



PREFEITURA DE
CAMPOS

SECRETARIA MUNICIPAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA

 Mais
Ciência

PROTOCOLO PARA TRANSPORTE DE PEIXE BETTA (*BETTA SPLENDENS*) E TILÁPIA-DO-NILO (*OREOCHROMIS NILOTICUS*)

Orientador: Leonardo Siqueira Glória

Bolsista: Gabriel Pires Lessa

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
2022/2023



SUMÁRIO

RESUMO	3
INTRODUÇÃO	4
REVISÃO DE LITERATURA	5
MATERIAIS E MÉTODOS.....	7
Experimento 1	7
Experimento 2	10
RESULTADOS.....	15
Experimento 1	15
Parâmetros de qualidade de água.....	15
Glicose.....	16
Desempenho.....	17
Experimento 2	18
DISCUSSÃO	22
Experimento 1	22
Experimento 2	24
CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

RESUMO

O transporte de peixes vivos é um processo limitante na cadeia aquicultura. Com isso, o objetivo desse estudo foi desenvolver metodologias para o transporte de peixes vivos. Foram realizados três experimentos. O primeiro foi o teste de uma mesa de simulação de transporte com juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). O segundo para avaliar os efeitos da redução da quantidade de água na sacola de transporte (30, 50 e 70 ml) do peixe betta (*Betta splendens*). E o terceiro foi a avaliação de uso de óleos essenciais e sal como aditivos durante o transporte do peixe *B. splendens*. No primeiro experimento, a mesa vibratória confeccionada para simulação de transporte não afetou na sobrevivência, no batimento opercular e nos níveis de glicose das tilápias-do-Nilo expostas aos tratamentos. No segundo experimento, após a simulação de transporte os peixes foram observados por 21 dias e analisados dados sobre conversão alimentar aparente (CAA) e taxa de eficiência alimentar (TEA). Não houve aumento no estresse dos peixes durante a simulação de transporte, de acordo com os dados dos níveis de glicose aferidos no sangue. A sobrevivência não foi afetada durante a simulação nem no período pós- transporte. Os dados de CAA e TEA não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$). Os níveis de glicose aferidos não sinalizaram aumento do estresse após a simulação de transporte em comparação ao grupo basal. A sobrevivência não foi afetada significativamente na simulação nem no período de observação pós-transporte. O uso do sal apresentou-se como um aditivo promissor para a homeostase dos peixes no período pós-transporte. O óleo essencial de melaleuca e o óleo de cravo apresentaram-se como uma boa alternativa de baixo custo para o desenvolvimento de um protocolo para o transporte de peixes ornamentais.

INTRODUÇÃO

Na piscicultura ornamental, o transporte é uma das etapas do processo produtivo que mais gera estresse e mortalidade dos animais, causando prejuízos aos piscicultores. Geralmente, os peixes são acondicionados em sacos plásticos ou caixas (transfish), de forma individual ou em grupo (LIM et al., 2003; SAMPAIO e FREIRE, 2016).

O estresse no transporte pode ser influenciado pela duração, tamanho dos peixes, densidade de estocagem e principalmente pela qualidade da água (BRAUN; NUÑER, 2014; SAMPAIO e FREIRE, 2016). Além disso, as

características da espécie, como tolerância ao estresse e às variações da qualidade da água, presença de respiração aérea acessória e comportamento agonístico, também, influenciam na intensidade do estresse e mortalidade durante e depois do transporte (LIM et al., 2003; PRAMOD et al., 2010). Dentre os principais problemas durante o transporte, o territorialismo e a agressividade são características que exigem atenção, pois podem causar lesões e aumento da mortalidade (KARINO et al., 2007).

O peixe *Betta splendens*, conhecido como peixe de briga, é uma das principais espécies comercializadas no mundo (CARDOSO et al., 2012). A espécie tem participação significativa na aquicultura de ornamentais, se destacando como um dos peixes mais comercializados no cenário mundial (GOMES, et al., 2019). A notoriedade deste animal, se deve à grande variedade de cores e formatos de nadadeiras e alta rusticidade.

Em relação ao transporte, o Betta (*B. splendens*), por ser uma espécie territorialista, precisa ser transportado individualmente. A intenção com o transporte individualizado é evitar conflitos e consequentes lesões, que reduzem o valor de mercado da espécie e, aumenta a mortalidade durante o processo (MONVISES et al., 2009; MONTICINI, 2010), fatores que aumentam o valor final do produto.

Para minimizar os efeitos nocivos do transporte, o cloreto de sódio (NaCl), ou comumente chamado “sal”, é frequentemente utilizado na piscicultura, pois este reduz o custo energético do peixe com os processos osmorregulatórios (GOMES et al., 2003). Além disso, o sal tem efeito profilático, é de fácil obtenção e baixo custo, com eficácia comprovada para algumas espécies (TACCHI et al., 2015; NAVARRO et al., 2017; BIZARRO et al., 2018). Todas essas vantagens, fazem com que o NaCl seja amplamente utilizado

no transporte de organismos aquáticos (SANTOS e SOUZA, 2020).

Além do NaCl, nos últimos anos, os óleos essenciais como os de Meleleuca, cravo, *Aloysia triphylla*, erva cidreira (*Lippia alba*) e alecrim pimenta (*Lippia sidoides*) entre outros, vêm recebendo atenção de pesquisadores e produtores de organismos aquáticos (ALMEIDA et al 2018; TEIXEIRA et al., 2018; VENTURA et al., 2019; SILVA, 2020). Entre os óleos mais utilizados, podemos citar o óleo de cravo (eugenol) e o óleo de melaleuca. O óleo de cravo é um óleo essencial extraído de partes da planta *Eugenia caryophyllata* (JAVAHERY et al., 2012). Esse produto possui um antigo histórico como anestésico de uso local em humanos (WOODY et al. 2002), sendo reconhecido como anestésico para peixes há algumas décadas (JAVAHERY et al., 2012). Já o óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* (Myrtaceae), é conhecido pelas ações antifúngicas, bactericidas e anti-inflamatórias (CARSON et al., 2006), além de apresentar propriedades anestésicas e analgésicas. Existem produtos comerciais a base de óleo essencial de melaleuca que são comumente utilizados como medicamentos cicatrizante em peixes ornamentais (CORREIA, 2018).

REVISÃO DE LITERATURA

O transporte de peixes vivos é um processo que impele os peixes a serem colocados em um ambiente diferente de seu habitat natural, que geralmente vem acompanhado por mudanças bruscas nas condições ambientais (PURBOSARI et al., 2019). Inevitavelmente na piscicultura, os peixes são frequentemente transportados entre explorações ou para mercados de cultivos ou vendas (KING, 2009). Existem dois métodos principais para o transporte de peixes vivos na água. O primeiro é usando tanques equipados com oxigênio e o segundo é usando sacos plásticos selados cheios de oxigênio antes do transporte (BERKA, 1986; SAMPAIO e FREIRE, 2016), inevitavelmente estressantes para os peixes. Os procedimentos pré-transporte (classificação, aglomeração, rede, jejum, manuseio e carregamento/embalagem), também são potencialmente estressantes para os peixes, bem como, os procedimentos pós-transporte (descarga e manuseio) (PAKHIRA, et al., 2015; REFAEY e LI, 2018).

O transporte dos peixes é um procedimento rotineiro na aquicultura, que

desencadeia uma série de estímulos estressantes. Situações como o aumento da densidade de estocagem por volume de água, mudanças abruptas na qualidade da água quase sempre geram estresse aos peixes (BRAUN e NUÑER, 2014). O manejo de transporte causa estresse nos peixes, pois inclui a captura, o aumento da densidade, mudanças bruscas de temperatura, manuseio, o próprio transporte (vibrações), descarga e armazenamento final (ROBERTSON et al. 1988). Essas práticas colaboram para diminuição da qualidade da água (CONTE 2004), uma vez que, agentes estressores, como os resíduos nitrogenados, se acumulam na água, principalmente amônia e nitrito (URBINATI e CARNEIRO 2004).

