Perfil bioquímico sérico de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques rede durante as estações do verão e inverno

Serum Biochemical Profile of Nile Tilapias (*Oreochromis niloticus*) Bred in Net Cages during Summer and Winter

Gustavo Moya Rodrigues¹, Fernanda Gatti de Oliveira Nascimento¹, Amanda Bizare², Wilson Junior Oliveira², Ednaldo Carvalho Guimarães³ & Antonio Vicente Mundim⁴

ABSTRACT

Background: The growth of fish farming in Brazil has been noticeable over the past few years, and the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) is the most bred species in the country. Studies on the physiology of these animals are necessary so that the production continues to grow and to improve its rates. However, very discrepant data are still found in the area of blood biochemistry. The aim of this study was to evaluate the physiological variations in serum concentrations of proteins, metabolites, electrolytes and serum enzymes in Nile tilapias bred in net cages in Cachoeira Dourada, state of Minas Gerais, Brazil, during summer and winter.

Materials, Methods & Results: During the year of 2016, samples from 100 Nile tilapias were collected during summer (January and February) and samples from 100 Nile tilapias were also collected during winter (July and August). Only one blood sample was collected by caudal venipuncture of each fish, just before the slaughter, always in the morning. The serum samples obtained were then analyzed for serum concentrations of proteins, metabolites, electrolytes, lipids and serum enzymes. Serum concentrations of total proteins, globulins, triglycerides, high density lipoprotein (HDL), alkaline phosphatase, sodium and chloride were significantly higher during winter in comparison to summer, while the serum concentration of uric acid was significantly lower during winter in comparison to summer.

Discussion: Due to the lower temperature of water during winter, tilapias reduced food intake and became more susceptible to diseases, which led to an increase in circulating globulins. In that same season, there was an increase in serum concentrations of sodium and chloride as a result of adding sodium chloride to the water in order to stimulate mucus secretion on the fishes' skin and gills to prevent pathologies. Triglycerides, HDL, and uric acid are considered indicators of nutritional status of animals. The increase in serum concentrations of triglycerides and HDL indicates that tilapias are mobilizing energy reserves, however, when the increase in serum concentrations of uric acid is observed, it is fair to assume there has been an increase in food intake, raising protein catabolism. The increase of serum concentration in alkaline phosphatase is caused by the presence of multiple forms of enzymes that are induced by the action of endogenous corticosteroids, which are produced as a result of the stress suffered by tilapias during the fishing process and during winter, when the water temperature is lower than the ideal for this species. It can be concluded that the season has influence on some serum biochemical constituents of Nile tilapias bred in net cages, and that the predominant variations happen during winter due to immunity decline and during summer due to the increase in food intake and, consequently, in the metabolism of tilapias.

Keywords: clinical biochemistry, *Oreochromis niloticus*, pisciculture, temperature.

Descritores: bioquímica clínica, *Oreochromis niloticus*, piscicultura, temperatura.

DOI: 10.22456/1679-9216.81814

Received: 30 September 2017

Accepted: 18 January 2018

Published: 12 February 2018

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, ²Residência Uniprofissional em Medicina Veterinária, ³Faculdade de Matemática & ⁴Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, MG, Brazil. CORRESPONDENCE: G.M. Rodrigues [gugamoya@hotmail.com - Tel.: +55 (34) 3225-8604]. Faculdade de Medicina Veterinária - UFU. Av. Pará n.1720. Bloco 2T. Bairro Umuarama. CEP 38400-902 Uberlândia, MG, Brazil.

INTRODUÇÃO

A tilápia é um peixe originário da África, e no Brasil surge como um expoente nas criações intensivas, devido ao incentivo para consumo de peixes e sua alta adaptabilidade ao clima brasileiro [8]. Considerado o sexo maior produtor de tilápia no mundo, o Brasil produziu cerca de 220 mil toneladas no ano de 2015, representando quase 45% de todo pescado produzido no país [11].

Os diferentes ambientes no país contribuem para um habitat em que as tilápias se adaptam mais facilmente, pois as temperaturas da água giram em torno da ideal para essa espécie que é de 26°C a 28°C [16]. Todavia somente a temperatura não é o suficiente para garantir animais saudáveis e com elevada produtividade, logo se faz necessário a avaliação precoce das variações fisiológicas dos valores bioquímicos com o intuito de manter o controle das enfermidades no plantel [6].

