseudoplatystoma* spp.). *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 32, n. 4, p. 215-219, 2008.

CASTRO, F.J.; FERNANDES, M.N. Efeitos da infecção por parasitos argulídeos na fisiologia e mecanismo de defesa inata em peixes cultivados. In: TAVARES-DIAS, M. *Manejo e sanidade e peixes em cultivo*. Macapá: Embrapa Amapá, 2009, 361-388p.

- CAVALCANTI, A.L.M. *Parâmetros sanguíneos de Tilápia (Oreochromis niloticus) no monitoramento ambiental do chumbo*. 2009. 59f. Dissertação (mestrado) – Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Rio de Janeiro.
- CELIK, E.S. Blood chemistry (Electrolytes, lipoproteins and enzymes) values of Black Scorpion Fish (*Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758) in the Dardanelles, Turkey. *Journal of Biological Sciences*, v. 4, n. 6, p. 716-719, 2004.
- CHAGAS, M.I.O. O estresse na reabilitação: a Síndrome da Adaptação Geral e a adaptação do indivíduo à realidade da deficiência. *Acta Fisiátrica*, v.17, n. 4, p. 193-199, 2010.
- CHANG, E.Y.; LIAO, I.C. Sibling cannibalism of young red drum, *Sciaenops ocellatus*, in relation to size disparity and metabolic rates. *Environmental Biology of Fishes*, v. 68, p. 407–415, 2003.
- CHEN, C.; WOOSTER, G.A.; BOWSER, P.R. Comparative blood chemistry and histopathology of tilapia infected with *Vibrio vulnificus* or *Streptococcus iniae* or exposed to carbontetrachloride, gentamicin, or copper sulfate. *Aquaculture*, v. 239, p. 421–443, 2004.
- CHEN, W.; SUN, L.; TSAI, C.; et al. Cold-Stress Induced the Modulation of Catecholamines, Cortisol, Immunoglobulin M, and Leukocyte Phagocytosis in Tilapia. *General and Comparative Endocrinology*, v. 126, p. 90–100, 2002.
- CNAANI, A.; TINMAN, S.; AVIDAR, Y.; et al. Comparative study of biochemical parameters in response to stress in *Oreochromis aureus*, *O. mossambicus* and two strains of *O. niloticus*. *Aquaculture Research*, v. 35, p. 1434-1440, 2004.
- COSTA, O.F.T.; FERREIRA, D.J.S.; MENDONÇA, F.L.P; et al. Susceptibility of the Amazonian fish, *Colossoma macropomum* (Serrasalminae) to short-term exposure to nitrite. *Aquaculture*, v. 231, p. 627-636, 2004.
- COZ-RAKOVAC, R.; STRUNJAK-PEROVIC, I.; HACMANJEK, M.; Topic Popovic N, Lipej Z, Sostaric B. Blood chemistry and histological properties of wild and cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) in the north Adriatic sea. *Veterinary Research Communication*, v. 29, p. 677–687, 2005.
- CREPALDI, D.V.; FARIA, P.M.C.; TEIXEIRA, E.A.; et al. O surubim na aquacultura do Brasil. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 30, n. 3/4, p. 150-158, 2006.
- CREPALDI, D.V.; MIRANDA, M.O.T.; RIBEIRO, L.P.; et al. Comparação do desempenho de surubim puro, *P. corruscans* e o híbrido *P. corruscans* x *P. fasciatum* em 3 densidades de estocagem. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41, 2004, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: SBZ, 2004.
- DENG, J.; AN, Q.; BI, B.; et al. Effect of ethanolic extract of propolis on growth performance and plasma biochemical parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish Physiology Biochemistry*, 2011.
- DOBSÍKOVÁ, R.; VELISEK, J.; WLASOW, T.; et al Effect of cypermethrin on some haematological, biochemical and histopathological parameters os common carp. *Neuroendocrinol Letter*, v. 27, p. 91-95, 2006.
- DOU, S.Z.; MASUDA, R.; TANAKA, M.; et al. Size hierarchies affecting the social interaction and growth of juvenile Japanese

- flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, v. 233, p. 237-249, 2004.
- ECKERSALL, P. D. Proteins, Proteomics, and the Dysproteinemias. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6. ed. San Diego: Academic Press, 2008, p. 122-127.
- ELLIS, A.E. Bizarre forms of erythrocytes in a specime of plaice, *Pleuronectes platessa*. *Journal of Fish Diseases*, v. 7, p. 411-414, 1984.
- ELOY, A.M.X. *Estresse na produção animal*. Sobral: Embrapa, 2007, 7p. (Comunicado técnico 87).
- ENCARNAÇÃO, R.O. *Estresse e Produção Animal*. 2 ed. Campo Grande: Embrapa, 1992, 31p.
- ENDRES, D.B.; RUDE, R.K. Mineral and bone metabolism. In: *Tietz textbook of clinical chemistry*. 3 ed. Philadelphia: W.B. Saunders. 1999, p.1395-1457.
- FAGUNDES, M.; URBINATI, E.C. Stress in pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) during farming procedures. *Aquaculture*, v. 276, p. 112–119, 2008.
- FAO (Food and Agriculture Organization). The state of world fisheries and aquaculture 2010. Rome: FAO, 2010. 197p.
- FARIA, P.M.C. *Produção de híbridos de Pseudoplatystoma spp. em sistema de recirculação de água*. 2010. 51f. Tese (doutorado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- FERRARIS, C.J.; Checklist of catfishes, recent and fossil (Osteichthyes: Siluriformes), and catalogue of siluriform primary types. *Zootaxa*, v. 1418, p. 628, 2007.
- FINCO, P.R. Kidney function. In: KANEKO, J.J. *Clinical Biochemistry of Domestic Animal*, 4ª edição. London, Academic Press, p. 496-542, 1989.
- FRACALOSSO, D; ZANIBONI FILHO, C.; MEURER, S. No rastro das espécies nativas. *Revista Panorama da Aquicultura*, v. 12, n. 74, p. 43-49, 2002.
- FRISCHKNECHT, R; WAHLI, T.; MEIER, W. Comparison of pathological changes due to deficiency of vitamin C, vitamin E and combinations of vitamins C and E in raibow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of fish Diseases*, v. 17, n. 1, p. 31-45, 1994.
- FUNKENSTEIN, B. Developmental expression, tissue distribution and hormonal regulation of fish (*Sparus aurata*) serum retinol-binding protein. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 129, p. 613-622, 2001.
- GARCIA, F.; MORAES, F.R. Hematologia e sinais clínicos de *Piaractus mesopotamicus* infectados experimentalmente com *Aeromonas hydrophila*. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 31, p. 17-21, 2009.
- GAUDET, M.; RACICOT, J.G.; LERAY, C. Enzyme activities of plasma and selected tissues in rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson. *Journal of Fish Biology*, v. 7, p. 505-512, 1975.
- GILMOUR, K.M.; DIBATTISTA, J.D.; THOMAS, J.B. Physiologicla causes and consequences os social status in salmonid fish. *Integrative and Comparative Biology*. *Oxford*, v. 45, p. 263-273, 2005.
- GODINHO, H.P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquíicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. *Revista Brasileira de*

Reprodução Animal, v. 31, n. 3, p. 351-360, 2007.

GODOY, A.V.; SANTANA, A.E.; NAKAGE, A.P.M.; et al. Perfil eletroforético de proteínas séricas do sangue do cordão umbilical de cães. *Ciência Rural*, v. 36, p. 531-535, 2006.

GONÇALVES, A. Hematologia e macrófagos policariontes em *Colossoma macropomum*, mantidos em duas densidades de estocagem, alimentados com dieta contendo probiótico e espirulina. 2009. 65f. Tese (doutorado) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

GRASMAN, K.A.; ARMSTRONG, M.; HAMMERSLEY, D.L.; et al. Geographic variation in blood plasma protein concentration of young herring gulls (*Larus argentatus*) and Caspian terns (*Sterna caspia*) from the Great Lakes and Lake Winnipeg. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 125, p. 365–375, 2000.