As sacolas plásticas usadas para o transporte de peixes é um ambiente propício para o acúmulo de metabólitos na água, como os compostos nitrogenados, gás carbônico, que são capazes de alterar o metabolismo dos animal podendo leva-los a morte por intoxicação. (GOLOMBIESKI et al. 2003). Assim sendo, um transporte inadequado, pode resultar em alta mortalidade dos peixes e gerar grandes perdas econômicas (OKAMURA et al., 2010). Principalmente no caso dos peixes ornamentais, que são vendidos por sua beleza e precisam estar vivos para venda, portanto, manter sua viabilidade durante o transporte é fundamental (PURBOSARI et al., 2019). Sendo assim, o sucesso do transporte depende dentre outros fatores, da qualidade da água, temperatura, densidade, tamanho, oxigênio e duração do transporte (BELEMA et a., 2017).

O transporte de peixes vivos possui grandes desafios para se enquadrar e atender aos padrões de qualidade e requisitos de bem-estar animal (YANG et al., 2021). Estudos estimam que cerca de 7% dos peixes cultivados morrem anualmente devido ao transporte vivo (NIE et al., 2014), geralmente isso é atribuído ao tempo de transporte, procedimentos de transporte inadequados e tecnologia de monitoramento inadequada (ZHANG et al., 2017; ZHANG et al., 2019). O estresse causado pelo transporte pode gerar mudanças no metabolismo dos peixes alterando a bioquímica do sangue, sistema de defesa antioxidante e expressões de mRNA de proteínas hepáticas de choque térmico (REFAEY e LI, 2018). Estudos comprovaram que peixes transportados apresentam respostas fisiológicas indicativas de estresse, como níveis elevados de glicocorticóides e

teor de glicose no sangue (HARMON 2009; YEARBOOK, 2020).

A aquicultura tem um desafio a superar, manter a saúde e o bem-estar dos peixes vivos durante o transporte, principalmente devido ao grande número de animais em diversas situações de transporte (YANG et al., 2021). Diante disso, o conhecimento de que o processo de transporte gera altos níveis de estresse e uma alta taxa de mortalidade, tem-se incentivado pesquisas para explorar tecnologias de transporte de peixes mais eficientes e eficazes (PURBOSARI et al., 2019).

MATERIAIS E MÉTODOS

Experimento 1

Os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética de Uso de Animais da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – Rio de Janeiro Brasil (CEUA - UENF), Protocolo nº 520.

Foram utilizados 30 bettas fêmeas com comprimento total $42,43 \pm 2,13$ mm e pesos médios de $1,06 \pm 0,14$ g, adquiridos de uma piscicultura comercial no município de Patrocínio do Muriaé (MG). Os peixes foram transportados, da piscicultura para a campus universitário, de maneira convencional, em sacolas plásticas contendo apenas água e ar, para o Laboratório de Zootecnia (LZO) da Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), em Campos dos Goytacazes (RJ), onde foram aclimatadas durante seis dias, antes de serem submetidas à experimentação.

Na aclimação, as bettas foram mantidas em água com temperatura entre 26 e 28°C e pH entre 6,4 a 6,8, parâmetros tidos como ideal para a espécie de forma controlada (LIMA et al., 2012). A alimentação ocorreu diariamente em dois períodos, 8h e 16h, com fornecimento de ração comercial extrusada (42 g/kg-1 PB, 12 g.kg-1 EE, 12 g.kg-1 umidade e 3.100 kcal.kg-1 energia).

No período que antecedeu 24h da montagem da experimentação, os peixes ficaram em jejum e as fezes foram sifonadas a cada 4h. Esse processo de depuração é comercialmente realizado antes do transporte e, tem por finalidade o esvaziamento do trato digestório.

A experimentação foi múltipla para avaliação das quantidades de água para transporte de bettas. Compreendendo três tratamentos com 10 repetições cada, totalizando 30 animais.

A unidade experimental foi constituída por um saco plástico transparente (4 cm x 16 cm) próprio para o transporte de bettas, identificado com o respectivo tratamento e repetição e, contendo um peixe betta fêmea. Foram delineados três tratamentos com volumes diferentes de água: 30, 50 e 70 mL. Ainda, as sacolas de transporte foram preenchidas numa proporção água: ar atmosférico de 1: 3.

As 30 sacolas (unidades experimentais) foram acondicionadas em uma caixa plástica de 50L com dimensões de 34 x 59 x 38 cm, para melhor organização sobre a MSTP.

As análises dos níveis de glicose foram feitas logo após as coletas das amostras de sangue nos peixes, no início (n = 10) e no final do experimento (n = 5, para cada repetição). Foi utilizada uma gota de sangue depositada em tiras reagentes do aparelho monitor digital para leitura de glicose Accu-Chek® (OLIVEIRA et al., 2019).

Uma mesa vibratória foi confeccionada antes do experimento, para a realização da simulação de transporte, com o intuito de se aproximar do transporte real dos peixes em um automóvel. Esta foi constituída de um compensado madeirite naval de 1 m² na superfície, encaixado dentro de cantoneiras de ferro soldadas (1 m²), apoiadas sobre 4 molas, sustentadas sobre 4 tubos de 1 m de comprimento (quadrado de aço 20 mm x 20 mm x 1 m x 6000 mm), soldados em formato de quadrado (1 m²), sustentada por uma base com 4 pés, feita com tubos de 30 cm de comprimento (quadrado de aço 20 mm x 20 mm x 20 cm). Com capacidade de suporte de 30 kg. Sob a superfície da mesa, foi fixado com dois parafusos francês zincados 1/4 X 2 1/2 e uma chapa de zinco 4 x 25, um motor v:127, CV: 1/3, RPM: 1625, 250 W com um parafuso (francês) serrado, soldado na ponta do eixo giratório do motor, com porcas e arruelas rosqueadas (no parafuso serrado soldado na ponta do eixo), para garantir o desbalanceamento ao girar e para controle das vibrações desejadas da mesa.

Foi utilizada uma caixa plástica de 50 L, contendo os peixes devidamente embalados, colocada em cima da mesa vibratória e agitada por 30 minutos e

permanecendo descansando por 60 minutos. Nos intervalos entre uma agitação e outra, a caixa foi agitada em tempos aleatórios para simular o movimento normal do transporte em um veículo automotivo, com o intuito de aproximar ao máximo do transporte real. A simulação de transporte teve duração de 96 horas.

Os parâmetros de qualidade de água foram previamente analisados utilizando fotômetro HANNA HI83300®, através dos métodos: pH: gama de pH: fotômetro: 6.5 a 8.5 pH / eletrodo de pH: – 2.00 a 16.00 pH, com resolução de pH: fotômetro: 0.1 pH, eletrodo de pH: 0.1 pH, com precisão de pH: fotômetro: ± 0.1 pH / eletrodo de pH: ± 0.01 pH; amônia total: gama baixa: 0.00 a 3.00 mg/L (como NH₃—N), com resolução de amônia de 0.01 mg/L; 0.1 mg/L e precisão de $\pm 0,04$ mg/L ou $\pm 4\%$ da leitura. Método adaptado do ASTM Manual of Water and Environmental Technology, Método Nessler D1426-92; nitrato: gama de nitrato: 0.0 a 30.0 mg/L (como NO₃—N), com resolução de 0,1 mg/L e precisão de ± 0.5 mg/L $\pm 10\%$ da leitura. Método adaptado do método de redução por cádmio; nitrito: gama de nitrito: água doce / gama baixa: 0 a 600 μ g/L (como NO₂—N), com resolução de nitrito de água doce: 1 μ g/L; 1 mg/L. Precisão de nitrito de água doce ± 20 μ g/L ou $\pm 4\%$ da leitura. Método de nitrito adaptado do método de diazotização EPA, método 354.1.

