



Relação Água:O₂ para o Transporte do Tambaqui em Sistema Fechado

Diego Morgado de Campos¹, Charles Hanry Faria Junior², Thiago Marinho Pereira³, Bruno Adan Sagratzki Caveró⁴

Resumo

A mortalidade de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) no início e no final dos procedimentos de transporte pode comprometer a viabilidade do cultivo. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a relação Água:O₂ (gás oxigênio) para o transporte do tambaqui em sistema fechado. Os alevinos foram transportados durante 6 horas na densidade de 1.000 peixes por saco de 60 L, onde foram usadas as seguintes relações Água:O₂ = 1:3 (uma parte de água para três partes de O₂), 1:2 (uma parte de água para duas partes de O₂), 1:1,4 (uma parte de água para 1,4 partes de O₂) e 1:1 (uma parte de água para uma parte de O₂). A mortalidade foi avaliada durante o período de transporte e em intervalos de 6 horas após o final do período de aclimação dos peixes. As proporções da relação Água:O₂ utilizadas durante o transporte não tiveram relação significativa com a mortalidade no final e até 30 horas depois do transporte. Os parâmetros de qualidade da água permaneceram dentro dos limites aceitáveis para a manutenção dos peixes.

Palavras-Chave: *Colossoma macropomum*, qualidade de água, mortalidade, oxigênio, aquicultura

Water:O₂ ratio for the transport of tambaqui in a closed system. The mortality of tambaqui juveniles (*Colossoma macropomum*) at the beginning and the end of transport procedures may compromise the viability of raising these fish through aquaculture. Therefore, the objective of this study was to evaluate the relation water:O₂ (oxygen gas) during transport of tambaqui in a closed system. The fingerlings were transported during 6 hours at a density of 1,000 fish per 60 L bag using the water:O₂ ratios of 1:3 (one part water to three parts O₂), 1:2 (one part water to two parts O₂), 1:1.4 (one part water to 1.4 part O₂) and 1:1 (one part water to one part O₂). Mortality was evaluated during the transport period and at 6-hour intervals after the end of the fish acclimation period. The proportions of the water:O₂ ratio used during transport had no significant relationship with mortality at the end and up to 30 hours after transport. The water quality parameters remained within acceptable limits for fish maintenance. The ratio water:O₂ of 1:3 using 15 liters of water proved to be the most efficient for transporting tambaqui.

Keywords: *Colossoma macropomum*, water quality, mortality, oxygen, aquaculture

¹ Técnico em Conservação, Secretaria de Meio Ambiente do Amazonas, SEMA/AM, diegomorgado@yahoo.com.br

² Professor Adjunto, Bacharelado em Engenharia de Pesca, ICTA, UFOPA, charleshanry@yahoo.com.br

³ Professor Assistente A, Bacharelado em Engenharia de Pesca, ICTA, UFOPA, tmarinhopereira@gmail.com

⁴ Professor Adjunto, Departamento de Ciências Pesqueiras, FCA, UFAM, basc@ufam.edu.br



1. Introdução

A aquicultura é um dos segmentos da produção alimentícia nacional que mais tem apresentado crescimento nos últimos anos, gerando emprego e renda por meio da diversificação das atividades econômicas em regiões historicamente esquecidas por projetos brasileiros atrelados à práticas de desenvolvimento regional (SIQUEIRA, 2018). Dentre as atividades que compõe a aquicultura, pode-se destacar a piscicultura (cultivo racional de peixes) como a atividade mais representativa. Segundo dados da Associação Brasileira da Piscicultura (PeixeBR), a produção da piscicultura nacional em 2018 foi de 722.560 toneladas, com crescimento de 4,5% em relação ao ano anterior. Dentre os maiores produtores, pode-se destacar os estados do Paraná (129.900 t), São Paulo (73.200 t), Rondônia (77.000 t), Mato Grosso (62.000 t) e Santa Catarina (44.500 t) (PEIXEBR, 2019).