HARRIS, J.; BIRD, D.J. Modulation of the fish immune system by hormones. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, v. 77, p. 163-176, 2000.

HARRIS, R. I.; KOHN, J. The pre-albumin fraction: A useful parameter in the interpretation of routine protein electrophoresis. *Journal of Clinical Pathology*, v. 27, p. 986-989, 1974.

HASEGAWA, M.Y.; FONTEQUE, J.H.; KOHAYAGAWA, A.; et al. Avaliação do perfil eletroforético das proteínas séricas em matrizes pesadas. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v. 4, n. 3, p. 203-207, 2002.

HASNAIN, A.; AHMAD, R.; JABEEN, M.; et al. Biochemical characterization of a protein of albumin multigene Family from sérum of African catfish *Clarias gariepinus*

Bloch. *Indian Journal of Biochemistry e Biophysics*, v. 41, p. 148-153, 2004.

HEMING, T.A. Clinical studies of fish blood: importance of sample collection and mensurement techniques. *American Journal of Veterinary Research*, v. 50, p. 93-97, 1989.

HILBIG, C.C.; ZAMINHAM, M.; DIETERICH et al. W.R.; FEIDEN, A. Hematologia do pacu criado em tanques-rede submetido a diferentes taxas de alimentação. In: Simpósio Nacional de Engenharia de Pesca, n. 2, 2010, Toledo. *Anais...* Toledo: UNIOESTE, 2010.

HOUSTON. A.H.; ROBERTS. W.C.; KENNINGTON. J.A. Hematological response in fish: pronephric and splenic involvements in the goldfish. *Carassius auratus L. Fish Physiology Biochemistry*, v. 15, n. 6, p. 481-489, 1996.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos recursos Naturais Renováveis). Estatística da Pesca 2006 Brasil: grandes regiões e unidades da Federação. Brasília: Ibama, 2008. 174p.

INOUE, L.A.K.A.; CECARELLI, P.S., SENHORINI, J.A. A larvicultura e a alevinagem do pintado e da cachara. *Revista Panorama da Aqüicultura*, v. 13, n. 76, p. 15-21, 2003.

INOUE, L.A.K.A.; HISANO, H.; ISHIKAWA, M.M.; et al. *Princípios básicos para a produção de alevinos de surubim (pintado e cachara)*. Corumbá: Embrapa Agropecuária Oeste, 2009, 26p.

JORGENSEM, E.H.; VIJAYAN, M.M.; ALURU, N.; et al. Fasting modifies Aroclor 1254 impact on plasma cortisol, glucose, and lactate responses to a handling disturbance in *Artic charr*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 132, p. 235-245, 2002.