Concentração de oxigênio dissolvido foi monitorada com oxímetro digital (YSI-ECO 200A®) e a temperatura foi mensurada com o auxílio de um termômetro digital (-50° C a + 300° C).

Durante o período experimental foi aferida a temperatura da água a cada 1h. Para isso, foram utilizadas sacolas reservas contendo apenas água e, colocadas dentro da caixa plástica de 50 L, junto às unidades experimentais. No momento da observação, a sacola foi aberta e a temperatura foi aferida com auxílio de termômetro digital. Também foi analisada a temperatura ambiental e, para isso foi utilizado um Termo-Higrômetro Digital Temperatura Interna 0° C à 50° C Externa – 50° Incoterm®, que foi alojado dentro da caixa plástica de 50L, junto às unidades experimentais.

Após o período de simulação de transporte (96 horas) os animais foram observados por mais 21 dias para quantificar a sobrevivência no pós-transporte, o consumo de ração e o peso vivo.

Antes do início do experimento uma amostragem de 10 peixes foi realizada para determinação de características biométricas: peso (g) e comprimento padrão (mm). No final do experimento 5 peixes de cada tratamento foram pesados e distribuídos aleatoriamente para observação da sobrevivência e de índices zootécnicos.

Para obtenção dos dados sobre consumo de ração, foi utilizado um pote de ração para cada indivíduo, o pote foi preenchido com ração e pesado em balança de precisão. Após o período experimental, o pote com ração foi novamente pesado. A diferença do peso final pelo inicial, indicou a quantidade de ração consumida pelo indivíduo.

Para análise do peso vivo, foi realizada pesagem dos indivíduos em três momentos distintos, antes do início experimental, após a simulação de transporte (96h) e após o período de pós-transporte (21 dias). Para avaliação das perdas e dos ganhos de pesos dos animais durante os períodos de experimentação. Todos os procedimentos de pesagens foram realizados com uma balança de precisão analítica série AY - SHIMADZU AY220® com capacidade / divisão: 220g / 0,1mg.

Também foram observados dados sobre conversão alimentar aparente (CAA) e taxa de eficiência alimentar (TEA). Para estes foram utilizadas as respectivas equações: $CAA = \text{consumo de ração} / \text{peso vivo no pós-transporte}$; $\text{Taxa de eficiência alimentar} = \text{peso vivo no pós-transporte} / \text{consumo de ração} \times 100$

Experimento 2

O sal (cloreto de sódio); o óleo essencial de melaleuca (Terpinen-4-ol 42, 45%, WNF® 10 mL) e o óleo essencial de cravo (Eugenol 86%, FERQUIMA® 100 mL) foram adquiridos em lojas de produtos naturais. Considerando a natureza hidrofóbica dos ingredientes, uma solução sedativa foi preparada diluindo 10 mL de cada óleo em álcool etílico 99,8% na proporção 1:1:9 (VIDAL et al., 2008).

Os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética de Uso de Animais da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – Rio de Janeiro – Brasil (CEUA - UENF), Protocolo nº 520.

Foram utilizados 280 bettas fêmeas com pesos médios de $1,19 \pm 0,08$ g,

comprimento total $43,31 \pm 1,52$ mm, adquiridos de uma piscicultura comercial no município de Patrocínio do Muriaé (MG). Os peixes foram transportados de maneira convencional, em sacolas plásticas contendo apenas água e ar, para o Laboratório de Zootecnia (LZO) da Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), em Campos dos Goytacazes (RJ), onde foram aclimatadas durante seis dias, antes de serem submetidas à experimentação.

Na aclimação, as bettas foram mantidos em água com temperatura (26 a 28° C), pH ($6,4$ a $6,8$) de forma controlada. A alimentação ocorreu diariamente em dois períodos 8h e 16h pelo fornecimento de ração comercial extrusada indicada para peixes ornamentais e contendo 42% de proteína bruta, 12% de lipídeos, 12% de umidade e energia em 3.100 kcal/kg. No período que antecedeu 24h da montagem da experimentação, os peixes ficaram em jejum e as fezes foram sifonadas a cada 4h.

A experimentação foi múltipla para avaliação de compostos sedativos para transporte de bettas. Compreendendo 13 tratamentos mais um grupo controle, com 20 repetições cada conforme a (Tabela 1).

Tabela1. Descrição dos tratamentos e dosagens experimentais.

Tratamento	Dosagem
T0 Controle (água sem aditivo)	0 gota/L
T1 Solução de óleo de melaleuca 5% v/v (1: 19 e etanol anidro)	0,25 mL/L
T2 Solução de óleo de melaleuca 5% v/v (1: 19 e etanol anidro)	0,5 mL/L
T3 Solução de óleo de cravo (eugenol) 5% v/v (1: 19 em etanol	0,25 mL/L

anidro)	
T4 Solução de óleo de cravo (eugenol) 5% v/v (1: 19 em etanol anidro)	0,5 mL/L
T5 Solução mista: cravo + melaleuca 5% v/v (1:1:38 de etanol anidro)	0,25 mL/L
T6 Solução mista: cravo + melaleuca 5% v/v (1:1:38 de etanol anidro)	0,5 mL/L
T7 Solução de sal (6%)	6 g/L água
T8 Solução de sal (0,8%)	8 g/100L água
T9 Solução mista: Sal + melaleuca 5% v/v (1:1:38 de etanol anidro)	0,25 mL/L
T10 Solução mista: Sal + melaleuca 5% v/v (1:1:38 de etanol anidro)	0,5 mL/L
T11 Sol. mista: Sal + Óleo de cravo 5% v/v (1:1:38 de etanol anidro)	0,25 mL/L
T12 Sol. mista: Sal + Óleo de cravo 5% v/v (1:1:38 de etanol anidro)	0,5 mL/L
T13 Sol. mista: Sal + melaleuca + cravo 5% v/v (1:1:38 de etanol anidro)	0,5 mL/L

As soluções estoques de óleo essencial de melaleuca, óleo essencial de cravo (eugenol) e mistas dos dois compostos a 5% (volume/volume) foram preparadas com a mistura de uma parte deste óleo com 19 partes de etanol anidro (cada). As quais permaneceram armazenadas em frascos âmbar e sob refrigeração de 8 a 18°C ao abrigo da luz. Os frascos com as misturas foram agitados antes da preparação das soluções para transporte dos peixes.

As soluções utilizando o sal foram: solução de sal 6% (6g/L de água) (ZUANON et al., 2009) e solução de sal 0,8% (8g/100L de água). Foi utilizada uma balança eletrônica de precisão, 0.001g/100g, carregamento digital, para pesar o sal marinho sem iodo e um béquer de vidro graduado para medir a quantidade água, sem cloro e repousada por um dia.

Após o preparo das soluções, sacos plásticos transparente (4 cm x 16 cm), próprio para o transporte de bettas foram preenchidos com a 30 mL de água com a solução indicada para cada tratamento e fechados com ar atmosférico. Cada betta fêmea foi colocada em um saco de transporte, identificado individualmente com o respectivo tratamento e repetição e mantidas por 96 horas em simulação de transporte utilizando uma mesa vibratória própria para a simulação de transporte de peixes. A cada intervalo de uma hora a mesa era ligada e permanecia vibrando por 30 minutos. Em seguida permanecia em descanso (desligada) por uma hora. Nesse período às sacolas foram observadas individualmente e anotado as mortalidades. A cada óbito, imediatamente o saco de transporte era aberto, com auxílio de uma tesoura afiada, com cuidado para não agitar a água e sem retirar o peixe morto procedeu-se a mensuração dos parâmetros de qualidade de água.