No grupo das espécies cultivadas, as espécies nativas (peixes originários das bacias hidrográficas brasileiras) representaram quase 40% do total produzido em 2018 (287.910 t), sendo o tambaqui a espécie nativa mais cultivada do país e a terceira na produção geral (PEIXEBR, 2019). Isso se dá principalmente devido aos seus excelentes dados zootécnicos em diferentes condições de cultivo, cadeia produtiva consolidada, hábito alimentar onívoro, ótima aceitabilidade a rações que possuam proteína do tipo vegetal e por ser espécie de valor comercial considerável (FERNANDES et al., 2010).

Para o cultivo racional e economicamente viável do tambaqui, faz-se necessário realizar o transporte de juvenis, atividade que inicia nas propriedades onde são feitas as reproduções induzidas e termina nos viveiros das fazendas destinadas a engorda. Essa é uma operação obrigatória e de alto risco, uma vez que envolve organismos vivos de alto valor comercial. Quando mal planejado e executado, o transporte pode gerar grandes prejuízos ao produtor, tendo em vista a mortalidade observada com frequência durante e após a operação (ANJOS et al., 2011).

Em geral, existem dois sistemas básicos para o transporte de peixes vivos: a) sistema fechado: transporte acontece em sacos plásticos inflados com O₂, no início do período do transporte, e depois lacrados; b) sistema aberto: transporte ocorre em caixas acopladas a cilindros de O₂ que fornecem o gás durante toda a duração

do transporte. A escolha de um ou outro costuma seguir a experiência prévia do condutor do processo e costumam levar em conta alguns parâmetros, como: tamanho, peso, densidade dos peixes e tempo de duração. De tal maneira que, geralmente, o sistema fechado é mais utilizado no transporte de peixes menores (juvenis) em maiores densidades e o sistema aberto pra peixes maiores (adultos) em menores densidades, podendo estes serem destinados a fazendas de engorda, aquários ornamentais e restaurantes/peixarias que trabalhem com a venda de peixe vivo (SHABANI et al., 2016).

O sucesso do transporte se dá quando se alcança uma relação ideal entre a maior densidade de peixes e o menor volume de água, obtendo assim peixes com melhor condição fisiológica na chegada e evitando aumento do metabolismo anaeróbico, aceleração do processo de degradação das proteínas do músculos, redução do pH, alteração da cor e amolecimento da carne, dentre outros impactos negativos que por ventura possam acontecer (MOREIRA et al., 2015). Ou seja, esses fatores podem ser influenciados pela relação Água:O₂ usada nos sacos de transporte.

Entretanto, se um aumento na densidade causa mortalidade, aumento considerável no nível de estresse, podendo comprometer a saúde dos indivíduos a médio e/ou longo prazo, elevadas densidades significam menores custos logísticos e melhores resultados financeiros (SAMPAIO; FREIRE, 2016). Ou seja, é necessário produzir tecnologia apropriada que possibilite reduzir as mortalidades, racionalizando ao custo logístico de transporte.

Um dos fatores cruciais para o transporte de peixes é a quantidade de oxigênio disponível (HARMON, 2009). Peixes submetidos a períodos prolongados de hipóxia podem sofrer alterações na estrutura de lipídeos, proteínas e até mesmo na própria cadeia de DNA. A depleção do oxigênio dissolvido também pode provocar diminuição do fluxo sanguíneo pelas brânquias (braquicardia), liberação de catecolaminas e aumento dos níveis de eritrócitos e da hemoglobina (ZENI et al., 2016).

Sendo assim este trabalho teve como objetivo avaliar a relação Água:O₂ durante o transporte do tambaqui em sistema fechado.

2. Material e Método

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda “Ecology Pescados”, localizada no município de Rio Preto da Eva, estado do Amazonas, Brasil. Antes do transporte, os 12.000 peixes, oriundos de uma mesma desova, com comprimento total médio de $2,4 \pm 0,1$ cm e peso médio de $0,189 \pm 0,010$ g foram estocados em três caixas de PVC com capacidade útil de 1.000 litros e renovação constante de água. Após um período de depuração de 18 horas foram transferidos para sacos plásticos de transporte com capacidade de 60L.