- KANEKO, J.K.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6 ed. San Diego: Academic Press, 2008, 916p.
- KAWAKAMI, Y.; SEOKA, M.; MIYASHITA, S.; et al. Characterization of transthyretin in the pacific blue fin tuna, *Thunnus orientalis*. *Zoological Science*, v. 23, p. 443-448, 2006.
- KHALAF-ALLAH, S.S. Effect of pesticide water pollution on some haematological, biochemical and immunological parameters in *Tilapia nilotica* fish. *Dtsch Med Wochenschr Journal*, v. 106, p. 67-71, 1999.
- KUBITZA, F. Sistema de Recirculação: Sistemas Fechados com Tratamento e Reuso da Água. *Panorama da Aquacultura*, v. 16, n. 95, p. 15-22, 2006.
- KUBITZA, F.; CAMPOS, J.L.; BRUM, J.A. Surubim: produção intensiva no Projeto Pacu Ltda. e Agropeixes Ltda. *Panorama da Aquacultura*, v. 49, p. 25-32, 1998.
- KUBOKAWA, K.; WATANABE, T.; YOSHIOKA, M.; et al. Effects of acute stress on plasma cortisol, sex steroid hormone and glucose levels in male and female sockeye salmon during the breeding season. *Aquaculture*, v. 172, p. 335-349, 1999.
- LEAMASTER, B.R.; BROCK, J.Q.; FUJIOKA, R.S.; et al. Hematologic and blood chemistry values for *Sarotherodon melanotheron* and a red hybrid tilapia in freshwater and seawater. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 97, p. 525-529, 1990.
- LEITE, J.I.A. Proteínas do plasma. In: VIEIRA, E.C.; FIQUEIREIDO, E.A.; LEITE, J.I.A.; GOMES, M.V. *Química fisiológica*. 2 ed. Editora Atheneu, 1995, 9-16p.
- LIAO, I.C.; CHANG, E.Y. Timing and factors affecting cannibalism in red drum, *Sciaenops ocellatus*, larvae in captivity. *Environmental Biology of Fishes*, v. 63, p. 229-233, 2002.
- LIMA, L.C.; RIBERIO, L.P.; MALISON, J.A.; et al A. Effects of temperature on performance characteristics and the cortisol stress response of surubim *Pseudoplatystoma*. *Journal of the World Aquaculture Society*, v. 37, n. 1, p. 89-95, 2006.
- LUNDBERG, J.G.; LITTMANN, M.W. Family Pimelodidae (Long-whiskered catfishes). In: REIS, R.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS, C.J. JR. (Eds.). *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America*. Porto Alegre: PUC-RS, 2003, p.432-455.
- MARQUES, E.E. *Biologia reprodutiva, alimentação natural e dinâmica da nutrição do pintado Pseudoplatystoma coruscans (Agassiz, 1829) (Osteichthyes, Pimelodidae) no alto rio Paraná*. 104f. Dissertação (mestrado) – Ciências biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- MARTINO, R.C.; CYRINO, J.E.P.; PORTZ, L.; TRUGO, L.C. Performance, carcass composition and nutrient utilization of surubim *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz) fed diets with varying carbohydrate and lipid levels. *Aquaculture Nutrition*, v. 11. n. 2, p. 131-137, 2005.
- MARTINS, M.L.; PILARSKY, F.; ONAKA, E.M.; et al. Hematologia e resposta inflamatória aguda em *Oreochromis niloticus* submetida aos estímulos únicos e consecutivos de estresse de captura. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 30, n. 1, p. 71-80, 2004.