Os parâmetros de qualidade de água foram previamente analisados utilizando fotômetro HANNA HI83300®, através dos métodos: pH: gama de pH: fotômetro: 6.5 a 8.5 pH / eletrodo de pH: – 2.00 a 16.00 pH, com resolução de pH: fotômetro: 0.1 pH, eletrodo de pH: 0.1 pH, com precisão de pH: fotômetro: ± 0.1 pH / eletrodo de pH: ± 0.01 pH; amônia total: gama baixa: 0.00 a 3.00 mg/L (como $\text{NH}_3\text{—N}$), com resolução de amônia de 0.01 mg/L; 0.1 mg/L e precisão de $\pm 0,04$ mg/L ou $\pm 4\%$ da leitura. Método adaptado do ASTM Manual of Water and Environmental Technology, Método Nessler D1426-92; nitrato: gama de nitrato: 0.0 a 30.0 mg/L (como $\text{NO}_3\text{—N}$), com resolução de 0,1 mg/L e precisão de ± 0.5 mg/L $\pm 10\%$ da leitura. Método adaptado do método de redução por cádmio; nitrito: gama de nitrito: água doce / gama baixa: 0 a 600 $\mu\text{g/L}$ (como $\text{NO}_2\text{—N}$), com resolução de nitrito de água doce: 1 $\mu\text{g/L}$; 1 mg/L. Precisão de nitrito de água doce ± 20 $\mu\text{g/L}$ ou $\pm 4\%$ da leitura. Método de nitrito adaptado do método de diazotização EPA, método 354.1.

Concentração de oxigênio dissolvido foi monitorada com oxímetro digital (YSI-ECO 200A®) e a temperatura foi mensurada com o auxílio de um termômetro digital (- 50° C a + 300° C).

Durante o período experimental foi aferida a temperatura da água a cada 1h. Para isso, foram utilizadas sacolas reservas contendo apenas água e, colocadas dentro da caixa plástica de 50 L, junto às unidades experimentais. No momento da observação, a sacola foi aberta e a temperatura foi aferida com auxílio de termômetro digital. Também foi analisada a temperatura ambiental e, para isso foi utilizado um Termo-Higrômetro Digital Temperatura Interna 0° C à 50° C Externa – 50° Incoterm®, que foi alojado dentro da caixa plástica de 50L, junto às unidades experimentais.

Também foram observados dados sobre conversão alimentar aparente (CAA) e taxa de eficiência alimentar (TEA). Para estes foram utilizadas as respectivas equações: CAA = consumo de ração / peso vivo no pós-transporte; Taxa de eficiência alimentar = peso vivo no pós-transporte / consumo de ração x 100

No final das 96 horas, os peixes foram aclimatados, utilizando água mantida em uma caixa pulmão de 250 L. A aclimação foi feita através da inclusão da água dessa caixa nas sacolas. O procedimento foi realizado gradativamente, ou seja, 5 mL a cada 10 minutos durante uma hora. Depois desse período de aclimação, o peixe foi coletado da sacola com o auxílio de uma peneira e transferido para um copo plástico com 400 mL de água. Cada copo foi identificado com o respectivo tratamento e repetição condizente com o peixe recebido. Os peixes ficaram em observação, nos seus respectivos copos por mais 21 dias, em um delineamento inteiramente casualizado. Nesse período, os animais foram alimentados duas vezes ao dia (8h e 16h). Diariamente, foram realizadas sifonagens, sempre às 14h, para remoção das fezes e sobras de ração. A ração utilizada foi pesada em balança de precisão e armazenada em frascos de 80 mL, com tampas de rosca, identificados individualmente com os respectivos tratamentos e repetições, para coleta dos dados de consumo de ração e conversão alimentar aparente dos animais.

Antes do início do experimento, uma amostragem de 10 peixes foi realizada para determinação de características biométricas: peso (g) e comprimento padrão (mm);

além de gotas de sangue para aferir os níveis de glicose. No final do experimento, a amostragem foi de 5 peixes de cada tratamento e todas os peixes foram contados para análise da sobrevivência. Todos os procedimentos de pesagens foram realizados com uma balança de precisão analítica série AY - SHIMADZU AY220® com capacidade / divisão: 220g / 0,1mg.

As análises dos níveis de glicose foram feitas logo após as coletas das amostras de sangue nos peixes, no início (10 animais) e no final (5 animais por tratamento) do experimento. Foi utilizada uma gota de sangue depositada em tiras reagentes do aparelho monitor digital para leitura de glicose Accu-Chek® (OLIVEIRA et al., 2019).

Para as análises estatísticas dos dois experimentos, os resultados de tempo de transporte, parâmetros de qualidade de água, sobrevivência pós- transporte, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar aparente, foram submetidos aos testes de pressuposição de análise de variância para normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Bartlett). Para comparação dos tratamentos foi utilizado modelo inteiramente casualizado e o PROC MIXED (SAS OnDemand for Academics). Os casos de significância, foram realizados análise de regressão com definição de melhores dosagens pelas curvas que melhor se ajustaram, além da aplicação do teste Tukey a 5% de probabilidade para comparação par a par entre todos os tratamentos.

RESULTADOS

Experimento 1

Parâmetros de qualidade de água

Não houve mortalidade durante os experimentos de simulação de transporte e pós transporte com bettas fêmeas. Os valores dos parâmetros de qualidade da água estão listados na (Tabela 1). Não foram observadas diferenças significativas para temperatura, oxigênio dissolvido, amônia, nitrito e nitrato no experimento de simulação de transporte. Apenas o pH apresentou diferenças significativas entre os tratamentos,

observando-se o aumento do pH no tratamento com menos água (30 mL) Tabela 1.

Tabela 1. Médias (\pm desvio padrão) dos parâmetros de qualidade de água no transporte de bettas fêmeas em diferentes quantidades de água.

Parâmetros	30 mL	50 mL	70 mL
Temperatura ($^{\circ}$ C)	26,80 \pm 0,10	26,76 \pm 0,06	26,83 \pm 0,06
Oxigênio (mg.L ⁻¹)	6,05 \pm 0,24	5,92 \pm 0,03	5,87 \pm 0,12
Amônia Total (mg.L ⁻¹)	> 3,00 \pm 0,00*	> 3,00 \pm 0,00*	> 3,00 \pm 0,00*
Nitrito (μ g.L ⁻¹)	527,67 \pm 90,63	> 600,00 \pm 0,00*	> 600,00 \pm 0,00*
Nitrato (mg.L ⁻¹)	71,87 \pm 53,01	41,93 \pm 11,39	69,47 \pm 43,55
pH	7,77 \pm 0,21 ^b	7,07 \pm 0,24 ^a	7,06 \pm 0,33 ^a

Médias seguidas por letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

*Os valores das variáveis amônia (0,00 a 3,00 mg.L⁻¹) e nitrito (0 a 600 μ g.L⁻¹) se apresentaram acima da faixa de leitura dos reagentes utilizados (Low Range).

Glicose

Não houve aumento significativo ($p > 0,05$) das concentrações de glicose no sangue dos peixes, para nenhum dos tratamentos, quando comparados com os níveis de glicose basal (peixes antes do transporte).

Tabela 2. Níveis médios de glicose de peixes bettas fêmeas antes e após estresse de simulação de transporte.

Tratamento	Níveis de glicose
Basal	32,40 ± 2,51
30 mL	39,80 ± 11,23
50 mL	33,80 ± 8,76
70 mL	32,80 ± 5,17
p-valor	0,4142

Desempenho

Os parâmetros de desempenho dos peixes observados por 21 dias após a simulação de transporte (período de pós-transporte) não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$) Tabela 3.

Tabela 3. Desempenho de peixes bettas fêmeas observados por 21 dias após estresse de simulação de transporte.