Entre as ferramentas utilizadas na clínica, a bioquímica sanguínea possui papel fundamental para a identificação de doenças, bem como dos distúrbios metabólicos e nutricionais. Apesar da importância da tilápia do Nilo na piscicultura brasileira poucos são os estudos sobre as variações no perfil bioquímico sérico nesta espécie, em especial durante o período do inverno e verão brasileiro.

No presente estudo objetivou-se avaliar as variações fisiológicas nas concentrações séricas das proteínas, metabólitos, eletrólitos e enzimas em tilápias do Nilo criadas em tanques rede para o consumo humano na cidade de Cachoeira Dourada, MG, durante o inverno e verão no ano de 2016 e comparar os valores obtidos nas duas estações.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local

O experimento foi realizado em uma piscicultura localizada na represa do rio Paranaíba no município de Cachoeira Dourada, no estado de Minas Gerais, Brasil. As coordenadas geográficas da cidade são: latitude 18° 30' 54" Sul, longitude 49° 30' 05" Oeste e altitude de 450 m. Com a temperatura média anual de 24,6°C.

Animais

Foram utilizadas 200 tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), pesando entre 0,9 a 1,1 kg, medindo entre 25 e 40 cm de comprimento no pré abate, aproximadamente aos 200 dias de vida, todos provenientes de tanques rede, com a densidade de 100 peixes por metro cúbico.

Ração

Todos os peixes eram alimentados quatro vezes ao dia com ração comercial extrusada de crescimento para peixes, seguindo a recomendação do fabricante. A composição da ração pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição da ração comercial extrusada de crescimento para peixes utilizada na piscicultura do município de Cachoeira Dourada, MG, Brasil.

Elemento	Quantidade	Elemento	Quantidade
Proteína bruta	320 g	Manganês	35 mg
Fibra bruta	70 g	Selênio	0,25 mg
Matéria mineral	140 g	Zinco	70 mg
Cálcio	20 g	Extrato etereo	65 g
Fósforo	6000 mg	Iodo	1 mg
Sódio	1480 mg	Ferro	42 mg
Vitamina A	5600 UI	Cobre	7 mg
Vitamina E	87,50 UI	Cobalto	0,35 mg
Vitamina D3	1580 UI	Pantotenato de cálcio	28 mg
Vitamina K3	10,50 mg	Ácido fólico	3,50 mg
Vitamina C	250 mg	Biotina	0,04 mg
Tiamina	11,20 mg	Niacina	59,50 mg
Riboflavina	11,20 mg	Vitamina B12	11,20 mcg
Piridoxina (B6)	11,20 mg		

Água

A temperatura da água foi verificada por meio de leitura direta em termômetro de mercúrio no dia anterior a captura dos peixes, onde foi possível obter os valores de temperaturas mínima, média e máxima. A análise da água foi realizada por laboratório de ensaio acreditado pela norma ABNT NBR ISSO/IEC 17025:2005, nos meses de dezembro de 2015 e janeiro de 2016, e todos os resultados obtidos permaneceram dentro dos limites recomendados para águas de reservatório hidroelétrico.

Coleta das amostras de sangue

Durante o ano de 2016, foram coletadas amostras de 100 tilápias do Nilo durante a estação do verão, nos meses de janeiro e fevereiro, e, amostras de 100

tilápias do Nilo durante a estação do inverno, nos meses de julho e agosto. Foi realizada apenas uma coleta de sangue de cada peixe, anteriormente ao abate, sempre no período da manhã (entre 07 e 08 h).

Os peixes foram insensibilizados através do método já consagrado para abate, mergulhando-os em tanque com gelo para se obter choque térmico. Logo em seguida, em um período máximo de quarenta minutos, realizou-se a coleta de sangue e para facilitar o manuseio, as tilápias foram colocadas em cima de pano branco e úmido para evitar o ressecamento das escamas.

Foram coletados quatro mililitros de sangue de cada peixe, por punção da veia caudal em tubos com gel separador e ativador de coágulo. Após a coagulação sanguínea as amostras foram transportadas em caixas isotérmicas até o Laboratório Clínico Veterinário da FAMEV/UFU, onde foram centrifugadas a 720 g por 10 min. Os soros sanguíneos obtidos foram acondicionados em microtubos (ependorfs) e mantidos sob congelamento (-20°C), por um período não superior a 48 h, até o momento das análises bioquímicas.

