

Efeito de tempo e diferentes biomassas no acondicionamento de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) após transporte sobre o retorno a homeostase

Time effect and different biomasses in Tilapia (*Oreochromis niloticus*) conditioning after transport on the return to homeostasis

Efecto del tiempo y diferentes biomassas en el acondicionamiento de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) después del transporte sobre el retorno a la homeostasis

Emizael Menezes de Almeida^{1*}, Alan Soares Machado², Delma Machado Cantisani Padua³, Brena Cristine Rosário Silva³, Anderli Divina Ferreira Rios⁴

¹Instituto Federal Goiano - Câmpus Ceres, Brasil. *Correo electrónico: emizaelmenezes@gmail.com. ²IF Goiano Departamento de Zootecnia. ³Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiânia, Brasil. ⁴Unievangélica, Goianésia, Brasil.

RESUMO

Objetivou-se, com este estudo, avaliar o efeito de diferentes biomassas de estocagem de juvenis de tilápia sobre o retorno à homeostase após o transporte em períodos determinados de tempo. Para isso, 490 juvenis de tilápia com $51,42 \pm 8,28$ g foram colocados em caixas de transporte apropriadas e, realizado o transporte por cinco horas. Ao final deste manejo, os peixes foram acondicionados em 18 caixas de PVC de 500L, preenchidas com água e mantidas com volume de 100L e com vazão média de 0,05L/s. Os juvenis de tilápia foram distribuídos aleatoriamente nas caixas compondo delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3, sendo duas biomassas de 10,3 e 15,4g/L e, três amostragens nos tempos 24, 68 e 168 horas após transporte, com três repetições. Os parâmetros físicos e químicos da água foram analisados na caixa de transporte antes e após do transporte, na água do reservatório de abastecimento e, nas caixas de PVC, durante todo o estudo. O sangue foi coletado por punção do vaso caudal, centrifugado, e o soro armazenado a -20°C até a realização das análises. As variáveis fisiológicas analisadas foram: glicemia, hemoglobina, hematócrito, número total de eritrócitos, volume corpuscular médio, cortisol e íons, Na e K. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Concluiu-se que a biomassa no acondicionamento após transporte teve influência na variável glicemia e cortisol. Evidenciando que são variáveis de importância para avaliação do estresse.

Palavras-chave: cortisol, densidade populacional, estresse, glicose, peixe.

ABSTRACT

The study objective was to investigate the different storage biomasses effect in juvenile tilapia, on the return to homeostasis after transport, at specified time periods. Thus, 490 juvenile tilapias of 51.42 ± 8.28 g were placed in transport box adapted and accomplished the transport by five hours. Immediately after that, the fish were conditioned in 18 boxes of PVC 500L, filled out with water and maintained with volume of 100L, and with medium flow of 0.05L/s. The juvenile tilapias were distributed in boxes in a 2x3 factorial completely randomized design, being two biomasses 10.3 and 15.4 g/L, three periods time sampling at 24, 68 and 168 hours after transport, with three repetitions. The physical and chemical parameters were analyzed in the transport box, before the transport and in the water provisioning reservoir, as well as in PVC boxes, after the transport and during whole study. The blood was collected by caudal vessel puncture and glucose, hemoglobin, hematocrit, erythrocytes total number, mean corpuscular volume were determined. The blood was centrifuged, and the serum was stored at -20 °C for cortisol, Na and K determination. The data was evaluated by analysis of variance and group means were compared by Tukey test 5 %. It is concluded the biomass influenced the glycemia and cortisol variables. Likewise, these results suggest the importance of cortisol and glucose variables for stress evaluation.

Key words: cortisol, population density, stress, glucose, fish.

Recibido: 12/05/15 Aprobado: 23/06/17

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes biomásas de almacenamiento de tilapias juveniles, sobre el retorno a la homeostasis después del transporte, en periodos determinados de tiempo. Para esto, 490 tilapias juveniles con $51,42 \pm 8,28$ g fueron colocados en cajas apropiadas para su transporte, en un lapso de cinco horas. Después de este manejo, los peces fueron acondicionados en 18 tanques de PVC de 500 L, mantenidos con un volumen de agua de 100 L, con un caudal medio de 0,05 L/s. Los peces fueron distribuidos al azar en los tanques, en un diseño completamente aleatorizado, bajo un esquema factorial 2x3, estableciéndose dos biomásas de 10,3 y 15,4 g/L y tres muestras a las 24, 68 y 168 horas después del transporte, con tres repeticiones. Se analizaron parámetros físicos y químicos del agua antes y después del transporte, así como durante todo el estudio en el reservorio de abastecimiento y en los tanques de PVC. La sangre fue colectada por punción del vaso caudal y centrifugada; el suero fue almacenado a -20°C hasta la realización de los análisis. Las variables fisiológicas analizadas fueron: glicemia, hemoglobina, hematocrito, números total de eritrocitos, volumen corpuscular medio, cortisol e iones Na y K. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y las medias comparadas por el test Tukey a 5 %. Se concluye que la biomasa en el acondicionamiento de Tilapias después del transporte tiene influencia en las variables glicemia y cortisol. Evidenciando que son variables de importancia para la evaluación del estrés.