Os 12.000 peixes foram estocados em 12 sacos, sendo 1.000 peixes para cada saco de 60 L. A relação Água:O₂ nos sacos de transporte obedeceu as seguintes proporções: Proporção 01 (P1) = 1:3, onde foram inseridos 15 litros de água e o restante de O₂; Proporção 02 (P2) = 1:2, onde foram inseridos 20 litros de água e o restante de O₂; Proporção 03 (P3) = 1:1,4, onde foram inseridos 25 litros de água e o restante de O₂; Proporção 04 (P4) = 1:1, onde foram inseridos 30 litros de água e o restante de O₂.

O experimento foi conduzido por meio de delineamento em blocos inteiramente casualizados com 4 tratamentos e 3 réplicas. Os blocos foram representados por viveiros semi-escavados de 40 x 80 x 1,5 m e as unidades experimentais foram formadas por tanques-rede de 1 m³ de volume (Figura 1).

Após o tempo gasto no transporte (06 horas), os peixes foram imediatamente transferidos para as unidades experimentais, localizadas dentro dos viveiros semi-escavados, sendo então monitorada a mortalidade durante as 30 horas subsequentes. A medição da mortalidade foi realizada nos seguintes tempos, sempre respeitando um intervalo mínimo de seis horas entre as medições: Tempo 0 (T0) = assim quem foram abertos os sacos; Tempo 6 (T6) = 6 horas pós-transporte; Tempo 12 (T12) = 12 horas pós-transporte; Tempo 18 (T18) = 18 horas pós-transporte; Tempo 24 (T24) = 24 horas pós-transporte; Tempo 30 (T30) = 30 horas pós-transporte).

A qualidade da água foi determinada por meio dos seguintes parâmetros: temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg L⁻¹), pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) e nitrogênio amoniacal total (mg L⁻¹). Todos os parâmetros de qualidade da água foram monitorados antes do transporte

(tanques de depuração), depois do transporte (T0) e a cada 06 horas durante as primeiras 30 horas pós-transporte (T6, T12, T18, T24, T30).

No início do experimento, a homogeneidade do peso (g) dos animais foi determinada pelo Teste de Hartley. A mortalidade e a qualidade da água foram analisados por meio de ANOVA para blocos casualizados. E para os tratamentos que apresentaram diferença estatística significativa foi realizado o teste de Tukey. Os dados expressos em porcentagens foram transformados (arco-seno). Todos os dados foram analisados com 95% de confiança (BHUEL, 2009).

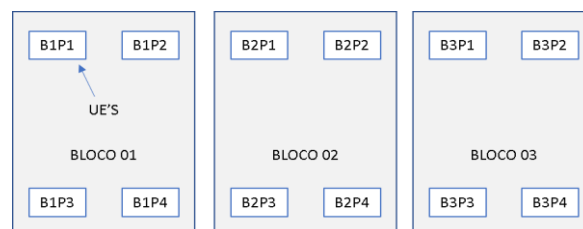


Figura 1. Representação gráfica do delineamento experimental. (B1) = Bloco 01; (B2) = Bloco 02; (B3) = Bloco 03; (P1) = Proporção 01; (P2) = Proporção 02; (P3) = Proporção 03; (P4) = Proporção 04; (UE's) = Unidades Experimentais

3. Resultados

Não houve mortalidade em nenhum dos tratamentos testados ao final do período de transporte (Tempo 0). No entanto, após 18 horas do transporte, as unidades experimentais do Bloco 01 apresentaram elevada mortalidade. Isso significa dizer que 63% dos indivíduos povoados no viveiro referente ao Bloco 01 vieram à óbito (Tabela 1). Porém, após as 30 horas do período de transporte em sistema fechado, nenhum dos tratamentos se mostrou capaz de influenciar na mortalidade dos peixes (Tabela 2). No entanto, houve diferença estatística significativa na análise da mortalidade entre os blocos (viveiros) ($P < 0,001$), onde o Bloco 1 apresentou uma mortalidade logaritimizada em média de 2,8, bastante diferente da mortalidade logaritimizada dos Blocos 2 e 3 (Figura 1). A Figura 2 mostra que não houve diferença estatística significativa entre a mortalidade e o tempo pós-transporte (6h, 12h, 18h, 24h e 30h). Em virtude da alta taxa de mortalidade ocorrida no Bloco 1, o percentual de mortalidade observada sobre o total do plantel foi de 69%, sendo que nos Blocos 2 e 3 o percentual foi de, no máximo, 1,4% do plantel (Figura 1).

