

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

MANOEL ADRIANO DA CRUZ NETO

PROTOCOLO PARA TRANSPORTE DO PEIXE BETTA (*Betta splendens*)

Campos dos Goytacazes - RJ

Setembro – 2022

MANOEL ADRIANO DA CRUZ NETO

PROTOCOLO PARA TRANSPORTE DO PEIXE BETTA (*Betta splendens*)

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Siqueira Glória

Campos dos Goytacazes - RJ
Setembro – 2022

Manoel Adriano da Cruz Neto

PROTOCOLO PARA TRANSPORTE DO PEIXE BETTA (*Betta splendens*)

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito para a obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal na Área de Concentração em Aquicultura e Recursos Pesqueiros.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alberto Magno Fernandes

Prof. Dr. André Batista de Souza

Prof. Dr. Matheus Lima Corrêa Abreu

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Siqueira Glória

Coorientador: Prof. Dr. Jonas Henrique de Souza Motta

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me dar forças nos momentos mais difíceis e incertos;

Aos familiares que estiveram comigo nessa jornada. Especialmente, minha companheira Adriana, minha filha Cailane, meus pais e meus irmãos;

Aos meus amigos que sempre me deram forças nos momentos mais difíceis Damião, Fúlvio, Professor e amigo Fernando Bibiano, Eloilton e Vanessa;

Às secretárias do programa Ciência Animal Jovana e Conceição, minha eterna gratidão pela paciência, carinho e dedicação que sempre tiveram comigo;

Aos professores do programa que me ensinaram e me ajudaram nesse período. Especialmente ao professor Alberto Magno, por todo cuidado e dedicação nos momentos mais complicados;

Ao meu orientador Leonardo e coorientador Jonas pela paciência e dedicação que tiveram para concluirmos esse trabalho;

Ao programa Ciência Animal e à UENF por me darem o suporte necessário durante o Doutorado;

À CAPES por financiar meus estudos neste período, me dando condições para concluir este Doutorado;

Finalmente, a todas as pessoas que me ajudaram direta ou indiretamente neste percurso, que Deus abençoe a cada um que esteve presente na minha vida neste período. Minha eterna gratidão.

RESUMO

da CRUZ NETO, Manoel Adriano, D.Sc. Universidade Federal do Vale do São Francisco. Setembro, 2022. Protocolo para transporte do peixe betta (*Betta splendens*).

O transporte de peixes vivos é um processo inevitável na cadeia produtiva de peixes ornamentais. Os estudos sobre melhorias nessa etapa de produção são de extrema relevância para o setor. Com isso, o objetivo desse estudo foi desenvolver um protocolo para o transporte do peixe *Betta splendens*, com a redução nas quantidades de água e com o uso de óleos essenciais e sal na água de transporte mais um grupo controle (sem aditivos). Foram realizados dois experimentos. O primeiro para avaliar os efeitos da redução das quantidades de água na sacola de transporte (30, 50 e 70 ml) do peixe betta. Foi avaliado o estresse e a sobrevivência durante um transporte simulado de 96 horas, utilizando uma mesa vibratória confeccionada para esse propósito. 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). Também, foram quantificados índices de viabilidade econômica, baseados nos resultados das reduções de água de transporte dos peixes. 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 ($p > 0,05$). De acordo com o levantamento da viabilidade econômica e os demais resultados o *B. splendens* pode ser transportado em quantidades de água com até 30 mL na sacola de transporte, sem prejudicar a saúde dos peixes, além de aumentar a lucratividade para os produtores e demais compradores. O segundo experimento consistiu em avaliar a eficiência do uso de aditivos (sal e óleos essenciais) no transporte do *Betta splendens*, onde foram delineados 14 tratamentos com 20 repetições cada, totalizando 280 peixes, um por sacola de transporte. Foram utilizadas 96 horas de simulação de transporte (utilizando a mesa vibratória) e mais 21 dias de observação pós-transporte. Os tratamentos foram: T0 Controle (água sem aditivo); T1 e T2 solução de óleo de melaleuca 0,25 e 0,5 mL/L; T3 e T4 solução de óleo de cravo 0,25 e 0,5 mL/L; T5 e T6 solução mista: cravo + melaleuca 0,25 e 0,5 mL/L; T7 solução de sal (6%) 6 g/L; T8 Solução de sal (0,8%): 8 g/100/L; T9 e T10 solução mista: sal + melaleuca 0,25 e 0,5 mL/L; T11 e T12 solução mista: sal + óleo de cravo 0,25 e 0,5 mL/L e T13 solução mista: sal + melaleuca e óleo de cravo 0,5 mL/L água. 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 e nem no período de observação pós-transporte. Dos índices de desempenho observados, apenas o peso vivo apresentou aumento no tratamento T 7 com 6 % de sal adicionado na água de 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.