- MCDONALD, D.C.; MILLIGAN, C.L. Chemical properties of the blood. In: HOAR, W.S.; RANDALL, D.J.; FARREL, A.P. *Fish Physiology*. 12 ed. San Diego: Academic Press, 1992, 55-134p.
- MCDONALD, G.; MILLIGAN, C.L. Ionic, osmotic and acid–base regulation in stress. In: IWAMA, G.W.; PICKERING, A.D.; SUMPTER, J.P.; SCHRECK, C.B. (Eds.), *Fish stress and health in aquaculture*. University Press, Cambridge, 1997, 119–144p.
- MELO, D.C. *Indicadores hematológicos e imunológicos após estresse crônico por hipóxia em tilapia (Oreochromis niloticus), linhagem chitralada*. 2008. 38f. Tese (Doutorado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- MELO, D.C.; OLIVEIRA, D.A.A.; MELO, M.M.; et al. Influência do estresse nos sistemas imunológico e hematológico de peixes. *Pubvet*, v. 3, n. 27, p. 1982-1263, 2009a.
- MELO, D.C.; OLIVEIRA, D.A.A.; MELO, M.M.; et al. Perfil proteico de tilápia nilótica chitralada (*Oreochromis niloticus*), submetida ao estresse crônico por hipóxia. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.61, n.5, p.1183-1190, 2009b.
- MIRANDA, M.O.T. *Surubim*. Belo Horizonte: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1997, 156p. (Coleção Meio Ambiente. Série Estudos de Pesca, n. 19).
- MLAY, P.S.; SETH, M.; BALTHAZARY, S.T.; et al. Total plasma proteins and hemoglobin levels as affected by worm burden in freshwater fish in Morogoro, Tanzania. *Livestock Research for Rural Development*, v. 19, n. 2, 2007. Disponível em: <http://www.lrrd.org/lrrd19/2/mlay19019.htm>. Acesso em 29 de Junho de 2011.
- MOMMSEN, T.P.; VIJAYAN, M.M.; MOON, T.W. Cortisol in teleost: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. *Fish Biology and Fisheries*, v. 9, p. 211-268, 1999.
- MORAES, G; BIDINOTTO, P.M. Metabolic impact of handling on *Pseudoplatystoma coruscans*, a widespread Teleost fish. In: International Congress on the Biology of Fish, 2000, Scotland. *Anais...* Scotland: University of Aberdeen, 2000.
- MORGADO, I.; SANTOS, C.R.A.; JACINTO, R.; et al. Regulation of transthyretin by thyroid hormones in fish. *General and Comparative Endocrinology*, v. 152, p. 189–197, 2007.
- MPA (Ministério da Pesca e Aquicultura). Boletim estatístico da pesca e aquicultura, Brasil 2008-2009. Brasília: MPA, 2010. 99p.
- NIEUWEGIESSEN, P.G.V.; BOERLAGE, A.S.; VERRETH, J.A.J.; et al. Assessing the effects of a chronic stressor, stocking density, on welfare indicators of juvenile African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell. *Animal Behaviour Science*, v. 115, p. 233–243, 2008.
- NIKINMAA, M.; SOVIO, A.; NAKARI, T.; LINDGREN, S. Handling stress in brown trout (*Salmo trutta*): physiological responses to transport in fresh water. And recovery in natural brackish water. *Aquaculture*, v. 34, p. 93-99, 1983.
- OBA, E.T.; MARIANO, W.S.; SANTOS, R.L.B. Estresse em peixes cultivados: agravantes e atenuantes para um manejo rentável. In: TAVARES DIAS, M. *Manejo e sanidade de peixes em cultivo*. Amapá: Embrapa, 2009, cap. 8, 226-247p.