Tabela 1. Mortalidade de peixes apresentada pelos juvenis de tambaqui entre os blocos utilizados

Blocos	Horas após o transporte				
	06 h	12 h	18 h	24 h	30 h
1	0	46	2.541	163	27
2	0	03	7	10	0
3	0	01	2	4	0

Tabela 2. Análise de variância em blocos casualizados da mortalidade de juvenis de tambaqui transportados em sistema fechado com relação Água:O₂ nas proporções de 1:3, 1:2, 1:1,4 e 1:1, após 30 horas

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	p
Tratamentos	3	0,36	0,12	0,75	> 0,050
Blocos	2	16,34	8,17	50,65	< 0,001
Resíduos	6	0,97	0,16	-	-
Total	11	17,67	-	-	-

G.L. = graus de liberdade; S.Q. = soma dos quadrados; Q.M. = quadrados médios; F = estatística F; P = valor de p.

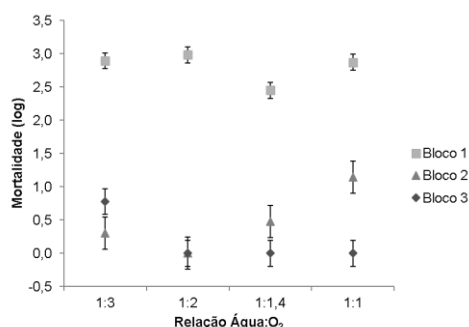


Figura 1. Log da mortalidade por bloco dos juvenis de tambaqui transportados em sistema fechado com relação Água:O₂ nas proporções de 1:3, 1:2, 1:1,4 e 1:1, após 30 horas.

Os parâmetros de qualidade da água nos tanques de depuração foram em média os

Tabela 3. Parâmetros de qualidade da água medidos no final do período de transporte (Tempo 0) para juvenis de tambaqui submetidos a diferentes proporções da relação Água:O₂

Parâmetros	Relação Água:O ₂				p
	1:3	1:2	1:1,4	1:1	
Temperatura (°C)	31,73±0,12	31,83± 0,22	31,57± 0,09	31,53±0,09	0,133
pH	5,13±0,18	5,37±0,26	5,33±0,15	5,20±0,12	0,359
OD (mg L ⁻¹)	4,74±0,5	3,70±0,34	3,24±0,38	3,50±0,10	0,055
CE (µS cm ⁻¹)	78,97±1,73 ^a	65,77±2,47 ^{ab}	56,43±0,63 ^{bc}	42,93±5,36 ^c	< 0,001
NH ₃ + NH ₄ ⁺ (mg L ⁻¹)	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	-

pH = potencial hidrogeniônico; OD = oxigênio dissolvido; CE = condutividade elétrica; NH₃ + NH₄⁺ = nitrogênio amoniacal total; médias seguidas por letra diferentes, em cada linha, diferem estatisticamente (Tukey, p < 0,05).

seguintes: temperatura 28,03±0,11 °C; pH 5,23±0,02; oxigênio dissolvido 5,23±0,03 mg L⁻¹; condutividade elétrica 22,13±0,35 µS cm⁻¹; nitrogênio amoniacal (N-NH₃) 0,00±0,00 mg L⁻¹.

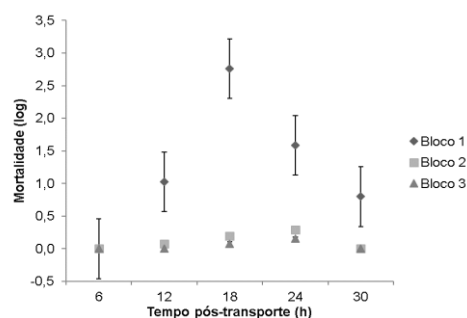


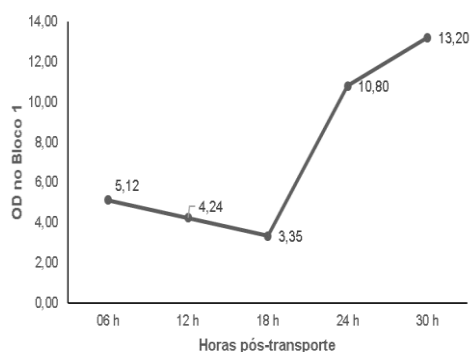
Figura 2. Log da mortalidade por bloco dos juvenis de tambaqui em intervalos de 6h, 12h, 18h, 24h e 30h pós-transporte