Palabras clave: cortisol, densidad poblacional, estrés, glucosa, peces.

INTRODUÇÃO

A demanda crescente por alimentos de alta qualidade e mais saudáveis e a necessidade de produção cada vez maior de fontes protéicas faz da aquicultura uma atividade em ascensão no mundo (FAO, 2014). Segundo o IBGE (2015) a produção total de peixes da piscicultura brasileira foi de 483,24 mil toneladas no ano de 2015, representando um aumento de 1,5% em relação ao ano de 2014, quando foram produzidas 475.99 toneladas.

A *Oreochromis niloticus*, conhecida como tilápia do Nilo, pertence à família Cichlidae, possui listras verticais na nadadeira caudal, coloração cinza azulada, corpo curto e alto, cabeça e caudas pequenas, de hábito alimentar fitoplanctófago e de baixo custo de produção (Padua, 2001). É espécie de peixe mais criado em piscicultura no Brasil, com 219,33 mil toneladas despescadas no ano de 2015, representando 45,4% do total da despesca nacional. A produção da espécie aumentou 9,7% em relação ao ano de 2014 (IBGE, 2015).

Na criação de peixes o transporte é um manejo que promove o estresse. O estresse acarreta comprometimento do desempenho produtivo. De acordo Duccini-Santos *et al.* (2004) a densidade de estocagem dos peixes também atua como fator de estresse nos indivíduos, por tanto quanto maior o número de peixes por m^2 e/ou m^3 maior será a pressão sobre o estresse.

As respostas de estresse são divididas em: primárias as hormonais, secundárias as mudanças nos parâmetros fisiológicos e bioquímicos e as terciárias de caráter crônico com o comprometimento no desempenho, mudanças no comportamento e aumento da suscetibilidade a doenças (Barton, 2000).

Os indicadores mais utilizados na avaliação do estresse são o cortisol plasmático e a glicose (Barton e Iwana, 1991; Barton, 2000; Acerete *et al.*, 2004). A glicemia tem o papel de proporcionar energia para a fuga ou enfrentamento da situação adversa (Wendelaar Bonga, 1997). O cortisol em excesso diminui as proteínas musculares, a função imune, o desempenho do animal, e ao mesmo tempo aumenta o balanço hidromineral, o glicogênio hepático e ácido graxo (Mommsen *et al.*, 1999).

As alterações tanto no nível de cortisol, quanto na glicose circulante provocadas por um agente estressor podem variar dependendo de características como espécie, tamanho, sexo e linhagem e do estressor aplicado, como tipo, severidade e intensidade (Urbinati e Carneiro, 2004; Takahashi *et al.*, 2006).

Em *Oreochromis niloticus*, os efeitos da densidade e o tempo de transportes são pouco estudados. O conhecimento do tempo de transporte e da densidade de estocagem ideal propiciaria o aumento dos índices de produção

em sistemas de criação de peixes, de modo que o objetivo desta pesquisa é avaliar o efeito de tempo e diferentes biomassas de estocagem após transporte, sobre o retorno a homeostase em Tilápia (*Oreochromis niloticus*).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Católica de Goiás – UCG, situado em Goiânia – GO. As determinações das variáveis fisiológicas hematológicas foram realizadas no Laboratório de Análises Clínica (LAS) da UCG. Utilizou-se 490 juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*), com peso médio de $51,42 \pm 8,28$ g provenientes do Setor de Piscicultura da Universidade Federal de Goiás (UFG). Os juvenis foram mantidos em viveiros de 50m² com fundo de terra e parede de alvenaria.