Palavras-chave: aditivos fitoterápicos; cloreto de sódio; peixes ornamentais; óleos essenciais; sal.

1 ABSTRACT

2
3 da CRUZ NETO, Manoel Adriano, D.Sc. Federal University of the São Francisco
4 Valley. September, 2022. Protocol for transporting betta fish (*Betta splendens*).

5
6 The transport of live fish is an inevitable process in the ornamental fish production
7 chain. Studies on improvements in this stage of production are extremely relevant for
8 the sector. Thus, the objective of this study was to develop a protocol for the
9 transport of *Betta splendens* fish, with a reduction in the amounts of water and the
10 use of essential oils and salt in the transport water plus a control group (without
11 additives). Two experiments were performed. The first to evaluate the effects of
12 reducing the amounts of water in the transport bag (30, 50 and 70 ml) of betta fish.
13 Assessing stress and survival during a 96-hour simulated transport, using a vibrating
14 table made for this purpose. After the transport simulation, the fish were observed for
15 21 days and data on apparent feed conversion (AFC) and feed efficiency rate (FER)
16 were analyzed. Also, economic viability indices were quantified, based on the results
17 of water reductions for fish transport. There was no increase in fish stress during the
18 transport simulation, according to blood glucose data. Survival was not affected
19 during the simulation or in the post-transport period. The AFC and FER data showed
20 no significant differences ($p > 0.05$). According to the economic feasibility survey and
21 the other results, *B. splendens* can be transported in quantities of water of up to 30
22 mL in the transport bag, without harming the health of the fish and greater profitability
23 for producers and other buyers. In the second experiment, carried out to evaluate the
24 efficiency of the use of additives (salt and essential oils) in the transport of betta
25 splendens, 14 treatments were designed with 20 replicates each, totaling 280 fish,
26 one per transport bag. With a duration of 96 hours of transport simulation (using the
27 vibrating table) and 21 more days of post-transport observation. The treatments
28 were: T0 Control (water without additive); T1 and T2 tea tree oil solution 0.25 and 0.5
29 mL/L; T3 and T4 0.25 and 0.5 mL/L clove oil solution; T5 and T6 mixed solution:
30 cloves + tea tree 0.25 and 0.5 mL/L; T7 salt solution (6%) 6 g/L; T8 Salt solution
31 (0.8%): 8 g/100/L; T9 and T10 mixed solution: salt + tea tree 0.25 and 0.5 mL/L; T11
32 and T12 mixed solution: salt + clove oil 0.25 and 0.5 mL/L and T13 mixed solution:
33 salt + tea tree oil and clove oil 0.5 mL/L water. The measured glucose levels did not
34 signal an increase in stress after the transport simulation compared to the baseline
35 group. Survival was not significantly affected in the simulation or in the post-transport
36 observation period. Of the performance indices observed, only the live weight
37 showed an increase in the T7 treatment with 6 % of salt added in the transport water.
38 The use of salt was presented as a promising additive for fish homeostasis in the
39 post-transport period. Tea tree essential oil and clove oil were presented as a good
40 low-cost alternative for the development of a protocol for the transport of ornamental
41 fish.

42
43 Keywords: herbal additives; sodium chloride; ornamental fish; essential oils; salt.

1		Sumário	
2	1.	INTRODUÇÃO	7
3	2.	OBJETIVO GERAL	9
4	2.1.	Objetivos específicos	9
5	3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
6	3.1.	Piscicultura ornamental	10
7	3.2.	Peixe <i>Betta splendens</i>	11
8	3.3.	Transporte de peixes	13
9	3.4.	Estresse em peixes	15
10	3.5.	Bem-estar de peixes	17
11	3.6.	Óleos essenciais como anestésicos na piscicultura	19
12	3.6.1.	Óleo essencial de cravo (eugenol)	21
13	3.6.2.	Óleo essencial de <i>Melaleuca alternifolia</i> (Tea tree)	23
14	3.7.	Uso de NaCl no transporte de peixes	24
15	4.	CONCLUSÕES	25
16	5.	REFERÊNCIAS	26
17	6.	ARTIGO 1 – SIMULAÇÃO DE TRANSPORTE DE PEIXES BETTAS (<i>Betta</i>	
18		<i>splendens</i>) EM DIFERENTES QUANTIDADES DE ÁGUA: EFEITOS SOBRE O	
19		ESTRESSE, DESEMPENHO E VIABILIDADE ECONÔMICA	39
20	7.	ARTIGO 2 – PROTOCOLO PARA TRANSPORTE DO PEIXE BETTA (<i>Betta</i>	
21		<i>splendens</i>)	66
22			

1. 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

1 seja amplamente utilizado no transporte de organismos aquáticos (SANTOS e
2 SOUZA, 2020).