Processamento das análises bioquímicas

Foram determinadas em cada amostra de soro as concentrações dos elementos relacionados na Tabela 2, com respectivas metodologias usadas, em analisador automático ChemWell 2910^{®1}, previamente calibrado (Calibra H) e aferido com soro controle (Qualitrol), utilizando kits comerciais Labtest Diagnóstica^{®2}. As concentrações séricas de sódio, cloreto e potássio foram determinadas em analisador automático EasyLyte^{®3}, previamente calibrado.

Análise estatística

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado. Os resultados obtidos foram submetidos à análise descritiva (média e desvio padrão) e foram testadas a normalidade dos resíduos e a homogeneidade de variâncias de cada variável com a finalidade de definir o tipo de teste a ser aplicado. Para os dados com distribuição normal utilizou-se o teste T para comparação de médias e o teste de Mann-Whitney quando não foi observada a distribuição normal, com significância de 5%. Todos os procedimentos de análises foram realizados na ferramenta Action[®] 2.9.

Tabela 2. Elementos bioquímicos séricos analisados e suas respectivas metodologias.

Elemento bioquímico	Método
Proteínas totais	Biureto
Albumina	Verde de bromocresol
Globulinas	Cálculo valor da proteína total - albumina
Relação A:G	Cálculo valor albumina/valor globulinas
Colesterol total	Cinético enzimático Trinder
Triglicérides	Cinético enzimático Trinder
HDL	Acelerador-detergente selectivo
Ureia	Ureasecinético UV
Creatinina	Picratoalcalino Labtest
Ácido urico	Cinético enzimático Trinder
Cálcio total	CPC cresoltaleína-complexona
Cálcio ionizado	Cálculo conforme recomendações do kit
Fosforo	Fosfomolibdato
Sódio	Eletrodo Íon Seletivo
Potássio	Eletrodo Íon Seletivo
Relação Na:K	Cálculo valor de Na/valor de K
Cloreto	Eletrodo Íon Seletivo
Creatina quinase total	Cinético UV IFCC
Alanina aminotransferase	Cinético UV IFCC
Aspartatoaminotransferase	Método cinético UV IFCC
Fosfatase alcalina	Cinético otimizado
Gama glutamiltransferase	Szasz modificado

RESULTADOS

A temperatura da água dos tanques rede foi verificada durante as estações de verão e inverno. É possível observar diferença estatística significativa ao se comparar as temperaturas da água nas duas estações (Tabela 3), sendo que durante o inverno a temperatura mínima foi de 15,62°C, caracterizando uma diferença de aproximadamente 40% quando comparada com a temperatura mínima observada durante o verão. Enquanto que no verão a temperatura máxima da água foi de 29,75°C, caracterizando uma diferença de aproximadamente 32% quando comparada com a temperatura máxima observada durante o inverno. Indicando que a estação do ano exerceu influência na temperatura da água dos tanques rede.

Ao confrontar a média das concentrações séricas dos elementos no grupo geral de peixes, considerando inverno e verão juntos, com os resultados

obtidos em dois estudos anteriores com tilápias [5,14], percebe-se que as médias de proteínas totais, globulinas, ureia e fosfatase alcalina estão acima do intervalo médio das concentrações encontradas por esses pesquisadores, já a relação albumina:globulinas, cálcio e fósforo apresentaram média inferior as relatadas pelos pesquisadores acima confrontados, os demais elementos analisados permaneceram dentro intervalo médio de pelo menos um dos autores confrontados (Tabela 4).

As concentrações séricas de proteínas totais, globulinas, triglicérides, HDL, ureia, creatina quinase, fosfatase alcalina, sódio e cloreto foram significativamente maiores ($P < 0,05$) durante a estação do inverno quando comparadas com a estação do verão. Enquanto que as concentrações séricas da enzima aspartato aminotransferase, ácido úrico e potássio foram significativamente menores ($P < 0,05$) durante a estação do inverno quando comparadas com a estação do verão (Tabela 5).

Tabela 3. Temperatura mínima, média e máxima da água dos tanques rede durante as estações do verão e inverno na piscicultura do município de Cachoeira Dourada, MG, Brasil.

Temperatura da água	Estação do ano			
	Verão		Inverno	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
Mínima	25,8 ^a	2,6	15,6 ^b	1,4
Média	28,1 ^a	2,5	20,3 ^b	2,0
Máxima	29,7 ^a	2,1	23,1 ^b	1,5

^{a,b}Médias na linha assinaladas com letras diferentes são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$).