Variáveis	30 mL	50 mL	70 mL	p-valor
PV (g)	0,208 ± 0,04	0,232 ± 0,01	0,204 ± 0,01	0,1307
CR (g)	0,184 ± 0,02	0,186 ± 0,01	0,184 ± 0,02	0,9715
CAA	0,912 ± 0,19	0,802 ± 0,05	0,902 ± 0,11	0,3632
TEA (%)	113,25 ± 22,49	125,31 ± 7,72	112,00 ± 13,08	0,3640

PV = peso vivo; CR = consumo de ração; CAA = conversão alimentar aparente; TEA = taxa de eficiência alimentar. Médias ± desvio padrão.

A redução da água de transporte e a simulação de transporte não exerceram influência sobre os pesos (g) dos *B. splendens* (Figura 2).

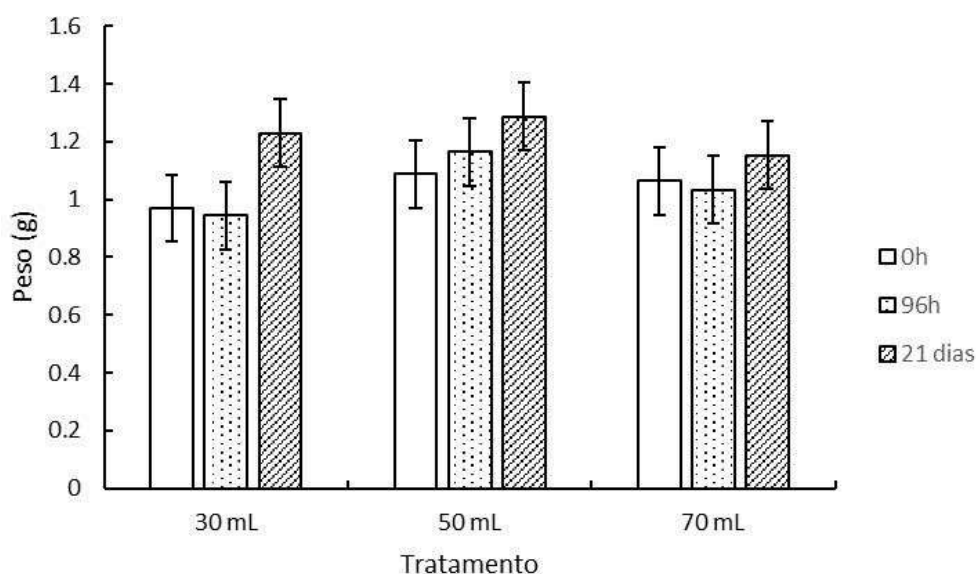


Figura 2. Pesos de *B. splendens* antes e depois dos períodos de experimentação.

Experimento 2

Os valores dos parâmetros de qualidade da água inicial de embalagem para a simulação de transporte foram: pH: $7,66 \pm 0,16$; amônia: $0,04 \pm 0,06$; temperatura: $24,86 \pm 0,05$; nitrito: $10,36 \pm 4,92$; nitrato: $6,78 \pm 16,14$ e oxigênio: $6,59 \pm 0,17$. A temperatura média durante as 96 horas de simulação de transporte foi de $24,92 \pm 0,36$.

Não foram observadas diferenças significativas na sobrevivência dos peixes durante a simulação de transporte nem no período de observação pós- transporte de 21 dias Figura 1.

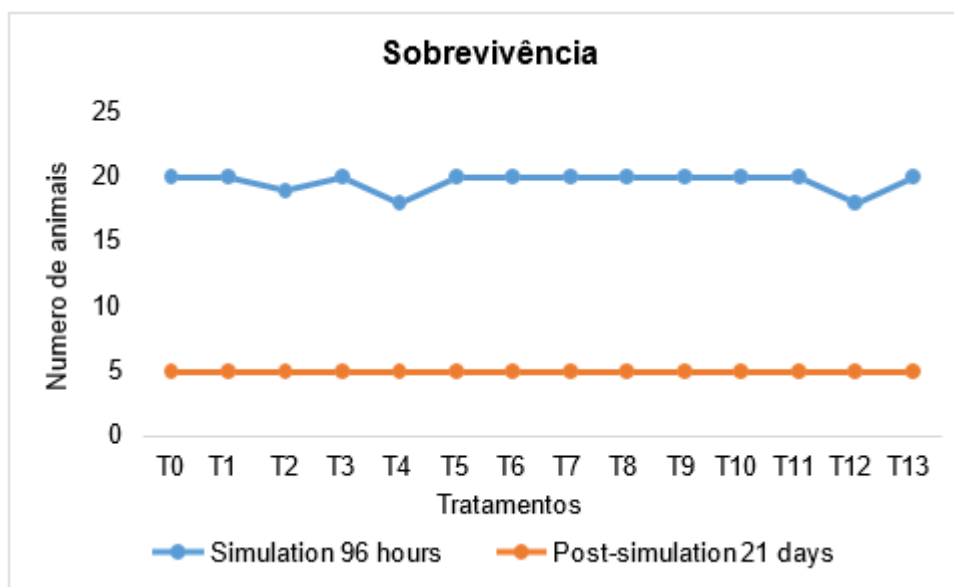


Figura 1. Sobrevivência de betta splendens submetidos a estresse de simulação de transporte por 96 horas, grupo controle (T0, sem aditivo) e com aditivos na água de transporte, sal a 0,8% e 6%, sedação com óleo essencial de melaleuca, óleo de cravo ou mistos dos três aditivos e observação pós-transporte de 21 dias.

Os valores médios dos níveis de glicose basais e das bettas fêmeas submetidas a simulação de transporte de 96 horas com ou sem aditivos na água de transporte estão representados na Figura 1.

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos com ou sem aditivos anestésicos em relação aos níveis de glicose dos peixes basais.

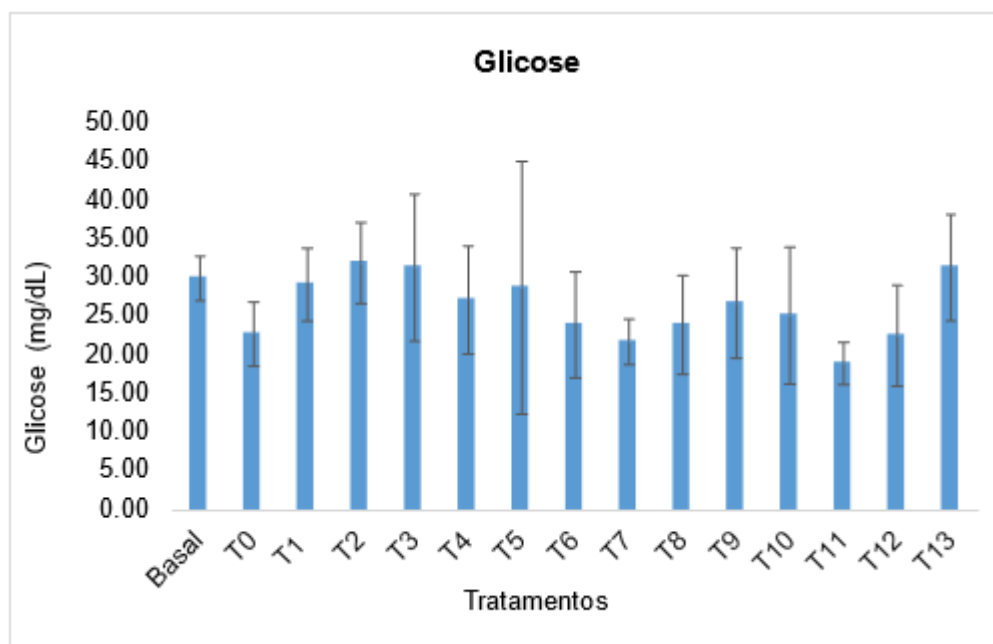


Figura 2. Níveis de glicose em *beta splendens* submetido a simulação de transporte por 96 horas, grupo controle (T0 sem aditivo) e com aditivos na água de transporte, sal a 0,8% e 6%, óleo essencial de melaleuca, óleo de cravo ou mistos dos três aditivos.