Não houve diferença significativa quanto aos valores dos parâmetros físico-químicos medidos no final do transporte (interior dos sacos), com exceção dos valores de condutividade elétrica que foram superiores nos tratamentos com menor volume de água (Tabela 3). E em relação à análise dos parâmetros físico-químicos durante os intervalos de 6h, 12h, 18h, 24h e 30h pós-transporte, entre os blocos têm-se que, houve diferença significativa para os valores de pH, condutividade e nitrogênio amoniacal total (Tabela 4). No entanto, o viveiro representado pelo Bloco 1 apresentou média de 7,34±4,3 mg L⁻¹ para o OD. Essa elevada oscilação resultou em valores baixos para amostragens realizadas durante a noite, sendo observado o valor de 3,35 mg L⁻¹ às 06:00, 18 horas pós-transporte (Figura 3).

Tabela 4. Parâmetros de qualidade da água aferidos por bloco até 30 horas depois do transporte. Dados são média \pm erro padrão de 5 réplicas (intervalos de tempo pós-transporte)

Parâmetros	Blocos			P
	1	2	3	
Temperatura ($^{\circ}$ C)	29,30 \pm 0,53	29,42 \pm 0,37	29,46 \pm 0,16	> 0,050
pH	5,88 \pm 0,24 ^a	5,38 \pm 0,30 ^b	5,70 \pm 0,18 ^{ab}	0,040
OD (mg L ⁻¹)	7,34 \pm 4,38	7,37 \pm 0,07	8,16 \pm 1,37	> 0,050
CE (μ S cm ⁻¹)	83,94 \pm 0,28 ^a	11,88 \pm 0,43 ^c	40,68 \pm 1,06 ^b	< 0,001
NH ₃ + NH ₄ ⁺ (mg L ⁻¹)	0,00 \pm 0,00 ^b	0,00 \pm 0,00 ^b	0,01 \pm 0,00 ^a	0,008

pH = potencial hidrogeniônico; OD = oxigênio dissolvido; CE = condutividade elétrica; NH₃ + NH₄⁺ = nitrogênio amoniacal total; médias seguidas por letra diferentes, em cada linha, diferem estatisticamente (Tukey, $p < 0,05$).


 Figura 3. Oscilação apresentada pelo OD (mg L⁻¹) no Bloco 1 durante o experimento

4. Discussão

As mortalidades observadas neste experimento devem ser atribuídas ao processo de estresse causado pelo confinamento, manuseio e transporte dos peixes, além da redução significativa do OD observada 18 horas pós-transporte (06:00) no Bloco 1. Sobre o estresse, pode-se apontar que é um processo dividido em três fases: a fase primária é desencadeada por uma percepção de perigo, por parte do animal, e a subsequente liberação de catecolaminas e glucocorticoides; a fase secundária é caracterizada por várias mudanças bioquímicas, fisiológicas e comportamentais, resultando em alterações iônicas e nos níveis de glicose do sangue; e a terciária somente aparece se as duas outras fases permanecerem por muito tempo, influenciando no crescimento, reprodução e sistema imunológico, podendo até levar a morte do indivíduo (SØRENSEN et al., 2014).