3 Além do NaCl, nos últimos anos, os óleos essenciais como os de *Meleleuca*,
4 cravo, *Aloysia triphylla*, erva cidreira (*Lippia alba*) e alecrim pimenta (*Lippia sidoides*)
5 entre outros, vêm recebendo atenção de pesquisadores e produtores de organismos
6 aquáticos (ALMEIDA et al., 2018; TEIXEIRA et al., 2018; VENTURA et al., 2019;
7 SILVA, 2020). Entre os óleos mais utilizados, podemos citar o óleo de cravo
8 (eugenol) e o óleo de melaleuca. O óleo de cravo é um óleo essencial extraído de
9 partes da planta *Eugenia caryophyllata* (JAVAHERY et al., 2012). Esse produto
10 possui um antigo histórico como anestésico de uso local em humanos (WOODY et
11 al., 2002), sendo reconhecido como anestésico para peixes há algumas décadas
12 (JAVAHERY et al., 2012). Já o óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* (Myrtaceae),
13 é conhecido pelas ações antifúngicas, bactericidas e anti-inflamatórias (CARSON et
14 al., 2006), além de apresentar propriedades anestésicas e analgésicas. Existem
15 produtos comerciais a base de óleo essencial de melaleuca que são comumente
16 utilizados como medicamentos cicatrizante em peixes ornamentais (CORREIA,
17 2018).

18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35

2. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver técnicas de transporte visando aumentar a eficiência na comercialização do peixe betta (*B. splendens*). Para cumprir tal objetivo geral foram propostos objetivos específicos.

2.1. Objetivos específicos

- Desenvolver uma mesa vibratória para simulação do transporte de peixes (MSTP); medir e comparar as acelerações e frequências de vibrações da MSTP com um automóvel;
- Avaliar o estresse, a sobrevivência e o desempenho do peixe betta durante a simulação de transporte (96 h) na MSTP, embalado em sacolas de transporte contendo baixas quantidades de água;
- Observar a sobrevivência e o desempenho de peixes bettas no pós-transporte;
- Orçar a viabilidade econômica do transporte de *B. splendens* com a água de transporte reduzida do transporte convencional;
- Analisar a eficiência de uso de compostos mistos de óleo de melaleuca e óleo de cravo, com e sem cloreto de sódio na sedação de bettas em transporte fechado, com volume de água reduzido do volume utilizado no transporte convencional.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Piscicultura ornamental

A piscicultura ornamental é um dos segmentos da aquicultura que mais cresce, principalmente, por possuir alta lucratividade com o comércio tanto de peixes nativos como exóticos (GOMES et al., 2019). De acordo com Rezende e Fujimoto (2021), o crescimento das exportações internacionais de peixes ornamentais, entre 2001 e 2016, foi de 84,8%, enquanto no mesmo período o crescimento nas exportações brasileiras foi de 103,7% (BRASIL, 2018; INTERNATIONAL TRADE CENTRE, 2018).

O aquarismo pode apresentar diferentes atribuições, como: finalidade recreativa, uma vez que aquários podem ser instalados em diversos locais; social, visto que gera emprego em diversas escalas econômicas, porque a atividade movimenta anualmente milhões de dólares ao redor do mundo (COSTA, 2019). Segundo dados oficiais obtidos pelas plataformas AliceWeb (BRASIL, 2018) e International Trade Centre (2018), dos US\$ 225,8 milhões em 2016 levantados das exportações brasileiras de pescado, US\$ 6,5 milhões, 2,9% desse montante, foram advindos das exportações de peixes ornamentais (REZENDE e FUJIMOTO, 2021).

A piscicultura ornamental é um segmento em constante crescimento, isso está relacionado principalmente ao aumento da demanda pelo consumidor final e ao alto lucro com a comercialização de espécies nativas e exóticas (GOMES et al., 2019). Geralmente, a maior concentração na produção de peixes ornamentais é observada em polos produtivos, como as regiões do Sul da Florida (EUA) e da Zona da Mata de Minas Gerais (Brasil), maiores polos de piscicultura ornamental desses países (REZENDE e FUJIMOTO, 2021).