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para o índice zootécnico de peso vivo dos peixes ($p < 0,05$), nos demais índices como crescimento (Figura 3) e fator de condição (Figura 4), não se observou diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p > 0,05$) no período de observação pós- simulação de transporte de 21 dias.

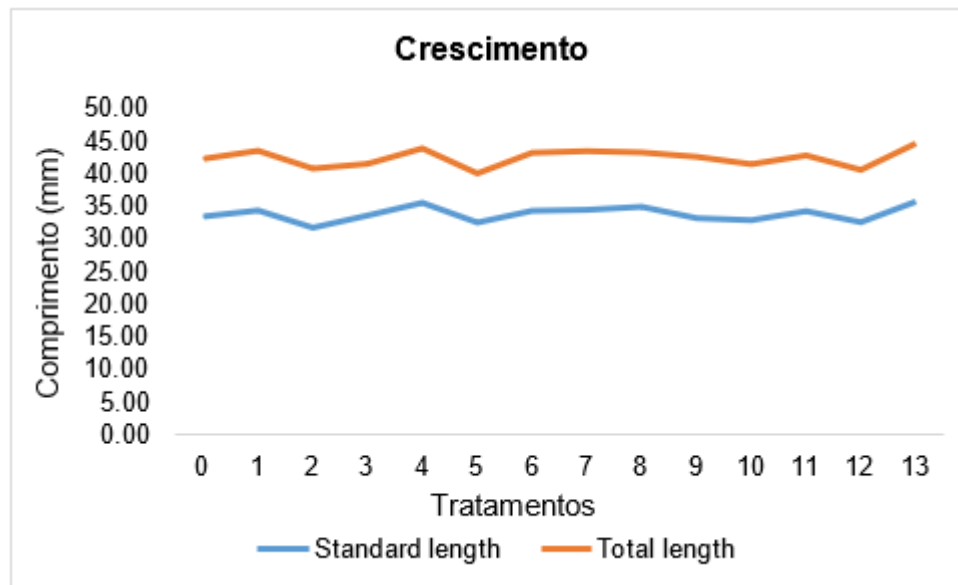


Figura 3. Comprimento padrão e total de peixes *betta splendens* após simulação de transporte de 96 horas, grupo controle (T0 sem aditivo) e com aditivos na água de transporte, sal a 0,8% e 6%, sedação com óleo essencial de melaleuca, óleo de cravo ou mistos dos três aditivos, observados durante 21 dias após a simulação de transporte.

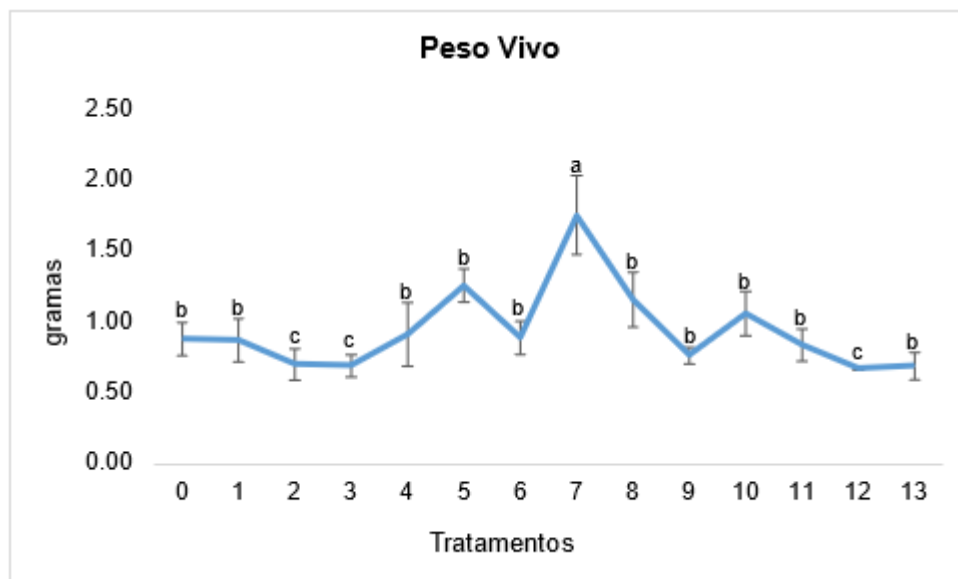


Figura 4. Peso vivo de *betta splendens* submetidos a simulação de transporte por 96 horas, grupo controle

(T0 sem aditivo) e com aditivos na água de transporte, sal a 0,8% e 6%, sedação com óleo essencial de melaleuca, óleo de cravo ou mistos dos três aditivos, observados durante 21 dias após a simulação de transporte. Diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. Letras diferentes no gráfico representam diferenças entre os grupos de tratamento de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

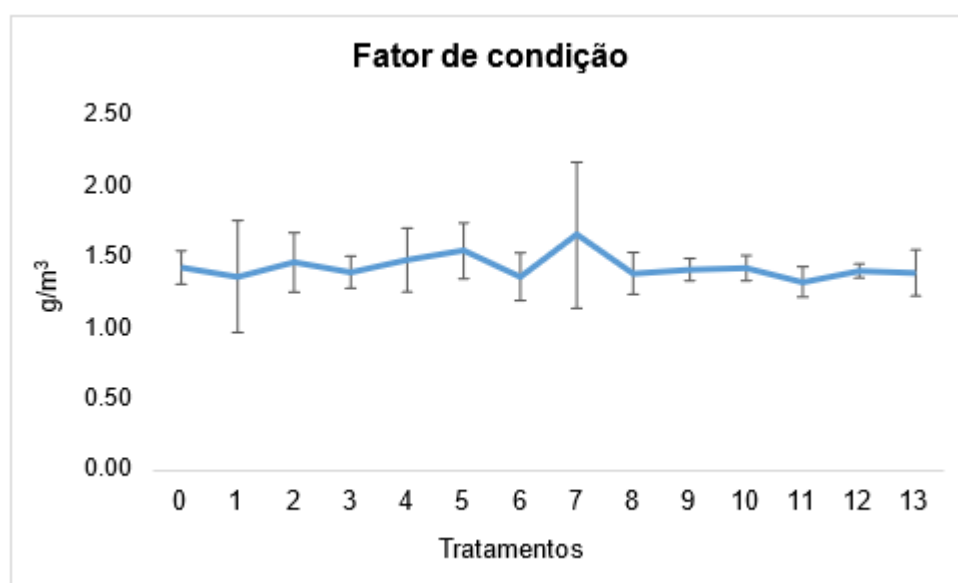


Figura 5. Fator de condição de *beta splendens* submetidos a simulação de transporte por 96 horas, grupo controle (T0 sem aditivo) e com aditivos na água de transporte, sal a 0,8% e 6%, sedação com óleo essencial de melaleuca, óleo de cravo ou mistos dos três aditivos, observados durante 21 dias pós-simulação de transporte.