Em relação a depleção de oxigênio dissolvido observado no Bloco 1, às 06:00 (18 horas pós-transporte) foi observado uma mortalidade de 63% dos indivíduos para esse horário. Esse processo de redução no OD é algo

que acontece em viveiros com níveis de produtividade primária acima do recomendado (transparência abaixo de 30 cm) (SOUSA et al., 2017). Respirar é um processo natural para a homeostase em vertebrados, sendo condição necessária para o crescimento, natação, reprodução, bom funcionamento do sistema imunológico, entre outros fatores (CAVERO et al., 2019). Apesar de ter adaptações fisiológicas para sobreviver em ambientes aquáticos sob condição de hipóxia (WOOD et al., 2015), o tambaqui apresenta, nessas condições, alterações hematológicas que podem levar a morte. Affonso et al. (2002) encontraram um aumento de 15%, durante as primeiras 24 horas de exposição, nos níveis normais de metahemoglobina plasmática para juvenis de tambaqui (51-151 g). A metahemoglobina reduz a capacidade do sangue em transportar oxigênio a todo o corpo do animal, gerando quadros de desorientação e de não reação a estímulos. Níveis plasmáticos de 50% de metahemoglobina já são suficientes para que a enzima redutase comece a ser produzida pelos eritrócitos, convertendo metahemoglobina em hemoglobina (DEMEKE; TASSEW, 2016).

Para que esse mecanismo de conversão ocorra com sucesso, e possa reduzir o nível de metahemoglobina para a concentração basal, é necessário que o meio aquático esteja livre de nitrito, porém a concentração de nitrito não foi um dos parâmetros de qualidade da água mensurados durante a condução desse experimento. No entanto, é possível dizer que viveiros que possuem pouca disponibilidade de OD, durante a fase escura da fotossíntese, não favorecem a oxidação dos metabólitos oriundos da excreção de peixes, como é o caso da nitrificação, sendo essa



uma reação que apenas acontece em ambientes aeróbios (SILVA et al., 2017).

Com base nas isolíneas de sobrevivência propostas por Gomes et al. (2006), a quantidade de peixes indicada para ser transportada em tempos superiores à 24 horas é de 25 peixes por litro de água. Moreira et al. (2015) observaram que a mortalidade de tilápias-do-Nilo oscilou entre 90% e 96% até 96 horas após o transporte, usando as densidades de 4, 7 e 10 peixes por litro de água e uma concentração de eugenol de 15 mg L⁻¹.

Takahashi et al. (2006), utilizando a densidade de 70 peixes por saco, não encontraram mortalidade após as primeiras 168 horas depois do transporte do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e nem diferenças estatísticas para os níveis de glicose e de cortisol entre os peixes estocados em tanques de terra e caixas plásticas de 100 L.

Anjos et al. (2011) testando três diferentes densidades de estocagem (40 peixes. L⁻¹, 60 peixes. L⁻¹ e 80 peixes. L⁻¹) relataram que a densidade de estocagem de 40 peixes por litro de água foi a mais indicada para o transporte do tambaqui, pois apresentou os melhores resultados em relação a mortalidade, nível de amônia e oxigênio dissolvido.

Neves et al. (2018) determinaram que logo após o transporte os níveis de glicemia, eritrócitos e eritroblastos estavam em níveis críticos para o acari-bola (*Peckoltia oligospila*). Também foram observadas respostas secundárias tardias nos níveis de hemoglobina corpuscular média, volume corpuscular médio e proteína plasmática total até seis horas após o transporte.

Os parâmetros físico-químicos da água entre os tratamentos apresentaram diferença significativa apenas para a condutividade elétrica (Tabela 3). Durante o período de transporte em sistemas fechados é comum a perda de sais do sangue para o meio aquático. Caso não haja a utilização de instrumentos que inibam essas perdas, como sal e gesso, essas perdas podem ocasionar estresse excessivo e, no caso de transporte com duração mais prolongada, gerar quadros de aumento nos índices de mortalidade (ANJOS et al., 2011).

De acordo com Gomes et al. (2006), a relação Água:O₂ é adequada quando a concentração de oxigênio dissolvido, ao final do período de transporte, está dentro dos limites toleráveis pela espécie, fato observado em todas

as proporções testadas no presente experimento. Para Harmon (2009), os primeiros 60 minutos após os peixes serem estocados nos ambientes destinados ao transporte são cruciais, pois neste momento há um aumento na atividade e movimentação dos animais. O ideal é que se utilize um nível de oxigênio puro que deixe a água em estado de supersaturação próxima aos 200%.