O Brasil ocupou a 14ª posição de importância como país exportador em 2016 (Brasil, 2018), participando com 1,89% no mercado mundial. Esses números mostram que o país ainda pode avançar na aquicultura de peixes ornamentais frente aos principais países exportadores, principalmente se considerarmos o potencial brasileiro para a atividade, por exemplo, a diversidade de peixes, o clima e a extensão em volume de água (REZENDE e FUJIMOTO, 2021).

1 O Brasil possui uma grande variedade de espécies de interesse para a
2 piscicultura ornamental, que são transportadas e comercializadas diariamente.
3 Nesse contexto, os peixes ornamentais são considerados componentes importantes
4 da biodiversidade que agregam significativo valor biológico nos ecossistemas e alto
5 valor comercial no setor de aquarismo e mercado *pet* (GUIMARÃES et al., 2021).

6 Deste modo, assim como cães, gatos e outros animais, os peixes
7 ornamentais fazem parte da categoria animal que abrange animais criados em casa,
8 denominados como animais *pet* (COSTA, 2019). Sendo assim, as pesquisas e o
9 conhecimento dos peixes criados para ornamentação contribuem para organizar e
10 expandir o mercado, atribuindo manejos mais adequados e conseqüentemente
11 animais mais saudáveis e um produto de melhor qualidade.

12 13 3.2. Peixe *Betta splendens*

14
15 O betta é uma das espécies de peixes ornamentais mais comercializadas no
16 mundo. É um peixe com hábito alimentar carnívoro, além de possuir uma beleza
17 expressiva é citado por outras qualidades, entre essas, como uma alternativa
18 biológica eficaz no combate ao mosquito transmissor da dengue, devido a sua
19 capacidade de predação das larvas presente na água (CAVALCANTI et al., 2007). A
20 espécie é originária da Ásia, conhecida como “peixe de briga” em razão de seu
21 comportamento territorialista e sua agressividade, principalmente observada entre os
22 machos (FOSSE et al., 2013).

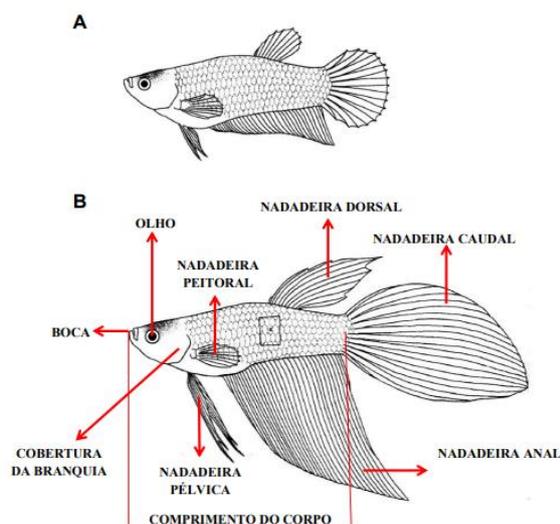
23 No aspecto morfológico, são caracterizados, principalmente, pela existência
24 de diferenças fenotípicas relacionadas ao sexo, ou seja, dimorfismo sexual (FARIA
25 et al., 2006). A partir dos dois meses de idade o dimorfismo sexual começa a se
26 tornar evidente, quando as nadadeiras dos machos se tornam mais desenvolvidas
27 (GOMES et al., 2019). São peixes pequenos e coloridos, da família Osphronemidae.
28 Atualmente, existem mais de 60 espécies de bettas, todavia, a mais conhecida é a
29 *Betta splendens*, muito popular na piscicultura ornamental e entre os aquaristas
30 (COSTA, 2019).

31 Uma característica importante deste peixe é a sua resistência. É um animal
32 capaz de sobreviver em condições de baixo teor de oxigênio dissolvido, devido a um
33 órgão suprabranquial chamado de labirinto, formado após duas semanas de vida
34 (FARIA et al., 2006). Esse órgão auxilia na respiração possibilitando a captura do

1 oxigênio atmosférico (SILVA, 2013). Esse tipo de respiração aérea permite que o
 2 betta seja criado em pequenos aquários sem aeração, chamado de “beteiras”
 3 (ZUANON et al., 2009), um dos motivos que torna um dos peixes de grande
 4 demanda na aquáriofilia, especialmente pela fácil manutenção (CRUZ et al., 2009).