Antes do transporte foi realizado um jejum de 24 horas, dos 490 juvenis 20 foram amostrados para determinação das variáveis fisiológicas hematológicas para o controle pré-transporte. Os juvenis de tilápia restantes foram acondicionados em caixas próprias para transporte, com capacidade de 400L, aerada por sistemas de mangueiras e cilindros de oxigênio. Após o monitoramento da qualidade físico-química da água iniciou-se o transporte rodoviário de cinco horas. Ao término do transporte, na chegada ao Laboratório de Piscicultura da UCG, 20 tilápias foram retiradas com o auxílio de um puçá para a coleta de sangue para determinação dos parâmetros hematológicos de controle pós-transporte. Novamente foram avaliados os parâmetros físicos e químicos da água da caixa de transporte e das 18 caixas de PVC, preparadas para o acondicionamento dos juvenis, com capacidade de 500L que encontravam-se niveladas a 100L, estas estavam instaladas em uma estufa de 80m². As caixas foram abastecidas com água de represa, previamente estocada em reservatório de 10m³ e o povoamento foi realizado de acordo com as recomendações de Proença e Bittencourt (1994). Todas as caixas possuíam torneiras com vazão média de 0,05L/s e com filtro de malha para que a entrada de partículas fosse reduzida.

Os 450 juvenis restantes foram aleatoriamente distribuídos nas 18 caixas de PVC, compondo

um experimento em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com esquema fatorial de 2x3, sendo duas biomassas (10,3 e 15,4g/L) e três amostragens de tempo (24, 68 e 168 horas pós transporte), com três repetições. Sendo assim, foram constituídos os seguintes tratamentos:

T1 = 24h x 10,3g/L T4 = 24h x 15,4 g/L

T2 = 68h x 10,3g/L T5 = 68h x 15,4g/L

T3 = 168h x 10,3g/L T6 = 168h x 15,4g/L

Nas amostras de água da caixa de transporte – coletada antes e depois do transporte, da caixa de reservatório e caixa de tratamentos – ambas coletadas duas vezes ao dia, foram avaliadas os seguintes parâmetros: temperatura instantânea e transparência foram mensuradas com auxílio de um termômetro e disco de Secchi. O pH e a condutividade foram mensurados utilizando medidor de pH de Bancada (Microprocessado) MPA-210. O oxigênio dissolvido, a amônia total, amônia ionizada (cálculo da amônia total, pH e temperatura) foram aferidas com o kit produtor da ALFAKIT®. Na amostragem de 168 horas, a água foi coletada apenas pela manhã. Para a análise de temperatura máxima e mínima utilizou-se termômetro digital com função de máxima e mínima, registrada no período da tarde.

Os juvenis de tilápia coletados aleatoriamente com auxílio de um puçá sendo 20 juvenis no controle e na chegada e 12 juvenis de cada biomassa das três amostragens de tempo foram levados em baldes até o laboratório de piscicultura, onde foram anestesiados em água com benzocaína à concentração de 1g/15mL e após aproximadamente 5 minutos foi realizada a coleta de sangue. Foi coletado aproximadamente 1,5mL de sangue/juvenis, através de punção dos vasos caudais, realizada com o auxílio de seringas de 5mL, sem anticoagulante e agulhas de 26x7mm, após a coleta de sangue os juvenis foram sacrificados por rompimento da coluna vertebral. Aproximadamente 0,5mL/ sangue foi inserido em um *ependorfe* com 2μL de anticoagulante ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) para a realização das análises de: glicemia, hematócrito, hemoglobina, eritrócito, volume corpuscular médio, cortisol e íons.

A concentração de glicose foi determinada com auxílio de um medidor digital (TRUEread®), para isto aproximadamente 10μL de sangue foram

colocados na fita de leitura do aparelho, que por meio de uma análise eletroquímica da amostra, apresentou a concentração em g/dL, método validado por Gomes *et al.* (2005). As amostras de sangue foram transferidas para tubos de microhematócrito sem heparina e centrifugadas em centrífuga de microhematócrito por 10 minutos a 10.000rpm, sendo a leitura feita em percentual de sedimentação com o auxílio de uma escala de leitura do percentual de hematócrito, técnica de Goldenfarb *et al.* (1971). A concentração de hemoglobina foi determinada por meio de um *Kit* comercial Lab test (Diagnóstica®, Lagoa Santa, MG). Tal procedimento consistiu em misturar 20µL de sangue em 5mL de líquido Drabkin, em tubo de ensaio que depois de homogeneizado, foi levado a um espectrofotômetro com absorvância de 540nm, sendo os valores expressos em g/dL.