- PERRY, S.F.; BERNIER, N.J. The acute humoral adrenergic stress response in fish; facts and fiction. *Aquaculture*, v. 177, p. 285-295, 1999.
- PIRES, K.A. *Efeitos de diferentes fontes e concentrações de cromo sobre aspectos metabólicos e desempenho em tilápias do nilo (Oreochromis niloticus)*. 2010. 51f. Dissertação (mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- PORTO-FORESTI, F.; HASHIMOTO, D. T.; SENHORINI, J. A.; et al. Hibridação em piscicultura: monitoramento e perspectivas. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2010, v. 1, p. 589-601.
- PORTO-FORESTI, F.; HASHIMOTO, D.T.; ALVES, A.L.; et al. Cytogenetic markers as diagnoses in the identification of the hybrid between Piauçu (*Leporinus macrocephalus*) and Piapara (*Leporinus elongatus*). *Genetics and Molecular Biology*, v. 31, n. 1, p. 195-202, 2008.
- POWER, D.M.; MELO, J.; SANTOS, C.R.A. The effect of food deprivation and refeeding on the liver, thyroid hormones and transthyretin in sea bream. *Journal of Fish. Biology*, v. 56, p. 374–387, 2000.
- RAILO, E.; NIKINMAA, M.; SOIVIO, A. Effects of sampling of blood parameters in the rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Journal of Fish Biology*, v. 26, p. 725-732, 1985.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T.; ISHIKAWA, C.M.; EIRAS, A.C.; et al. Effects of an experimental challenge with *Mycobacterium marinum* on the blood parameters of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757). *Archives of Biology and Technology*, n. 47, p. 945–953, 2004.
- REID, S. La biología de los bagres rayados *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. tigrinum* en la cuenca del Río Apure, Venezuela. *Revista Unellez Ciencia y Tecnología*, v. 1, p. 13–41, 1983.
- RESENDE, E. K.; OLIVEIRA, C. A. L.; LEGAT, A. P.; et al. Melhoramento animal no Brasil: uma visão crítica espécies aquáticas. In: Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal, 5., 2010, Maringá. *Anais...* Maringá, 2010.
- ROSOL, T.J.; CAPEN, C.C. Calcium-regulating hormone and diseases of abdominal mineral (calcium, phosphorus, magnesium metabolism). In: Kaneko J.J. *Clinical Biochemistry of Domestic Animal*, 4ª edição. London, Academic Press, p.678-745, 1989.
- ROSOL, T.J.; CAPEN, C.C. Calcium-regulating hormones and diseases of abnormal mineral (calcium, phosphorus, magnesium) metabolism. In: Kaneko J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. *Clinical Biochemistry of Domestic Animal*. 5. ed. San Diego: Academic Press, 1997. Cap. 23, p. 619-702.
- ROUBACH, R.; CORREIA, E.S.; ZAIDEN, S.F.; et al. Aquaculture in Brazil. *World Aquaculture*, v. 34, n. 1, p. 28–34, 2003.
- RUBIO-GODOY, M. Inmunología de los peces óseos - Revisión. *Revista Mexicana de Ciencia Pecuaria*, v. 1, n. 1, p. 47-57, 2010.
- SAKAMOTO, K.; LEWBART, G.A.; SMITH, T.M. Blood chemistry value of juvenile Red Pacu (*Piaractus brachypomus*). *Veterinary Clinical Pathology*, v. 30, n. 2, p. 50-52, 2001.

- SALA-RABANAL, M.; SÁNCHEZ, J.; IBARZ, A.; et al. Effects of low temperatures and fasting on hematology and plasma composition of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Fish Physiology and Biochemistry*, v. 29, p. 105–115, 2003.
- SALARO, A.L.; LUZ, R.K.; NOGUEIRA, G.C.C.B.; et al. Diferentes densidades de estocagem na produção de alevinos de trairão (*Hoplias cf. lacerdae*). *Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa*, v. 32, n. 5, p. 1033-1036, 2003.
- SANTANA, A.M.; FAGLIARI, J.J.; CAMARGO, C.M.S.; et al. Proteinograma sérico de veados-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) criados em cativeiro obtido por eletroforese em gel de agarose e de poliácridamida (SDS PAGE). *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 60, n. 6, p. 1560-1563, 2008.
- SANTOS, E. *Peixes de água doce: vida e costumes dos peixes do Brasil*. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia, 1981, 267p. (Coleção Zoologia Brasília, v.2).
- SATAKE, F.; FAGLIARI, J. J. Proteinogramas séricos de tamanduás-bandeiras (*Myrmecophaga tridactyla*) de vida-livre e de mantidos em cativeiro. *ARS Veterinária*, v. 22, n. 2, p. 112-116, 2006.
- 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*. Macapá: Embrapa Amapá, 2009, 330-450p.
- SCORVO FILHO, J.D.; RAMAGOSA, E.; AYROZA, L.M.S.; et al. Desempenho produtivo do pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829), submetidos a diferentes densidades de estocagem em dois sistemas de criação: intensivo e semi-intensivo. *B. Inst. Pesca*, v. 34, n. 2, p. 181-188, 2008.
- SCRIBNER, K.T.; PAGE, K.S.; BARTRON, M.L. Hybridization in freshwater fishes: a review of case studies and cytonuclear methods of biological inference. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, v. 10, p. 293–323, 2001.
- SHAMSUDDIN, S.; SHAGUFTA, J.K.; GAYASUDDIN, M. Comparative Study of Serum Proteins of Man and Four Teleosts: Using Polyacrylamide Gel Electrophoresis. *Advances in Biological Research*, v. 5, n. 3, p. 170-173, 2011.
- SIGNOR, A.A.; DIEMER, O.; YANO, C.F.; et al. Parâmetros hematológicos e bioquímicos de jundiás (*Rhamdia voulezi*) submetidos à alimentação com certificação orgânica e convencional. In: Simpósio internacional de nutrição e saúde de peixes, n. 3, 2009, Botucatu. *Anais... Botucatu: UNESP*, 2009, p. 1-3.
- SILVEIRA, U.S.; LOGATO, P.V.R.; PONTES, E.C. Fatores estressantes em peixes. *Revista Eletrônica Nutritime. Viçosa*, v. 6, n. 4, p. 1001-1017, 2009.
- SMERMAN, W.; CASTRO, J.G.D.; TOLEDO, J.J.; et al. Larvicultura de pintado (*Pseudoplatystoma* sp) em Alta Floresta - Mato Grosso. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 2, n. 1, 2002.
- SMET, H.; BLUST, R.; MOENS, L. Absence of albumin in the plasma of the common carp *Cyprinus carpio*: binding of fatty acids to high density lipoprotein. *Fish Physiology and Biochemistry*, v. 19, p. 71–81, 1998.
- SOUZA-FILHO, J.J.; CERQUEIRA, V.R. Influência da densidade de estocagem no cultivo de juvenis de robalo-flecha mantidos em laboratório. *Pesquisa*