5 Também conhecido como peixe-lutador-siamês, o *Betta splendens* é
 6 originário da bacia do rio Mekong, há centenas de anos tem sido selecionado para
 7 fins ornamentais e competitivos, principalmente por sua considerável diversidade no
 8 padrão de pigmentação, forma da nadadeira, comportamento e tamanho do corpo
 9 (WANG et al., 2022). Os exemplares de bettas disponíveis atualmente no mercado,
 10 estão cada vez mais valorizados, devido aos cruzamentos realizados ao longo dos
 11 anos, a partir de espécies selvagens, gerando linhagens com cores, tamanhos e
 12 nadadeiras variadas (RAMOS e GONÇALVES, 2019). Assim sendo, a grande
 13 variedade de fenótipos atualmente disponíveis a torna uma das espécies mais
 14 importantes na indústria de peixes ornamentais de água doce.

15



16

17

18

19

20

21

Figura 1. Imagem mostrando o dimorfismo sexual entre fêmeas (A) e machos (B) da espécie *Betta splendens*, juntamente com o esquema anatômico de um macho (B). Fonte: Adaptado de WALLBRUNN (1958).

22

23

24

De acordo com Fabanjo e Abdullah (2021), o peixe betta possui alto valor econômico por possuir características como a beleza da cor e a exclusividade do formato das nadadeiras, o que o torna muito atraente para os amantes de peixes

1 ornamentais. O valor de atratividade dos peixes ornamentais pode ser medido por
2 sua cor brilhante, forma e integridade física, comportamento e condições de saúde
3 (FABANJO e ABDULLAH, 2021). Fatores que devem ser compreendidos através de
4 estudos e pesquisas quanto aos manejos mais adequados para cada espécie.

5 O transporte do peixe betta é realizado de forma individual, sem a utilização
6 de oxigênio puro devido a presença do órgão de respiração aérea (labirinto),
7 normalmente são utilizados pequenos sacos plásticos, com pequeno volume de
8 água (ROCHA, 2019). Vários fatores podem influenciar o tipo de transporte, dentre
9 eles estão, a duração, tamanho dos peixes, densidade de estocagem e a
10 temperatura da água (BRAUN e NUÑER, 2014; SAMPAIO e FREIRE, 2016), bem
11 como, as características da espécie, como tolerância ao estresse, resistência às
12 variações na qualidade da água, presença de respiração aérea acessória e
13 comportamento agonístico, (LIM et al. 2003; PRAMOD et al., 2010; SAMPAIO e
14 FREIRE, 2016). Peixes com tais características como os bettas, precisam ser
15 transportados individualmente para evitar lesões, que diminuem seu valor de
16 mercado, e evitar principalmente perda por mortalidade (MONTICINI, 2010).

17 18 3.3. Transporte de peixes

19
20 O transporte de peixes vivos é um processo que impele os peixes a serem
21 colocados em um ambiente diferente de seu habitat natural, que geralmente vem
22 acompanhado por mudanças bruscas nas condições ambientais (PURBOSARI et al.,
23 2019). Inevitavelmente na piscicultura, os peixes são frequentemente transportados
24 entre explorações ou para mercados de cultivos ou vendas (KING, 2009).

25 Existem dois métodos principais para o transporte de peixes vivos na água. O
26 primeiro é usando tanques equipados com oxigênio; e o segundo é usando sacos
27 plásticos selados cheios de oxigênio antes do transporte (BERKA, 1986; SAMPAIO
28 e FREIRE, 2016). Os procedimentos pré-transporte (classificação, aglomeração,
29 rede, jejum, manuseio e carregamento/embalagem), também são potencialmente
30 estressantes para os peixes, bem como, os procedimentos pós-transporte (descarga
31 e manuseio) (PAKHIRA et al., 2015; REFAEY e LI, 2018).

32 O transporte dos peixes é um procedimento rotineiro na aquicultura, que
33 desencadeia uma série de estímulos estressantes. Situações como o aumento da

1 densidade de estocagem por volume de água e mudanças abruptas na qualidade da
2 água, geram estresse aos peixes (BRAUN e NUÑER, 2014).

3 O manejo de transporte causa estresse nos peixes, pois inclui a captura, o
4 aumento da densidade, mudanças bruscas de temperatura, manuseio, o próprio
5 transporte (vibrações), descarga e armazenamento final (ROBERTSON et al., 1988).
6 Essas práticas colaboram para diminuição da qualidade da água (CONTE 2004),
7 uma vez que, agentes estressores, como os resíduos nitrogenados, se acumulam na
8 água, principalmente amônia e nitrito (URBINATI e CARNEIRO 2004).