Os valores do eritrócito se deram pela contagem das células vermelhas, realizadas em câmara de Neubauer, onde foi diluído 20µL de sangue em 4mL de Hayen, assim a contagem se deu com o auxílio de um microscópio óptico e um contador mecânico, e os valores expressos em milhões de células por milímetros cúbicos de sangue (10^6 mm^3) Collier (1944). O volume corpuscular médio (VCM) foi calculado conforme Wintrobe (1934) onde $[VCM = (\text{Hematócrito} \times 10) / \text{eritrócitos}]$. O restante do sangue foi colocado em outro *ependorfe*, sem anticoagulante, para a realização das análises no soro, que foi obtido após a coagulação do sangue no *ependorfe* e transferido para tubos de vidro e congelados a -20°C , até a realização das análises: cortisol e íons (Na e K).

A dosagem de cortisol foi realizada utilizando a técnica de quimimunoensaio com *Kit* comercial (COMBO® 300T ACS 180 COR 672303000) e cerca de 200µL de soro, os resultados foram expressos em µg/dL. Utilizou para determinação de íons o fotômetro de chama modelo (BFC 150), que após de calibrado, iniciou a leitura utilizando copos descartáveis de plástico tipo café com a presença de 50µL de soro/amostra, e os resultados foram expressos em mg/dL.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o software SAS (SAS INSTITUTE, 1999), e as médias comparadas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para obtenção de uma máxima produção de peixes, é importante o estudo das características físicas, químicas e biológicas da água dos viveiros e tanques de cultivo (Sipaúba-Tavares, 2000). Através do monitoramento da qualidade da água pode-se verificar-se as condições ambientais permaneceram dentro dos limites de conforto da espécie.

Durante o estudo, o pH refletiu a estabilidade do meio, alcançando média próxima a 7,0 tendendo à alcalinidade, ficando dentro da faixa de crescimento adequado para tilápias (Tavares, 1994). As concentrações de amônia não ionizada na água permaneceram sempre abaixo de 0,01ppm. Segundo Foss *et al.* (2003), valores de amônia não ionizada abaixo de 0,02ppm são considerados seguros para a maioria das espécies de peixes. Bergman (1994), afirma que a toxicidade microbiana que ocorre no sedimento, podendo apresentar variações diurnas de acordo com a intensidade dos processos da fotossíntese e respiração que ocorrem no ambiente, de modo que os resultados apresentados são relativos à condições experimentais.

A temperatura instantânea permaneceu na faixa de conforto térmico em todos os instantes observados, não afetando a demanda de energia para o metabolismo. As tilápias são nativas do continente africano e da Ásia Menor, predominam em águas quentes e a temperatura da água para o cultivo pode variar de 20 a 30°C (Nogueira e Rodrigues, 2007).

Os parâmetros hematológicos pré e pós transporte estão apresentados na Tabela 1. Nota-se que o desafio do transporte elevou numericamente os valores das variáveis analisadas, o que pode determinar este manejo como agente estressor em juvenis de tilápia.

De acordo com a análise de variância (Tabela 2) as variáveis que demonstraram diferença significativa quanto ao fator tempo são: glicemia, hemoglobina, VCM, cortisol, sódio e potássio. Para o fator biomassa, somente a glicemia sofreu diferença significativa entre as variáveis analisadas e a interação tempo e biomassa teve diferença significativa na variável glicemia e hematócrito.

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão das características hematológicas analisadas no controle e na chegada do transporte.

Variáveis analisadas	Controle pré-transporte	Controle pós-transporte
Glicemia (g/dL)	249,0 ± 61,0	276,9 ± 68,3
Hemoglobina (g/dL)	5,39 ± 1,4	6,82 ± 1,6
Hematócrito (%)	19,3 ± 5,5	26,8 ± 6,8
Eritrócito (10 ⁶ mm ³)	1,32 ± 3,4 x 10 ⁵	1,56 ± 4,7 x 10 ⁵
VCM (fL)	149,0 ± 38,0	179,1 ± 45,6
Cortisol (ug/dL)	14,0 ± 9,0	14,06 ± 6,6
Sódio (mg/dL)	126,2 ± 11,0	131,4 ± 6,0
Potássio (mg/dL)	5,2 ± 1,66	6,4 ± 1,5

VCM: volume corpuscular médio.

Os indicadores plasmáticos mais utilizados na avaliação do estresse e que normalmente tem-se uma boa resposta são a glicose e o cortisol (Barton e Iwama, 1991; Barton, 2000; Acerete *et al.*, 2004). O cortisol é utilizado para caracterizar a resposta primária e, a glicose, a resposta secundária.