A relação Água:O₂ recomendada a produtores para o transporte do tambaqui é a de 1:3 (15 litros de água e o restante de O₂), pois apresenta um menor peso em kg, resultando em maior facilidade no manejo durante o transporte e um menor custo atrelado ao frete aeroviário e rodoviário. Essa quantidade de água proporciona o estoque de 45 litros de oxigênio puro, o que significa dizer que cada um dos sacos disponibiliza 63.000 mg de O₂ (densidade do gás oxigênio = 1,4 kg m⁻³). Levando em conta a taxa de respiração do tambaqui ($y = 304,03x^{-0,244}$, onde “x” é o peso do animal em kg e “y” é a taxa de respiração em mg de OD kg⁻¹ h⁻¹), 1.000 peixes de 0,18 g vão consumir 448,75 mg de OD h⁻¹, sendo necessárias mais de 140 horas para que a biomassa consuma todo o oxigênio disponível dentro do saco plástico, tempo mais do que necessário para que seja realizado todo o procedimento de transporte usualmente recomendado para peixes.

O transporte é um dos segmentos da logística que é responsável pela movimentação de produtos e insumos de um lugar para outro (GOES et al., 2015). A prática de transportar peixes, na logística atrelada a aquicultura, sempre deve buscar o uso da menor quantidade de volumes e peso, para uma mesma quantidade de peixes, sem que haja o risco de grandes mortalidades em até 36 horas após os peixes chegarem nas unidades produtivas (berçário, tanques de quarentena, dentre outros).

5. Conclusão

Não houve mortalidade em nenhum dos tratamentos ao final do período de transporte. Durante as primeiras 30 horas após a chegada dos animais foram registradas mortalidades nas unidades experimentais, no entanto esta foi gerada pela condição de um dos blocos (viveiros) e não pelas relações Água:O₂ propostas neste experimento.



A relação Água:O₂ de 1:3 (15 litros de água e o restante de O₂) se mostrou a mais adequada ao transporte do tambaqui.

Agradecimentos

Os autores são gratos à Ecology Pescados pela disponibilização de todos os recursos financeiros, logísticos e infraestrutura necessária para a realização deste trabalho.

Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. Os autores e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

Referências

AFFONSO, E.G.; POLEZ, V.L.P.; CORREA, C.F.; MAZON, A.F.; ARAUJO, M.R.R.; MORAES, G.; RANTIN, F.T. Blood parameters and metabolites in the teleost fish *Colossoma macropomum* exposed to sulfide or hypoxia. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C**, v.133, p.375-382, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1532-0456\(02\)00127-8](https://doi.org/10.1016/S1532-0456(02)00127-8).

ANJOS, G.M. dos; SOARES, E.C.; DANTAS, L.H.N.; SANTOS, R.B. dos; PINHEIRO, D.M.; ALBUQUERQUE, A.A. Eugenol, sal e gesso no transporte de tambaqui em sistemas fechados. **PUBVET**, v.5, n.10, 2011.

BHUJEL, R.C. **Statistics for aquaculture** New York, USA: Wiley-Blackwell, 2009. 240p.

BOYD, C. E. **Water quality in ponds for aquaculture**. Auburn, USA: Auburn University, 1996. 482p.

CAVERO, B.A.S.; ITUASSU, D.R.; GANDRA, A.L.; MARINHO-PEREIRA, T.; FONSECA, F.A.L.; PEREIRA-FILHO, M. Exogenous enzymes on the feeding of pirarucu *Arapaima gigas* Schinz. 1822 (Osteoglossiformes. Arapaimidae). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.14, n.1, p.01-07, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v14i1a5601>

DEMEKE, A.; TASSEW, A. A review on water quality and its impact on Fish health.

International Journal of Fauna and Biological Studies, v. 3, n. 1, p. 21-31, 2016.

FERNANDES, T.R.C.; DORIA, C.R.C.; MENEZES, J.T.B. Características de carcaça e parâmetros de desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) em diferentes tempos de cultivo e alimentado com rações comerciais. **Boletim Instituto da Pesca**, v.36, n.1, p.45-52, 2010.

GOES, G.A.; OLIVA, R.A.; RONQUI, R.G.; QUEIROZ, T.R.; SATOLO, E.G. Descrição do sistema logístico de transporte: uma análise conceitual envolvendo piscicultura. **South American Development Society Journal**, v.1, n.2, p.100-115, 2015.