9 As sacolas plásticas usadas para o transporte de peixes representam um
10 ambiente propício para o acúmulo de metabólitos na água, como os compostos
11 nitrogenados (e.g. NH_3 ; NO_2^-) e gás carbônico (CO_2), que são capazes de alterar o
12 metabolismo dos animais podendo levá-los a morte por intoxicação. (GOLOMBIESKI
13 et al., 2003).

14 Assim, um transporte inadequado pode resultar em alta mortalidade dos
15 peixes e gerar grandes perdas econômicas (OKAMURA et al., 2010). No caso dos
16 peixes ornamentais, o problema é potencializado uma vez que, os peixes são
17 comercializados pela sua aparência e o valor unitário do animal é proporcionalmente
18 superior do que as espécies de corte (PURBOSARI et al., 2019). Sendo assim, o
19 sucesso do transporte depende, dentre outros fatores: qualidade da água,
20 temperatura, densidade, tamanho, oxigênio e duração do transporte (BELEMA et al.,
21 2017).

22 O transporte de peixes vivos possui grandes desafios para se enquadrar e
23 atender aos padrões de qualidade e requisitos de bem-estar animal (YANG et al.,
24 2021). Pesquisadores estimam que cerca de 7% dos peixes cultivados morrem
25 anualmente devido ao transporte vivo (NIE et al., 2014), geralmente isso é atribuído
26 ao tempo de transporte, procedimentos de transporte inadequados e tecnologia de
27 monitoramento inadequada (ZHANG et al., 2017; ZHANG et al., 2019).

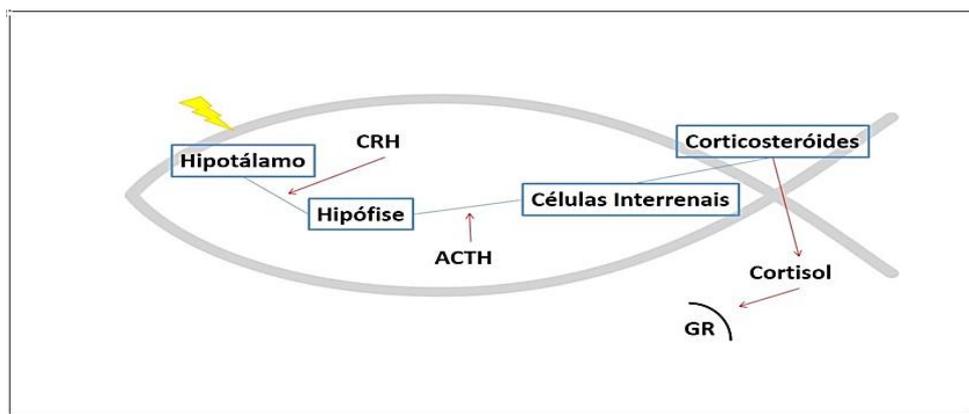
28 O estresse causado pelo transporte pode gerar mudanças no metabolismo
29 dos peixes alterando a bioquímica do sangue, sistema de defesa antioxidante e
30 expressões de mRNA de proteínas hepáticas de choque térmico (REFAEY e LI,
31 2018). Peixes transportados apresentam respostas fisiológicas indicativas de
32 estresse, como níveis elevados de glicocorticoides e teor de glicose no sangue
33 (HARMON, 2009; YEARBOOK, 2020).

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

8 3.4. Estresse em peixes

9
 10 O estresse é caracterizado por alterações bioquímicas, fisiológicas e
 11 comportamentais em decorrência da ameaça da homeostase do organismo. O
 12 estresse gera estímulos intrínsecos, denominados estressores, uma das primeiras
 13 alterações observadas é a hipersecreção de cortisol (CHROUSOS e GOLD, 1992).

14 Quando o alvo é estimulado pelo estressor, seu eixo hipotálamo-hipófise-
 15 interrenal (HPI) é ativado através da secreção de hormônio liberador de
 16 corticotrofina (CRH) e vasopressina (AVP) pelo hipotálamo, ativando a hipófise a
 17 secretar o hormônio adrenocorticotrópico (ACTH), estimulando a secreção de
 18 glicocorticoides pelo córtex adrenal em mamíferos, no caso dos peixes pelas células
 19 interrenais (Figura 2) (PARIANTE e MILLER, 2001).