Em peixes estressados as alterações hematológicas, geralmente, são acompanhadas de hiperglicemia decorrente da liberação aumentada de cortisol (Urbinatie Carneiro, 2001). A mobilização da glicose em resposta ao estresse é geralmente interpretada como o suprimento de energia necessária durante situações adversas e está relacionada à liberação de catecolaminas e cortisol (Morgan e Iwama, 1997). A concentração e a permanência de valores elevados de glicose por mais tempo em indivíduos estressados, podendo variar de acordo com o estímulo estressante a que os mesmos são submetidos e com o ambiente em que são mantidos (Azevedo *et al.*, 2006). O cortisol em excesso diminui as proteínas musculares, a função imune, o desempenho animal e, ao mesmo tempo aumenta o balanço hidromineral, o glicogênio hepático e ácido graxo (Mommsen *et al.*, 1999).

Os resultados da análise de glicemia demonstraram que no período de 24h após o transporte, foi o que apresentou maior valor para o nível glicêmico. Elevações semelhantes

na glicemia foram observadas em alevinos de tilápia do Nilo ao serem submetidos a condições de estresse, criadas em ambiente com baixa concentração de oxigênio (Ishabashi *et al.*, 2002). Já Silva *et al.* (2012) encontraram aumento da glicemia plasmática em tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) sob estresse por exposição ao ar. Evidenciando que o nível glicêmico aumenta após exposição a agente estressor, demonstrando ser um bom indicador de estresse, pois suas alterações são facilmente detectáveis e sua avaliação é simples.

Urbinati *et al.* (2004) avaliaram as respostas fisiológicas de juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*) nos procedimentos de captura, carregamento e transporte por 4 h nas densidades de 83, 125 e 166 g/L de biomassa. Observaram que a glicemia aumentou ligeiramente após o carregamento e significativamente após o transporte, voltando aos valores basais 24 h após, de forma similar em todas as densidades. Resultados semelhantes foram encontrados por Brandão *et al.* (2006) com pirarucu, a glicose sanguínea aumentou significativamente após a captura/depuração e depois do transporte, voltando para valores semelhantes ao após a captura/depuração no momento 24 h após o transporte. O mesmo pode ser observado por Takahashi *et al.* (2006) em juvenis de pacu houve redução progressiva da glicose circulante nas amostragens de 24

Tabela 2. Resumo da análise de variância, coeficientes de variação e médias por quadrados mínimos das características hematológicas de juvenis de tilápia, *O. niloticus*, acondicionadas em diferentes biomassas, e tempos, após o desafio de transporte, em períodos determinados de tempo.

Causas de variação	Pr > F										
	Glicemia (g/dL)	Hemoglobina (g/dL)	Hematócrito (%)	Eritrócito (10 ⁶ /mm)	VCM (fL)	Cortisol (ug/dL)	Na (mg/dL)	K (mg/dL)			
Tempo (T)	0,0001	0,0001	0,9357	0,4698	0,0029	0,001	0,0001	0,0001			
Biomassa (B)	0,0244	0,5128	0,2228	0,2025	0,8836	0,6557	0,6790	0,2056			
T x B	0,0327	0,3090	0,0338	0,8331	0,5856	0,9727	0,6743	0,1797			
Repetição	0,9472	0,5894	0,3739	0,3106	0,4781	0,6524	0,0298	0,9073			
Resíduo	-	-	-	-	-	-	-	-			
CV	34,35	15,55	19,16	33,35	32,31	70,31	7,61	43,56			
Médias:											
Tempo											
24 h	123,75 ^a	6,70 ^b	23,29	1,45	170,10 ^b	14,51 ^a	125,83 ^a	1,60 ^c			
68 h	118,37 ^a	7,38 ^a	23,42	1,29	185,64 ^b	4,63 ^b	112,96 ^c	11,43 ^a			
168 h	64,04 ^b	5,61 ^c	23,75	1,37	232,92 ^a	5,60 ^b	118,62 ^b	4,87 ^b			
Biomassa											
10,3 g/L	111,58 ^a	6,48	22,83	1,30	197,32	7,94	118,69	6,36			
15,4 g/L	92,53 ^b	6,64	24,14	1,44	195,12	8,55	119,58	5,57			

Pr > F: Pr ≤ 0,01 = significativo a 99% de probabilidade; Pr > 0,01 ≤ 0,05 = significativo a 95% de probabilidade. Valores seguidos da mesma letra em mesma coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

e 72 h em relação à concentração registrada imediatamente após o transporte, perfil mais evidente nos peixes estocados no tanque de terra, sugerindo a estocagem dos peixes em tanques de terra para a retomada da homeostase.