Tabela 4. Médias e desvios padrão dos elementos bioquímicos séricos do grupo geral de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), criadas em tanques rede e valores de estudos anteriores confrontados.

Elementos bioquímico	Unidade	Presente estudo		2007*	2003**
		Média	Desvio-padrão	Intervalo de referencia	Intervalo da Mediana
Proteínas totais	g.dL ⁻¹	5,64	1,16	2,7-5,0	3,3-5,0
Albumina	g.dL ⁻¹	1,54	0,49	0,8-1,9	1,1-1,7
Globulinas	g.dL ⁻¹	4,09	0,91	1,3-3,1	2,2-3,5
Relação A:G	-	0,39	0,13	0,4-0,8	0,43-0,57
Cálcio	mg.dL ⁻¹	11,61	1,22	14,9-48	13,3-31,0
Fósforo	mg.dL ⁻¹	6,19	0,89	11,6-30,8	7,3-14,5
Relação Ca:P	-	1,89	0,19	NR	NR
Cálcio ionizável	mg.dL ⁻¹	8,04	1,12	NR	NR
Sódio	mmol.L ⁻¹	171,7	12,31	159-185	154-168
Potássio	mmol.L ⁻¹	5,48	1,27	1,5-5,1	3,2-7,6
Relação Na:K	-	33,29	9,07	33,7-98,3	21-51
Cloreto	mmol.L ⁻¹	150,79	11,84	136-162	115-140
Colesterol	mg.dL ⁻¹	185,08	73,10	88-228	162-440
Triglicérides	mg.dL ⁻¹	258,27	88,92	NR	NR
HDL	mg.dL ⁻¹	26,7	17,49	NR	NR
Creatinina	mg.dL ⁻¹	0,28	0,18	0-0,8	NR
Ureia	mg.dL ⁻¹	18,32	5,45	1,0-4,0	NR
Ácido úrico	mg.dL ⁻¹	1,15	0,96	NR	NR
CK	UL ⁻¹	1071,75	1287,77	NR	NR
AST	UL ⁻¹	102,91	51,92	16-120	40-874
ALT	UL ⁻¹	52,02	34,66	NR	NR
GGT	UL ⁻¹	9,68	8,42	NR	NR
FAL	UL ⁻¹	39,55	25,28	10-29	16-39

NR= Não Reportado. *Mauel et al. [14]; **Chen et al. [5].

Tabela 5. Médias e desvios padrão dos elementos bioquímicos séricos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante as estações de verão e inverno criadas em tanques rede no município de Cachoeira Dourada, MG, Brasil.

Elemento bioquímico	Unid	Verão		Inverno	
		Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
Proteínas totais	g.dL ⁻¹	5,46 ^b	1,10	5,81 ^a	1,20
Albumina	g.dL ⁻¹	1,52 ^a	0,50	1,57 ^a	0,48
Globulinas	g.dL ⁻¹	3,94 ^b	0,91	4,23 ^a	0,90
Relação A:G	-	0,40 ^a	0,15	0,38 ^a	0,11
Cálcio	mg.dL ⁻¹	11,67 ^a	1,12	11,55 ^a	1,32
Fósforo	mg.dL ⁻¹	6,17 ^a	0,87	6,22 ^a	0,91
Relação Ca:P	-	1,91 ^a	0,19	1,87 ^a	0,19
Cálcio ionizável	mg.dL ⁻¹	8,12 ^a	1,06	7,95 ^a	1,18
Sódio	mmol.L ⁻¹	169,72 ^b	11,18	173,62 ^a	13,13
Potássio	mmol.L ⁻¹	5,70 ^a	1,18	5,24 ^a	1,07
Cloreto	mmol.L ⁻¹	148,87 ^b	13,53	152,66 ^a	9,69
Colesterol	mg.dL ⁻¹	178,53 ^a	71,47	191,44 ^a	74,78
Triglicérides	mg.dL ⁻¹	242,02 ^b	91,82	274,05 ^a	83,92
HDL	mg.dL ⁻¹	19,94 ^b	7,33	33,26 ^a	21,65
Creatinina	mg.dL ⁻¹	0,30 ^a	0,19	0,26 ^a	0,17
Ureia	mg.dL ⁻¹	17,30 ^a	4,49	19,20 ^a	6,01
Ácido úrico	mg.dL ⁻¹	1,77 ^a	1,03	0,55 ^b	0,26
CK	UL ⁻¹	997,37 ^a	1524,24	1143,96 ^a	1012,28
AST	UL ⁻¹	109,32 ^a	42,68	93,49 ^a	51,77
ALT	UL ⁻¹	57,19 ^a	42,79	47,00 ^a	23,71
GGT	UL ⁻¹	9,65 ^a	8,49	9,71 ^a	8,43
FAL	UL ⁻¹	31,05 ^b	18,34	47,80 ^a	28,39

^{a,b}Médias na linha assinaladas com letras diferentes são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$); Unid= Unidade.