- Agropecuária Brasileira*, v. 38, n. 11, p. 1317-1322, 2003.
- STEINHAGEN, D.; OESTERREICH, B.; KORTING, W. Carp coccidiosis: clinical and hematological observations of carp infected with *Goussia carpelli*. *Disease Aquaculture Organisms*, n. 30, p. 137-143, 1997.
- SVOBODA, M.; KOURIL, J.; HAMÁCKOVÁ, J.; et al. Biochemical profile of blood plasma of tench (*Tinca tinca* L.) during pre- and postpawining period. *Acta Veterinaria Brunensis*, v. 70, p. 259-268, 2001.
- TAVARES DIAS, M.; MORAES, F.R.; ONAKA, E.M.; et al. Changes in blood parameters of hybrid tambacu fish parasitized by *Dolops carvalhoi* (Crustacea, Branchiura), a fish louse. *Veterinary Archives*, v. 77, p. 355-363, 2007.
- TAVARES DIAS, M.; ISHIKAWA, M.M.; MARTINS, M.L.; et al. Hematologia: ferramenta para o monitoramento do estado de saúde de peixes em cultivo. In: Saran-Neto; Mariano, W.S.; Pozzobon-Soria. *Tópicos Especiais em Saúde e Criação Animal*. São Carlos: Pedro & João Editores, 2009, cap. 3, 43-80 p.
- TAVARES DIAS, M.; MELO, J.F.B.; MORAES, G.; et al. Características hematológicas de Teleósteos 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. 107-114, 2003.
- TAVARES DIAS, M.; SCHALCH, S.H.C.; SILVA, E.D.; et al. Características Hematológicas de *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) Cultivada Intensivamente em “Pesque-Pague” do Município de Franca, São Paulo, Brasil. *ARS Veterinária*, v. 16, p. 78-82, 2000.
- TAVARES DIAS, M.; TENANI, R.A.; GIOLO, L.D.; et al. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. II. Parâmetros sanguíneos de *Piaractus mesopotamicus* Holmberg (Osteichthyes, Characidae) em policultivo intensivo. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 16, n. 2, p. 431-431, 1999.
- THRALL, M. A; BAKER, D.C; CAMPBELL, T.W.; et al. Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária. São Paulo: Rocca, 2006. 582p.
- TOLEDO-FILHO, S.A.; ALMEIDA-TOLEDO, L.F.; FORESTI, F.; CALCAGNOTTO, D.; et al. *Programas genéticos de seleção, hibridação e cruzamento aplicados à piscicultura*. São Paulo: CCS/USP, 1998 (Cadernos de Ictiogenética, v. 4).
- TURRA, E.M.; QUEIROZ, B.M.; TEIXEIRA, E.A.; et al. Densidade de estocagem do surubim *Pseudoplatystoma* spp. cultivado em tanque-rede. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 10, n. 1, p. 177-187, 2009.
- URBINATI, E.C.; ABREU, J.S.; CAMARGO, A.C.S.; et al. Loading and transport stress of juvenile matrinxã (*Brycon cephalus*, Characidae) at various densities. *Aquaculture*, v. 229, p. 389-400, 2004.
- VAN DER BOON, J.; VAN DEN TRILLART, G.E.E.J.M.; ADDINK, A.D.E. The effect of cortisol administration on intermediary metabolism in teleost fish. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Vancouver, v.1, p. 47-53. 1991.