A variável glicemia no fator biomassa demonstrou diferença significativa resultando em um valor menor para a biomassa maior, o que pode ser representado provavelmente ao maior número de indivíduos presentes nestes tratamentos, fazendo com que houvesse disputa por espaço, promovendo assim, um maior gasto de energia e como consequência direta a redução da glicose.

Variação significativa de glicose acompanhada de variações não significativas do hematócrito foi observada neste estudo, assim como foram observadas por outros autores ao estudarem o efeito do estresse agudo em diferentes espécies. Barcellos *et al.* (2003), verificou em *Rhamdia quelen* manifestações semelhantes. Estes resultados assemelham-se também aos de Frisch e Anderson (2000), e aos de Ruane *et al.* (2002), que estudaram o efeito do estresse em *Plectropomus leopardus* e *Cyprinus carpio* L., respectivamente.

Em relação à concentração de hemoglobina observou-se que à medida que o tempo após transporte foi aumentando, o nível da hemoglobina decresceu. Em peixes estressados, as alterações hematológicas, geralmente, são acompanhadas de hiperglicemia e aumento da hemoglobina, decorrente da liberação crescente de cortisol, que induz incremento de gliconeogênese hepática (Carneiro e Urbinati, 2001).

Os resultados mostraram que a média geral do percentual de hematócrito e do número de eritrócitos das tilápias no fator tempo e biomassa não obtiveram diferença significativa. Entretanto, na interação tempo e biomassa observou diferença significativa em relação ao hematócrito, ao mesmo tempo em que o valor na biomassa menor aumentou, na biomassa maior diminuiu, caracterizando o que Val *et al.* (1990) afirmou, peixes adaptados a baixos níveis de oxigênio exibem elevados valores de hematócrito, concentração de hemoglobina e número de eritrócitos, provavelmente para carrear mais eficientemente o pouco gás disponível.

Barcellos *et al.* (2003) não encontraram no pacu (*Piaractus mesopotamicus*), alterações no número de eritrócitos durante as amostragens analisadas, assim como em jundiá (*Rhamdia quelen*) submetido a estressores agudos, mesmo observado Urbinati *et al.* (2004) em matrinxã juvenil transportado por 4 horas em sacos plásticos.

Observou-se que o VCM das tilápias teve aumento gradativo ao longo do tempo de retorno a homeostase, segundo Mc Donalde Milligan (1997), isto pode ser justificado pelo aumento das alterações eletrolíticas e pelo influxo de água na célula. Os diferentes tipos de estressores presentes no processo produtivo, entre eles o transporte, são capazes de provocar nos peixes respostas fisiológicas características que incluem aumento da concentração de cortisol circulante (Urbinati *et al.*, 2004).

Neste estudo, o cortisol apresentou um aumento significativo no tempo de 24 h após o transporte, houve redução significativa do cortisol 68 h após o transporte. Brandão *et al.* (2006) observaram uma latência na elevação do cortisol, posteriormente ao período de 24 h após o transporte, quando comparado ao controle. Voltando a valores normais 48 h após o transporte. Em tambaqui, o cortisol plasmático foi aumentado após 3 h de transporte, em sistema fechado, retornando aos níveis basais 96h depois (Gomes *et al.*, 2003). Em peixes como matrinxãs adultos (Carneiro e Urbinati, 2002) e em juvenis (Urbinati *et al.*, 2004), encontraram que o retorno do cortisol aos valores basais ocorreu em 24 h.

De acordo com Mazeaud *et al.* (1977), o principal componente do desequilíbrio iônico é o aumento na permeabilidade da membrana que favorece a perda de cloreto e sódio para o meio externo menos concentrado. Como o presente trabalho observou a perda de íons ao longo do tempo de recuperação, porém evidenciou-se um aumento após 68h do transporte. Para Mazeaud *et al.* (1977), potássio é o principal cátion intracelular e, neste estudo houve um acréscimo em sua concentração nos tempos 24h e 68h após transporte, vindo a ter sua menor concentração registrada no tempo 168h. No caso do potássio, a recuperação dos valores basais em matrinxã, foi similar ao presente estudo, ocorreu 24h após o transporte (Carneiro e Urbinati, 2001).