DISCUSSÃO

Experimento 1

A redução na quantidade de água de transporte dos peixes bettas no presente estudo não alterou os parâmetros de qualidade da água, exceto para o pH que aumentou, mas permanecendo próximo a neutralidade e dentro dos padrões adequados para a espécie (SANTOS et al., 2014). Muitas técnicas de transporte de peixes vivos são estudadas na aquicultura, a maioria tem o objetivo minimizar o estresse, otimizar a qualidade da água, os níveis de oxigênio e minimizar o acúmulo de resíduos

metabólicos e amônia (SANTOS, REZENDE e MORON, 2020). Ainda há poucos estudos sobre a redução da quantidade de água no transporte de peixes vivos. O conhecimento das quantidades exatas de água para o transporte de peixes vivos sem alterar a qualidade desta, é bastante relevante para o setor piscícola ornamental, pois permite aumentar significativamente a quantidade de peixes no mesmo transporte sem prejudicar a qualidade da água e o bem-estar dos peixes. Já que o transporte de peixes vivos apresenta uma grande questão para o bem-estar animal e que estressores associados à essa prática estão bem documentados com foco na manutenção da qualidade da água durante o transporte para reduzir o estresse (VANDERZWALMEN et al., 2019).

Os indicadores de estresse são importantes ferramentas de avaliação nas pesquisas sobre transporte de peixes, os níveis de glicose no sangue é um deles. No presente estudo, os níveis de glicose dos peixes submetidos ao estresse de simulação de transporte não apresentaram diferenças significativas quando comparados aos peixes basais, que não passaram pelo estresse. Estes resultados parecem interessantes, pois os peixes estressados costumam apresentar níveis elevados de glicose no sangue. O aumento do teor de glicose na corrente sanguínea indica maior consumo de energia e maior resposta metabólica (WENDELAAR-BONGA, 1997). Segundo Martínez-Porchas et al. (2009), o aumento das concentrações de glicose representa uma resposta imediata à elevação das taxas metabólicas e respiratórias nas células musculares, não apresentadas pelos peixes no presente estudo. Nur et al. (2020), observaram aumento dos níveis de glicose no sangue de peixes betta rubra submetidos a diferentes temperaturas, os autores sugerem que o estresse causado nos peixes aumentou os níveis de cortisol, desencadeando o aumento na produção de enzimas envolvidas na gliconeogênese, impactando diretamente no aumento da glicose no sangue, que é um indicador precoce de estresse dos peixes.

Não foram observadas diferenças significativas nos índices zootécnicos dos peixes no período de 21 dias após o estresse do transporte. Os sistemas hormonais envolvidos na regulação do crescimento e ganho de peso dos peixes podem ser prejudicados pelo estresse, ocasionando a desnutrição e baixo desempenho do animal

(SILVEIRA; LOGATO; PONTES, 2009; URBINATI e CARNEIRO, 2004). No entanto, o ganho do peso vivo dos peixes não foi afetado pelo estresse no presente estudo. Os principais fatores que afetam o desempenho em peixes são a ingestão de alimentos e a absorção de nutrientes (KITAGAWA et al., 2015; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2011). Neste caso, pode-se inferir que as reduções das quantidades de água de transporte não afetaram o consumo de ração nem a conversão alimentar dos peixes no período pós transporte. De acordo com Sampaio e Freire (2016), a saúde dos peixes pode ser influenciada pelas condições ambientais (água) durante o transporte de peixes e Meinelt et al. (2008), afirmam que manuseio e transporte são algumas das causas mais comuns de estresse agudo e/ou crônico em peixes. Já Murphy e Lewbart (1995) alertam que o estresse pode levar a doenças infecciosas ou até mesmo causar mortalidade animal.

No presente estudo a espécie utilizada pode ter sido determinante para obtenção dos resultados supracitados. Segundo Correia et al. (2008), se tratando de resistência ao estresse de transporte é importante considerar o habitat de origem dos peixes e sua história de vida pois, esses fatores podem contribuir fortemente para sua tolerância à deterioração da água durante o transporte, sendo crucial para uma boa recuperação pós transporte. Sampaio e Freire (2016), relatam, que os peixes de cativeiro, neste caso os bettas, possuem resistência ao manuseio e transporte porque foram selecionados por sua robustez e resistência, pois altas taxas de mortalidade tornariam sua criação comercial menos provável de ser bem-sucedida.

Experimento 2

Os valores observados para a qualidade de água da água das embalagens de transporte estiveram bem próximos dos níveis recomendados em todos os tratamentos. Segundo Sugai (1993), o betta suporta variações de temperatura que vão dos 23°C aos 34°C. O pH inicial das soluções usadas no estudo esteve próximo do recomendado que é de 6,8 a 7,2, o que não se configura um agravante, tendo em vista que o betta tolera muito bem a choques de pH, podendo até mesmo se reproduzir em escalas diferentes das que foram supracitadas (SUGAI, 1993). A amônia, o nitrito e o nitrato estiveram bem

abaixo do que pode comprometer o betta splendens, já que comprovadamente a espécie é muito tolerante aos compostos nitrogenados (SAMPAIO, 2017). A concentração de oxigênio esteve bem acima do recomendado para espécie, que tolera baixos níveis de oxigênio. De acordo com Santos et al., (2014), betta é um peixe muito rústico, resistente a baixos níveis de oxigênio dissolvido, devido a adaptações morfofisiológicas que lhe permitem sobreviver por longos períodos respirando somente o ar atmosférico.

Não foi observado efeito do uso dos aditivos nem no grupo controle com relação à sobrevivência dos peixes na simulação de transporte, nem no período pós-simulação (Figura 1). Estes resultados reforçam mais uma vez a rusticidade do betta splendens em suportar condições adversas durante o transporte. Marafon e Arauco (2018), também não observaram efeito do uso de 3% de sal na sobrevivência do betta na simulação de transporte. Zuanon et al., (2009), relataram que adultos de Betta splendens possuem capacidade de adaptação a salinidades da água superiores à salinidade máxima de sobrevivência, quando observados durante 18 dias com exposição com até 15 g/L de sal comum, sem afetar a sobrevivência dos peixes. Como relatado em vários estudos, o peixe betta é uma espécie apreciada não só pela sua aparência atraente, mas principalmente por sua boa adaptação, poucos requisitos e rusticidade (LOURENÇO et al., 2021).

Os níveis de glicose no sangue são frequentemente medidos como indicador de estresse em peixes (CARNEIRO et al., 2009; SAMPAIO e FREIRE, 2016). Segundo Donaldson (1981), a concentração de glicose no sangue é bastante útil para determinar os níveis de estresse em peixes expostos a condições estressantes subletais. Ainda de acordo com He et al., (2020), em estudos de simulação de transporte de peixes a aferição dos níveis sanguíneos de glicose como indicador de estresse subletal se configura como uma ferramenta importante. Nos resultados aqui apresentados, a hiperglicemia não ocorreu em nenhum dos tratamentos testados. Estes resultados corroboram com o estudo realizado por Rocha (2019), que também não observou aumento nos níveis de glicose sanguínea dos peixes bettas submetidos ao estresse de transporte sedados com óleo de cravo. He et al., (2020), afirmam que algumas espécies

de peixes podem recuperar a homeostase energética após se adaptarem ao transporte com menos água. Assim, pode-se concluir que os níveis de glicose sérica podem se elevar e voltar ao normal no transporte de *betta splendens* com redução da água de embalagem.

O estresse de transporte pode afetar negativamente o crescimento dos peixes, após o transporte. Dependendo da espécie as respostas fisiológicas dos peixes ao estresse podem ser agrupadas em respostas primárias, secundárias e terciárias (BARTON, 2002; IWAMA et al., 2006). De acordo com Sampaio e Freire (2016), quando o crescimento dos peixes é afetado no período pós- transporte, pode estar relacionado com as respostas terciárias do animal. Estudos comprovam que as respostas terciárias se relacionam com o desempenho do corpo como um todo, refletindo-se em mudanças no crescimento, reprodução, resistência a doenças, capacidade metabólica para atividades e sobrevivência (SKOMAL e MANDELMAN 2012; KHAMME et al., 2013). Sampaio e Freire (2016), afirmam que na maioria dos estudos sobre estresse no transporte de peixes vivos dificilmente se observam respostas terciárias, principalmente ornamentais. Nos resultados observados neste estudo, os peixes não apresentaram respostas terciárias negativas nos 21 dias de observação, em relação ao índice de crescimento. Possivelmente, este resultado está relacionado a rusticidade da espécie estudada e a idade avançada dos animais.