21
 22 **Figura 2.** Eixo hipotálamo-pituitária-interrenal em peixes. **Fonte:** (IDALENCIO, 2019)

23
 24 Os glicocorticoides exercem papel importantíssimo na homeostasia de
 25 processos como crescimento, metabolismo, reprodução e função imune, qualquer

1 impacto no seu eixo neuroendócrino de controle pode potencialmente afetar o
2 animal (PACHECO e SANTOS, 2001). As variações nas respostas ao estresse
3 neuroendócrino em peixes são multifatoriais, podem estar relacionadas a fatores
4 genéticos, ambientais e experiências prévias (GNEIDING et al., 2019). Geralmente,
5 as respostas divergentes são correlacionadas a perfis comportamentais específicos
6 que formam diferentes estilos de enfrentamento ao estresse (WINBERG et al.,
7 2016). As diversas maneiras de confrontar situações estressantes está associada à
8 variação na resposta fisiológica ao agente estressor, correspondente a abundante
9 diversidade entre as espécies de peixes existentes (GORISSEN e FLIK., 2016).

10 Independentemente da espécie o bem-estar do animal gerenciado por um
11 manejo adequado está diretamente relacionado ao ganho de peso, sanidade e
12 sobrevivência dos peixes (RODRIGUES et al., 2015). Fatores estressantes como,
13 alterações bruscas de temperatura e oxigenação ocasionam alta mortalidade no
14 manejo de peixes cultivados (VELDHUIZEN et al., 2018). A qualidade da água
15 possui impacto direto no bem-estar destes animais, e é necessário manter níveis
16 satisfatórios de oxigênio, quantidade reduzida de amônia, pH e temperatura
17 adequados, a fim de diminuir a incidência de estresse e doenças (GNEIDING et al.,
18 2019).

19 A maioria das atividades da indústria aquícola gera diversas situações
20 estressantes que podem comprometer o bem-estar dos animais, incluindo manejo,
21 confinamento, fertilização, transporte e outras operações, desde o incubatório até a
22 fase comercial final (ASHLEY, 2007; SAMPAIO e FREIRE, 2016; SÁNCHEZ-
23 MUROS et al., 2017; SNEDDON et al., 2016). O estresse gerado por tais práticas
24 causa mortalidade, afetando o sucesso na produção de peixes com a consequente
25 perda econômica (SOUZA et al., 2019). Em muitos casos, o impacto dos estressores
26 relacionados à aquicultura predis põem os peixes a doenças (SEGNER et al., 2012).
27 Nesses casos, há um grande esforço metabólico para que o animal não venha a
28 óbito, a resposta ao estresse geralmente estimula uma ampla gama de mecanismos
29 fisiológicos, com o objetivo de compensar os desequilíbrios produzidos pelo
30 estressor e recuperar o estado homeostático dos peixes (SOUZA et al., 2019).

31 No caso do transporte, este sendo inadequado, pode comprometer a
32 comercialização de peixes ornamentais, pois nesse procedimento estímulos
33 estressores, tais como, a captura, a alta densidade de estocagem, tempo de

1 transporte e a má qualidade de água prejudicam a homeostase dos peixes
2 (ADAMANTE et al., 2008; LEMOS et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2009). A resposta
3 ao estresse tem início e controle através de dois sistemas hormonais que produzem
4 catecolaminas (adrenalina e noradrenalina, e seu precursor dopamina) pelo eixo
5 hipotálamo-simpático-cromafin (HSC) e corticosteroides (principalmente cortisol)
6 pelo eixo hipotálamo-hipófise-interrenal (HPI) (FLIK et al., 2006; MARTOS-SITCHA
7 et al., 2014).

8 Mudanças comportamentais são utilizadas pelo organismo para superar essa
9 situação, isso gera várias respostas ao estressor, incluindo alterações genéticas,
10 metabólicas, energéticas, imunes, endócrinas e neurais (SCHRECK e TORT, 2016).
11 Estresses longos e repetidos afetam negativamente funções vitais necessárias,
12 como crescimento, desenvolvimento, resistência a doenças, comportamento,
13 reprodução e até a morte dos peixes (WENDELAAR BONGA, 1997; SCHRECK e
14 TORT, 2016). Assim sendo, diversos estudos vêm sendo feitos com sedativos e
15 anestésicos, com o intuito de encontrar alternativas para minimizar os efeitos do
16 estresse causados pelas práticas intensas de manejo na aquicultura, principalmente
17 os relacionados ao transporte (NEIFFER e STAMPER, 2009; ROSS e ROSS, 2009;
18 SNEDDON, 2012; ZAHL et al., 2012).