CONCLUSÃO

Observou-se que somente a glicemia teve diferença significativa relacionada ao fator biomassa, porém no fator tempo as variáveis com diferença significativa fora: glicemia, hemoglobina, cortisol, sódio e potássio que tiveram o menor nível encontrado no tempo 68h após o transporte.

Esse trabalho demonstrou a interação entre o tempo de estocagem após o transporte e as biomassas, para as variáveis: glicemia e hematócrito, além de identificar variáveis de relevância para o estudo do estresse após o transporte: cortisol e glicemia, entretanto, as variáveis hematócrito e eritrócito não tiveram significância relacionada no tempo e na biomassa, demonstrando não ser variáveis de grande relação com esse estresse. Além de colher resultados que forneceram valores sanguíneos normais em *Oreochromis niloticus*, em cultivo intensivo que poderão servir de comparação com dados dessa espécie em outras situações de cultivo.

LITERATURA CITADA

- Acerete, L., Balasch, J. C., Espinosa, E., Jose, A., Tort, L. 2004. Physiological responses in Eurasian perch (*Perca fluviatilis*, L) subjected to stress by transport and handling. *Aquaculture*, 237:167-178.
- Azevedo, T. M. P., Martins, M. L., Yamashita, M. M., Francisco, C. J. 2006. Hematologia de *Oreochromis niloticus*: comparação entre peixes mantidos em piscicultura consorciada com suínos e em pesque-pague no vale do rio Tijucas, Santa Catarina, Brasil. *B. Inst. Pesca*, 32(1):41-19.
- Barcellos, L. J. G., Kreutz, L. C., Rodrigues, L. B. 2003. Short Communication haematological and biochemical characteristics of male jundia (*Rhamdia quelen* Quoy & Gaimard Pimelodidae): changes after acute stress. *Aquac. Res.*, 32: pp. 1465-1469.
- Barton, B. A. 2000. Salmonid fishes differ in their cortisol and glucose responses to handling and transport stress. *North American Journal of Aquaculture*, 62(1):12-18.
- Barton, B. A., Iwama, G. K. 1991. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Ann. Rev. of fish diseases*, 1:3-26.
- Brandão, F. R., Gomes, L. C., e Chagas, E. C. 2006. Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. *Acta Amazonica*, 36(3): pp. 349 – 356.
- Carneiro, P. C. F., and Urbinati, E. C. 2001. Salt as a stress response mitigator of matrinxã *Brycon cephalus* (Teleostei: Characoidei) during transport. *Aquaculture Research*. 32 pp. 297-304.
- Carneiro, P. C. F., and Urbinati, E. C. 2002. Transport stress in matrinxã, *Brycon cephalus* (Teleostei: Characidae) at different densities. *Aquaculture International*. v.10(3): pp. 221-229.
- Collier, H. B. 1944. The standardizations of blood haemoglobin determinations. *Canadian Medical Association Journal*, v.50, pp. 550-552.
- Duccini-Santos, C., Santos-Perestrelo, C., Aquino-Silva, M. R., Girardi, L., Fiorini, M. P. 2004. Estudo hematológico de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques-rede. VII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IV Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, Universidade do Vale do Paraíba, SP, Brasil. 168-170.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Italy). 2014. The state of world fisheries and aquaculture: opportunities and challenges. Rome, 2014.
- Foss, A., Evensen, T. H., Vollen, T., Oiestad, V. 2003. Effects of chronic ammonia exposure on growth and food conversion efficiency in juvenile spotted wolfish. *Aquaculture*, 228:215-224.
- Frisch, A. J., Anderson, T. A. 2000. The response of coral trout (*Plectropomus leopardus*) to capture, handling and transport and shallow water stress. *Fish Physiol. Biochem.*, 23:23-24.