DISCUSSÃO

Ao comparar os valores dos elementos bioquímicos séricos do grupo geral de tilápias do presente estudo com os obtidos pelos autores confrontados [5,14], percebe-se que as médias das concentrações de proteína total e globulinas ficaram acima dos observados pelos pesquisadores. O maior valor das proteínas totais nas tilápias do presente estudo se deve à maior concentração de globulinas, visto que o valor de proteínas totais é obtido pela soma destas com a albumina.

A maior concentração sérica de globulinas nas tilápias do presente estudo se deve ao fato dos animais serem provenientes de criação intensiva, com maior densidade (100 tilápias por metro cúbico) e expostas ao ambiente com maiores variações de temperatura e susceptibilidade a patógenos. Já as tilápias dos estudos confrontados [5,14] foram criadas em condições experimentais, onde é possível obter o controle do ambiente e da temperatura da água. Esses fatores influenciam na imunidade do animal, ocasionando o aumento nas concentrações de globulinas [2].

Em estudos realizados nas regiões Sul e Sudeste do Brasil observou-se concentrações séricas de proteínas totais inferiores as observados nas tilápias

do presente estudo, esta variação se deve ao fato das tilápias serem mantidas em sistema semi-intensivo em estação experimental [1] ou criadas em tanques escavados e com densidade menor (quatro tilápias por metro cúbico) [7].

A concentração sérica de cálcio e fósforo foi maior nos trabalhos comparados [5,14]. A maior concentração desses minerais pode ser explicada pela diferença de idade dos peixes, já que eles estavam com três meses de idade, fase em que ainda estão em crescimento acentuado [5], enquanto que os do presente estudo estavam com 200 dias de idade. Esses dois minerais são importantes por serem responsáveis pela mineralização da matriz óssea [15].

A maioria dos peixes produz pequena quantidade de ureia e pouco se sabe a respeito dos fatores que controlam seu metabolismo em peixes teleósteos. No entanto, as brânquias são mais importantes do que os rins na excreção da ureia, sendo considerado como fisiológicas concentrações inferiores a 10 mg/dL⁻¹ em teleósteos de água doce [3]. O aumento na concentração plasmática de ureia pode ser mais indicativo de epitéliopatia branquial do que de doença renal [20]. Peixes teleósteos de água doce que habitam lagos

altamente alcalino apresentam alta concentração de ureia no sangue devido a possível interação entre o equilíbrio ácido-básico e a produção de ureia [3], o que pode explicar a maior concentração de ureia nas tilápias do presente estudo, pois nos resultados da análise da água observou-se o valor do potencial hidrogeniônico alcalino ($\text{pH} = 8,17$).

Na piscicultura o processo de despesca e abate pode ser considerado um fator estressante e de risco de lesões, pois o tanque é deslocado por canoa, fazendo com que os animais se choquem um com o outro, após a despesca os peixes são colocados na caçamba de uma caminhonete para transporte até o frigorífico, ocasionando fadiga muscular, o que pode ser responsável pela elevada concentração da creatina quinase observada nas tilápias do presente estudo.

Atribui-se a maior concentração sérica da fosfatase alcalina no presente estudo quando comparado aos estudos confrontados [5,14] ao estresse do manejo durante a despesca, pois, além de ocasionar pequenas lesões, a despesca é um procedimento muito estressante. Sendo, portanto, a maior concentração da fosfatase alcalina atribuída à presença de isoenzimas induzidas pela ação de corticoides endógenos [19].

O aumento significativo na concentração sérica das proteínas totais nos peixes observado nas coletas realizadas durante o período do inverno em relação ao do verão se deve ao valor significativamente maior das globulinas nesse período. Durante o inverno a temperatura média da água ($20,3^{\circ}\text{C}$) ficou abaixo do mínimo tolerável para as tilápias, em virtude disso ocorre um menor consumo de ração e os peixes se tornam mais susceptíveis a infecções e patologias, gerando assim um aumento das globulinas circulantes [2].