GOMES, L. C.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; CHIPPARI-GOMES, A. R.; ROUBACH, R. Transportation of juvenile tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a closed system. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66 (2A), p. 493-502, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842006000300015>.

HARMON, T.S. Methods for reducing stressors and maintaining water quality associated with live fish transport in tanks: a review of the basics. **Reviews in Aquaculture**, v.1, n.1, p.58-66, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1753-5131.2008.01003.x>.

MOREIRA, A.G.L., COELHO, A.A.C.; ALBUQUERQUE, L.F.G., MOREIRA, R.T.; FARIAS, W.R.L. Efeito do eugenol como agente mitigador do estresse no transporte de juvenis de tilápia do Nilo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.35, n.11, p.893-898, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2015001100004>.

NEVES, M.S.; COUTO, M.V.S.; SOUSA, N.C.; SANTOS, R.F.B.; DIAS, H.M.; ABE, H.A.; DIAS, J.A.R.; CUNHA, F.S.; TAVARES-DIAS, M.; FUJIMOTO, R.Y. Resposta hematológica do cascudo ornamental amazônico *Peckoltia oligospila* ao estresse de transporte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, n.1, p.13-19, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-9471>.

PEIXEBR. **Anuário PeixeBR da piscicultura – 2019**. São Paulo: PeixeBR, 2019. 148p.

SAMPAIO, F.D.F.; FREIRE, C.A. An overview of stress physiology of fish transport: changes in water quality as a function of transport duration.



Fish and Fisheries, v.17, n.4, p.1055-1072, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.1111/faf.12158>.

SHABANI, F.; ERIKSON, U.; BELI, E.; REXHEPI, A. Live transport of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) and subsequent live storage in market: Water quality, stress and welfare considerations. **Aquaculture**, v.453, p.110-115, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.11.040>.

SILVA, F.N.L.; MEDEIROS, L.R.; COSTA, M.S.M.; MACEDO, BRANDÃO, L.V.; SOUZA, R.A.L. Qualidade da água proveniente de poço artesiano em viveiro de piscicultura. **PUBVET**, v.11, n.7, p.652-657, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.22256/pubvet.v11n7.652-657>.

SIQUEIRA, T.V. Aquicultura: a nova fronteira para produção de alimentos de forma sustentável. **Revista BNDES**, Rio de Janeiro, v.25, n.49, p.119-170, jun. 2018.

SØRENSEN, C.; JOHANSEN, I.B.; ØVERLI, Ø. Physiology of social stress in fishes. In: EVANS, D.H.; CLAIBORNE, J.B.; CURRIE, S. (Orgs.) **The physiology of fishes: fourth edition**. Boca Raton, USA: CRC Press, 2014. 482 p.

SOUZA, R.G.C.; ROCHA, M.M.; PONTUSCHKA, R.B.; BARBOSA, H.T.B. Effects of mechanical

aeration on tambaqui farming (*Colossoma macropomum*) in excavated tanks. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 5, n. 3, p. 113-119, 2017. DOI: <https://doi.org/10.2312/Actafish.2017.5.3.122-128>.

TAKAHASHI, L.S.; ABREU, J.S.; BILLER, J.D.; URBINATI, E.C. Efeito do ambiente pós-transporte na recuperação dos indicadores de estresse de pacus juvenis, *Piaractus mesopotamicus*. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, v.28, n.4, p.469-475, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v28i4.610>.

WOOD, C.M.; SOUZA-NETTO, J.G.; WILSON, J.M.; DUARTE, R.M.; VAL, A.L. Nitrogen metabolismo in tambaqui (*Colossoma macropomum*), a neotropical model teleost: hypoxia, temperature, exercise, feeding, fasting, and high environmental ammonia. **Journal of Comparative Physiology B**, v. 187, n. 1, p. 135-151, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00360-016-1027-8>

ZENI, T.O.; OSTRENSKY, A.; WESTPHAL, G.G.C. Respostas adaptativas de peixes a alterações ambientais de temperatura e de oxigênio dissolvido. **Archives of Veterinary Science**, v.21, n.3, p.1-16, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.5380/avs.v21i3.40165>