- Goldenfarb, P. B., Bowler, F. P., Hall, E., Brosious, E. 1971. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. *American Journal of Clinical Pathology*, v.56, n.1, pp. 35-39.
- Gomes, L. C., Lima, C. A. R. M. A., Roubach, R., Urbinati, E. C. 2003. Avaliação dos efeitos da adição de sal e da densidade no transporte de tambaqui. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. v.38, n.2, pp. 283-290.
- Gomes, L. C., Chagas, E. C., Crescêncio, R., Pessoa, M. A., Silva, A. L. F., Carvalho, E. S., Andrade-Junior, G., Brito, M. V. T., Porto, M. S. A. 2005. Validation of a simple portable instrument for measurement of blood glucose in four Amazon fishes. *Journal of Aquaculture in the Tropics*, Calcutta, v.20, n.2, pp. 101-109.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) IBGE. 2015. Produção da pecuária municipal. Rio de Janeiro, v.43, pp.1-47.
- Ishibashi, Y., Ekawa, H., Hirata, H. 2002. Stress response and energy metabolism in various tissues of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* exposed to hypoxic conditions. *Fish. Sci.*, 68:1374-1383.
- McDonald, G., and Milligan, L. 1997. 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*. Cambridge University Press, UK. pp. 119-144.
- Mazeaud, M.M., Mazeaud, F., Donaldson, E. M. 1977. Primary and secondary effects of stress in fish: some new data with a general review. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 106:(3) pp. 210-212.
- Mommsen, T. P.; Vijayan, M. M.; Moon, T. W. 1999. Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. *Rev. Fish Biol. Fish.*, 9:211-268.
- Morgan, J. D., Iwana, G. K. 1997. Measurements of stressed states in the Field. In: Iwama, G. D., Pickering, A. D., Sumpter, J. P., Schreck, C. B. (Eds.). *Fish stress and health in aquaculture*. Cambridge University Press. pp. 247-270.
- Nogueira, A. C., Rodrigues, T. 2007. Criação de tilápias em tanques-rede. Sebrae. Salvador, Bahia, Brasil. 23 p.
- Padua, D.M.C. 2001. Fundamentos da piscicultura 2ed. Ed. UCG. Goiânia- GO. 341 p.
- Proença, C. E. M. de, Bittencourt, P. R. L. 1994. Manual de Piscicultura Tropical. IBAMA, Brasília. 196.
- Ruane, N. M., Carballo, E. C., Komen, J. 2002. Increased stocking density influences the acute physiological stress response of common carp (*Cyprinus carpio L.*). *Aquac. Res.*, 33: pp. 777-784.
- SAS INSTITUTE. 1999. Procedure guide for personal computers. 5. ed. Cary, 334 p.
- Silva, R. D., Rocha, L. O., Fortes, B. D. A., Vieira, D., Fioravanti, M. C. S. 2012. Parâmetros hematológicos e bioquímicos da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus L.*) sob estresse por exposição ao ar. *Pesq. Vet. Bras.*, 32:99-107.
- Sipaúva-Tavares, L. H. 2000. Ecologia geral de viveiros em tanques de criação. In: Workshop sobre a qualidade da água na aquicultura. Cepta, Anais Pirassununga, SP, Brasil. 92.
- Takahashi, L. S.; Abreu, J. S., Biller, J. D., Urbinati, E. C. 2006. Efeito do ambiente pós-transporte na recuperação dos indicadores de estresse de pacus juvenis, *Piaractus mesopotamicus*. *Acta Science Animal*. Maringá, v.28, n.4, pp. 469-475.
- Tavares, L. H. S. 1994. Limnologia aplicada à aquicultura. Funep. Jaboticabal, SP, Brasil. 70.
- Urbinati, E. C., Sampaio, J. A., Camargo, A. C. S., Landines, M. A. 2004. Loading and transport stress of juvenile matrinxã (*Brycon cephalus*, Characidae) at various densities. *Aquaculture*, 229:389-400.
- Urbinati, E. C., Carneiro, P. C. F. 2001. Metabolic and hormonal responses of the matrinxã, *Brycon cephalus*, (Teleostei: Characidae) to

- the stress of transport under the influence of benzocaine. *Journal Aquaculture in the Tropics*, 16(1):75-85.
- Urbinati, E. C., Carneiro, P. C. F. 2004. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. In: Cyrino, J. E. P., Urbinati, E. C., Fracalossi, D. M., Catagnolli, N. (Eds), Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia. São Paulo, Brasil. pp. 171-193.
- Val, A. L., Almeida-Val, V. M. F., Affonso, E. G. 1990. Adaptative features of Amazon fishes: hemoglobins, hematology, intraerythrocytic phosphates and whole blood Bohr Effect of *Pterygoplichthys multiradiatus* (Siluriformes). *Comp. Biochem. Physiol.*, 97B (3):435-440.
- Wendelaar Bonga, S. E. 1997. The stress response in fish. *Physiological Reviews*. v.77, n.3, pp. 591-625.
- Wintrobe, M. M. 1934. Variations in the size and hemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. *Folia Haematologica*, Leipzig., 5, 32-49.