As concentrações séricas de sódio e cloreto significativamente maiores nas tilápias durante o inverno é atribuída, como descrito acima, ao fato de que durante essa estação elas se tornam mais susceptíveis a estresse e doenças, e devido a isso nesse período utiliza-se a administração de cloreto de sódio (sal comum) à água. O cloreto de sódio é um produto eficiente e bastante utilizado na prevenção e no tratamento das patologias em peixes [4]. Como principais mecanismos de defesa estimulados pelo cloreto de sódio estão a secreção de muco, tanto na pele como brânquias, e a diminuição de amônia no sangue [12].

Peixes em contato com água natural de rios e riachos estão expostos a variações de gradientes

iônicos através das células da brânquia, requerendo diferentes tipos de transporte iônico. Durante essas trocas o aumento na concentração sérica de sódio, ocasiona a redução na concentração sérica de potássio [9]. Embora não sendo estatisticamente significativa a concentração de potássio do presente estudo foi menor na estação do inverno.

Todavia para que ocorra essa osmoregulação é necessário um maior gasto de energia pelo peixe [13]. Com a finalidade de controlar a energia gasta com a osmoregulação, as tilápias mobilizam as reservas energéticas e as direcionam para outras funções do organismo [18]. Fato que pode ser observado nas tilápias desse estudo, pois as concentrações de triglicérides e HDL estão elevadas na estação do inverno em relação ao verão.

Triglicérides, HDL e ácido úrico, são considerados indicadores do estado nutricional dos animais [10]. Durante o inverno, como o metabolismo dos peixes é menor devido às baixas temperaturas da água, o consumo de ração diminui. Em um experimento com catfish observou-se que os peixes mantidos em temperaturas mais baixas apresentaram desempenho menor em relação a ganho de peso do que os mantidos em temperaturas mais próximas das ideias [17]. Devido à diminuição da temperatura da água e redução do consumo de ração o peixe necessitará mobilizar suas reservas energéticas, o que pode ser observado neste estudo através das concentrações de triglicérides e HDL significativamente maiores na estação do inverno.

A fosfatase alcalina encontra-se elevada em casos de estresse, podendo este ser causado por manejo da propriedade, interferências do ambiente e elevada densidade de animais [14], no presente estudo a diferença estatística entre as concentrações séricas de fosfatase alcalina observada nas duas estações pode ser explicado pelo maior estresse provocado pela estação mais fria e durante o processo de despesca.

Pouco se sabe sobre a função fisiológica do ácido úrico em peixes, além de ser um produto derivado da degradação de nucleotídeos purinas e catabolismo de proteínas, é produzido principalmente no fígado e nos músculos brancos desses animais. Na estação do verão houve uma maior ingestão de alimentos e conseqüentemente um maior metabolismo de proteínas responsáveis pelo aumento sérico do ácido úrico [3] nas tilápias em comparação ao período do inverno.

CONCLUSÃO

Conclui-se que existe influência da estação do ano nas concentrações de proteínas totais, globulinas, triglicérides, HDL, ácido úrico, sódio, cloreto e das enzimas creatina quinase e fosfatase alcalina em tilápias criadas em tanques rede, sendo as variações predominantes no inverno devido à queda de imunidade e no verão pelo aumento de ingestão de ração e consequentemente do metabolismo das tilápias.

MANUFACTURERS

¹Awareness Technology Inc. Palm City, FL, USA.

²Labtest Diagnóstica®. Lagoa Santa, MG, Brazil.

³EasyLyte®. Medica Corporation. Bedford, MA, USA.

Acknowledgements. We would like to thank Lucivaldo for providing the fishes, our colleagues Carlos Augusto and Denis for their assistance in collecting blood, and the team of the Veterinary Clinical Laboratory for the help in analyzing samples.

Ethical approval. All procedures were formally approved by Ethical Committee for the Use of Animals of Federal University of Uberlândia, under protocol CEUA/UFU nº 131/15.

Declaration of interest. The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of the paper.