VIDAL, L.V.O.; ALBINATI, R.C.B.; ALBINATI, A.C.L.; et al. Eugenol como anestésico para a tilápia-do-nilo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n. 8, p. 1069-1074, 2008.

VIJAYAN, M.M.; BALLANTYNE, J.S.; LEATHERLAND, J.F. Cortisol-induced change in some aspects of the intermediary metabolism of *Salvelinus fontinalis*. *General and Comparative Endocrinology*, v. 82, p. 476-486, 1991.

VINATEA ARANA, L. *Princípios químicos de qualidade de água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões*. 2. ed. Florianópolis: editora da UFSC, 2004. 231p.

WEISS, D.J.; WARDROP, J.; SCHALM, O.W. *Schalm'sveterinary hematology*. 6 ed. Iowa: Blackwell Publishing, 2010, 1206p.

WELCOMME, R.L. *River fisheries*. Roma: Food and Agriculture Organization (FAO), 1985, 330p.

WENDEMEYER, G. *Physiology of fish in intensive culture system*. New York: Chapman e Hall, 1996, 300p.

WENDERLAAR BONGA, S.E. The stress response in fish. *Physiological Reviews*, v. 77, n. 3, p. 591-625, 1997.

WOJTASZEK, J.; DZIEWULSKA-SZWAJKOWSKA, D.; LOZINSKA-GABSKA, M.; et al. Hematological effects of high dose of cortisol on the carp (*Cyprinus carpio L.*): cortisol effect on the carp blood. *Gen. Comparative Endocrinology*, v. 125, p. 176-183, 2002.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL
- C E T E A -

CERTIFICADO

Certificamos que o **Protocolo nº 88/2008**, relativo ao projeto intitulado "**Avaliação do desempenho de surubim (*Pseudoplatystoma sp.*) em diferentes densidades de estocagem em um sistema de recirculação de água**", que tem como responsável(is) **Lincoln Pimentel Ribeiro**, está(ão) de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pelo **Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA/UFMG)**, tendo sido aprovado na reunião de **25/ 06/2008**.

Este certificado expira-se em **25/ 06/ 2013**.

CERTIFICATE

We hereby certify that the **Protocol nº 88/2008**, related to the project entitled "**Evaluation of surubim performance (*Pseudoplatystoma sp.*) at different storage densities in a recirculating system**", under the supervisors of **Lincoln Pimentel Ribeiro**, is in agreement with the Ethical Principles in Animal Experimentation, adopted by the **Ethics Committee in Animal Experimentation (CETEA/UFMG)**, and was approved in **June 25, 2008**.

This certificate expires in **June 25, 2013**.

Belo Horizonte, 27 de Junho de 2008.

Prof. Humberto Pereira Oliveira
Coordenador do CETEA/UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais
Avenida Antônio Carlos, 6627 – Campus Pampulha
Unidade Administrativa II – 2º Andar, Sala 2005
31270-901 - Belo Horizonte, MG - Brasil
Telefone: (31) 3499-4516 – Fax: (31) 3499-4592
www.ufmg.br/bioetica/cetea - cetea@prpq.ufmg.br

(Mod.Cert. v1.0)