O estresse causado pelo transporte dos peixes pode reduzir o desempenho destes no período pós-transporte. Estresses longos podem afetar negativamente funções vitais necessárias, como crescimento, ganho de peso, resistência a doenças, comportamento, reprodução e até ocasionar a morte dos peixes (WENDELAAR BONGA, 1997; SCHRECK e TORT, 2016). No presente estudo, o longo período de simulação de transporte dos peixes pode ter causado redução do ganho de peso dos animais. O melhor resultado de peso vivo dos animais pós-simulação de transporte foi observado no tratamento (T 7) com 6 % de sal na água de transporte (Figura 4). Santos, Rezende e Moron (2020), observaram aumento na concentração de hemoglobina de *Colossoma macropomum* ao adicionarem 0,8 % de sal na água de transporte, no mesmo estudo relataram não ter havido alterações

morfofisiológicas deletérias nas brânquias dos animais transportados com sal. Além disso, os autores notaram que todos os parâmetros estudados neste tratamento foram semelhantes aos animais do grupo basal após a recuperação por 96 horas. Indicando que o uso do sal pode ser uma ótima opção no transporte de peixes. O sal adicionado na água de transporte de trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) melhorou a imunidade do muco da pele e inibiu o crescimento de bacteriano (TACCHI et al., 2015). Chagas et al. (2012) relataram um aumento nos níveis de cortisol após o transporte com retorno aos níveis basais após 24 h de recuperação. Isso sugere que o cloreto de sódio possa colaborar para uma recuperação mais rápida dos peixes transportados vivos colaborando para a saúde e melhor desempenho dos animais.

De acordo com Braga (1986) fator de condição é um índice que indica o estado de comodidade do peixe e que não devendo variar com o comprimento do peixe, sendo correlacionado com a constante da relação peso-comprimento, expressa por $P = aCb$. Os valores do fator de condição não variaram entre os tratamentos com ou sem aditivos na observação pós-simulação de transporte. O fator de condição próximos entre os tratamentos, sugere que neste caso a condição dos peixes se deu por conta da idade dos animais, por estarem muito próximo do estágio final de crescimento e engorda e já se encontrarem em ciclo reprodutivo, cessando o crescimento. Em classes de comprimentos maiores atingindo a maturação gonadal. Gomiero et al. (2010) afirma que o peixe cresce mais linearmente do que em volume, após atingir a primeira maturação gonadal o ganho em peso torna-se proporcionalmente maior, enquanto que o crescimento linear diminui. Confirmando assim os resultados observados no presente estudo, sendo observado diferenças no peso vivo entre e não diferença no índice fator de condição. Segundo Souza Medina et al. (2022) o fator de condição reflete o grau de bem-estar dos peixes, considerando que valores mais altos representam maior grau de higidez dos animais. Estes resultados reafirmam a rusticidade do betta splendens, demonstrando recuperação rápida após o estresse de simulação de transporte em todos tratamentos.

CONCLUSÃO

Os peixes bettas não apresentaram sinais de estresse evidentes nas 96 horas de simulação de transporte e na observação de 21 dias em todos os tratamentos. A diminuição da água de transporte parece não ter afetado os animais em ambas observações, dados os resultados encontrados.

Os bettas não apresentaram sinais de estresse causado pela simulação de transporte por 96 horas em todos os tratamentos. Os níveis de glicose sanguínea permaneceram similares ao grupo basal, tampouco à sobrevivência dos peixes foi afetada, reafirmando a rusticidade da espécie. Na observação pós-simulação de transporte de 21 dias, apenas os resultados referentes ao peso vivo dos peixes apresentaram diferenças significativas, neste caso para o tratamento com 6 % de sal na água de transporte mostrando-se ser indicado para uma melhor recuperação no período pós-transporte de peixes vivos. Os óleos essenciais de melaleuca e cravo podem ser uma alternativa de baixo custo para o desenvolvimento de um protocolo para o transporte de peixes ornamentais. Porém, sugerimos mais estudos com espécies menos resistentes, de manejos de transporte coletivos para uma melhor avaliação destes aditivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELEMA, M.; IDOWU, K. O.; AGHOGHO, K. D.; NDUBUISI, A.; OLUWAKEMI, A.; STELLA, U. Handling and packaging of ornamental fishes for successful transportation. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, v. 5, n. 5, p. 263-265, 2017.

BERKA, R. The transport of live fish: a review. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1986.

BRAUN, N.; NUÑER, A. P. O. Stress in *Pimelodus maculatus* (Siluriformes: Pimelodidae) at different densities and times in a simulated transport. *Zoologia (Curitiba)*, v. 31, p. 101-104, 2014.

GOLOMBIESKI, J. I.; SILVA, L. V. F.; BALDISSEROTTO, B.; DA SILVA, J. H. S. Transport of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fingerlings at different times, load densities, and temperatures. *Aquaculture*, v. 216, n. 1-4, p. 95-102, 2003.

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.

NIE, X.; ZHANG, Y.; SUN, X.; HUANG, B.; ZHANG, C. Process and key technologies of transportation of live fish. *Fish. Mod*, v. 41, p. 34-37, 2014.

OKAMURA, D.; ARAÚJO, F. G. D.; ROSA, P. V.; FREITAS, R. T. F. D.; MURGAS, L. D. S.; CESAR, M. P. Influência da concentração de benzocáína e do comprimento dos peixes na anestesia e na recuperação de tilápias-do-nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 971-976, 2010.

PAKHIRA, C.; NAGESH, T. S.; ABRAHAM, T. J.; DASH, G.; BEHERA, S. Stress responses in rohu, *Labeo rohita* transported at different densities. *Aquaculture Reports*, v. 2, p. 39-45, 2015.

PURBOSARI, N.; WARSIKI, E.; SYAMSU, K.; SANTOSO, J. Natural versus synthetic anesthetic for transport of live fish: A review. *Aquaculture and Fisheries*, v. 4, n. 4, p. 129-133, 2019.

REFAEY, M. M.; LI, D. Transport stress changes blood biochemistry, antioxidant defense system, and hepatic HSPs mRNA expressions of channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Frontiers in Physiology*, p. 1628, 2018.

ROBERTSON, L.; THOMAS, P.; ARNOLD, C. R. Plasma cortisol and secondary stress responses of cultured red drum (*Sciaenops ocellatus*) to several transportation procedures. *Aquaculture*, v. 68, n. 2, p. 115-130, 1988.

SAMPAIO, F. D.; 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.

URBINATI, E. C.; CARNEIRO, P. C. F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura intensiva. Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropicas intensiva. TecArt, São Paulo, p. 171-194, 2004.

YANG, B. H.; PIAO, Z. G.; KIM, Y. B.; LEE, C. H.; LEE, J. K.; PARK, K.; OH, S. B. Activation of vanilloid receptor 1 (VR1) by eugenol. Journal of dental research, v. 82, n. 10, p. 781-785, 2003.

YEARBOOK, China Fishery Statistical. China fishery statistical yearbook. China Agriculture Press, Beijing, China, v. 2020, p. 24-34, 2020.

ZHANG, W.; MURRAY, F. J.; LIU, L.; LITTLE, D. C. A comparative analysis of four internationally traded farmed seafood commodities in China: domestic and international markets as key drivers. Reviews in Aquaculture, v. 9, n. 2, p. 157-178, 2017.

ZHANG, Y.; WANG, W.; YAN, L.; GLAMUZINA, B.; ZHANG, X. Development and evaluation of an intelligent traceability system for waterless live fish transportation. Food control, v. 95, p. 283-297, 2019.