REFERENCES

- 1 Bittencourt N.L.R., Molinari L.M., Scoaris D.O., Pedroso R.B., Nakamura C.V., Nakamura T.U., Abreu Filho B.A. & Dias Filho B.P. 2003. Haematological and biochemical values for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in semi-intensive system. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. 25(2): 385-389.
- 2 Bush B.M. 2004. *Interpretação de resultados laboratoriais para clínicos de pequenos animais*. São Paulo: Roca, 384p.
- 3 Campbell T.W. 2015. Bioquímica clínica dos peixes e anfíbios. In: Thrall M.A., Weisen G., Allison R.W. & Campbell T.W. (Eds). *Hematologia e bioquímica clínica veterinária*. 2.ed. São Paulo: Editora Roca Ltda., pp.529-535.
- 4 Carnevia D. 2001. *Enfermedades de los peces ornamentales*. Buenos Aires: Ed. Agroveter, 118p.
- 5 Chen C.-Y., Wooster G.A., Getchell R.G., Bowser P.A. & Timmons M.B. 2003. Blood chemistry of healthy, nephrocalcinosis-affected and ozone-treated tilapia in a recirculating system, with application of discriminant analysis. *Aquaculture*. 218(1-4): 89-102.
- 6 Cho J.R., Kim Y.J., Hong K.J., Yoo J.K., Lee J.O. & Ahn Y.J. 1999. Resistance monitoring and enzyme activity in field collected populations of the spiraea aphid, *Aphis citricola* Van der Goot. *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 2(2): 113-119.
- 7 Crivelenti L.Z., Borín S., Socha J.J.M. & Mundim A.V. 2011. Valores bioquímicos séricos de tilapiadelnilo (*Oreochromis niloticus*) en cultivo intensivo. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 22(4): 318-323.
- 8 El-Hawarry W.N. 2012. Biochemical and non-specific immune parameters of healthy Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), Blue tilapia (*Oreochromis aureus*) and their interspecific hybrid (♂ *O. aureus* X ♀ *O. niloticus*) maintained in semi-intensive culture system. *Online Journal of Animal and Feed Research*. 2(1): 84-88.
- 9 Furimsky M., Perry S. & Moon T.M. 1999. Intracellular ion levels in erythrocytes and hepatocytes isolated from three teleost species. *Journal of Fish Biology*. 55(5): 1064-1074.
- 10 Garcia-Rodriguez T., Ferrer M., Carrillo J.C. & Castroviejo J. 1987. Metabolic responses of Buteobuteo to long fasting and refeeding. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 87A: 381-386.
- 11 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2016. *Produção da pecuária municipal 2015*. 43: 1-49.
- 12 Kubitz F. & Kubitz L.M.M. 2004. *Principais parasitoses e doenças dos peixes cultivados*. 4.ed. Jundiaí: Acqua Supre, 118p.
- 13 Marshall W.S. & Bryson S.E. 1998. Transport mechanisms of seawater in teleost chloride cells: an inclusive model of a multifunctional cell. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 119(1): 97-106.
- 14 Mauel M.J., Miller D.L. & Merrill A.L. 2007. Hematologic and plasma biochemical values of healthy hybrid tilapia (*Oreochromis aureus* x *Oreochromis niloticus*) maintained in a recirculating system. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 38(3): 420-424.
- 15 McDowell R.L. 1992. *Minerals in animal and human nutrition*. San Diego: Academic Press, 524p.
- 16 Souza M.L.R. & Maranhão T.C.F. 2001. Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), em função do peso corporal. *Acta Scientiarum*. 23(4): 897-901.

- 17 Souza L.S., Pouey J.L.O.F., Camargo S.O. & Vaz B.S. 2005.** Crescimento e sobrevivência do catfish (*Ictalurus punctatus*) e jundiá (*Rhamdia* sp.) no outono-inverno do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*. 35(4): 891-896.
- 18 Tsuzuki M.Y., Sugai J.K., Maciel J.C., Francisco C.J. & Cerqueira V.R. 2006.** Effect of salinity on survival, growth and digestive enzymes activity of juveniles of the fat snook, *Centropomus parallelus* (Poey). In: *Proceedings of the I Latin American & Third Mexican Conference on Culture of Native Fishes Conference* (Morélia, México). p43.
- 19 Wells R.M., McIntyre R.H., Morgan A.K. & Davie P.S. 1986.** Physiological stress responses in big gamefish after capture: observations on plasma chemistry and blood factors. *Comparative Biochemistry Physiology A*. 84(3): 565-571.
- 20 Wood C.M. 1993.** Ammonia and urea metabolism and excretion. In: Evans D.H. (Ed). *The Physiology of fishes*. Boca Raton: CRC-Press, pp.329-425.