19

20 3.5. Bem-estar de peixes

21

22 O bem-estar animal é um conceito que está no âmbito da interação do
23 homem com outros animais, e que surgiu da atribuição de um estatuto moral aos
24 animais (OLIVEIRA e GALHARDO, 2007). Deste modo, esse conceito deve ser
25 aplicado quando o homem exerce influência sobre os animais em qualquer
26 ambiente. Se tratando da produção animal, mais exclusivamente de peixes, é
27 imprescindível que esta seja feita visando ao equilíbrio entre o aumento da
28 produtividade, a preservação do ambiente aquático e o bem-estar dos peixes
29 (ISHIKAWA, 2020). Semelhantemente a outros vertebrados, acredita-se, que os
30 peixes são seres sencientes com altas capacidades cognitivas (BRANSON, 2008;
31 NOBLE et al., 2018).

32

33 Em vários países os peixes e outras espécies de vertebrados são protegidos
34 por legislações de bem-estar animal (HVAS et al., 2021). É cada vez maior a
conscientização do consumidor, sobre o bem-estar dos peixes em conjunto com a

1 sustentabilidade ambiental da aquicultura. Isso tem levado a um maior foco no bem-
2 estar dos peixes na aquicultura (NOBLE et al., 2018). No entanto, em um ciclo de
3 produção um grau de sofrimento é inevitável, o que torna difícil concordar sobre o
4 que deve ser considerado bem-estar animal aceitável na aquicultura (HVAS et al.,
5 2021). Entretanto, o bem-estar dos peixes sofre influência de vários fatores que
6 podem afetar diretamente o seu rendimento (ISHIKAWA, 2020). Dessa forma, deve-
7 se considerar que o bem-estar desses animais é capaz de promover o potencial da
8 produção, uma vez que um peixe saudável criado em um ambiente ideal terá melhor
9 apetite e crescimento (HVAS et al., 2021), mais chances de sobrevivência a um ciclo
10 de produção completo em comparação com um que está estressado, doente ou
11 ferido.

12 O bem-estar dos peixes cultivados, é uma preocupação para consumidores,
13 produtores, grupos de interesse e autoridades (FREWER et al., 2005; OMSA, 2017).
14 A saúde física é universalmente aceita como parâmetro de bem-estar, a questão
15 controversa é se os peixes experimentam sofrimento mental (por exemplo, de dor ou
16 medo) (ASHLEY, 2007; TURNBULL e HUNTINGFORD, 2012). Porém, esse tema
17 está centrado em torno de saber se os peixes têm a complexidade cognitiva e
18 comportamental necessária para experimentar sentimentos e emoções (KEY, 2016;
19 SNEDDON, 2015; ROSE et al., 2014). No entanto, devido às evidências indicando
20 que os peixes têm tais capacidades, vários países assumiram que os peixes são
21 seres sencientes que podem de fato ter a capacidade de sofrer e criaram legislações
22 humanitárias sobre o tema (BRAITHWAITE, 2010; TURNBULL e HUNTINGFORD,
23 2012; VAN DE VIS et al., 2012).

24 Assim sendo, mais pesquisas sobre o bem-estar dos peixes cultivados são
25 cada vez mais necessárias para fornecer recomendações de melhores práticas e
26 legislação futura (ASHLEY, 2007; VAN DE VIS et al., 2012). Há décadas, diversos
27 estudos vêm sendo realizados sobre as respostas comportamentais e fisiológicas ao
28 estresse dos peixes, usadas como indicadores de comprometimento do bem-estar
29 (ASHLEY, 2007; BROOM, 1991; HUNTINGFORD et al., 2006; SEGNER et al.,
30 2012).

31 Encontrar indicadores que possam identificar situações estressantes com
32 antecedência suficiente para uma intervenção, antes que ocorram efeitos
33 prejudiciais, pode ser uma boa contribuição para o bem-estar dos peixes (BRIJS et

1 al., 2018). Nesse contexto, observa-se, que o uso da biotecnologia vem crescendo
2 em todo mundo, devido à necessidade de manter a qualidade da água dos sistemas
3 de produção, assegurar um bom desempenho zootécnico, e contribuir para a saúde
4 e o bem-estar dos organismos aquáticos (ISHIKAWA, 2020). Estes estudos podem
5 fornecer informações inestimáveis para o desenvolvimento de recomendações
6 específicas para legislação futura visando melhorar o bem-estar dos peixes, bem
7 como melhorar os sistemas de produção e gestão (HVAS et al., 2021).

8 9 3.6. Óleos essenciais como anestésicos na piscicultura

10
11 Nos últimos anos, o número de estudos que investigam a atividade potencial
12 de produtos à base de plantas para substituir os anestésicos sintéticos para peixes
13 aumentou substancialmente (AYDIN e BARBAS, 2020). O uso da anestesia para
14 peixes é importante para garantir exemplares mais saudáveis, proporcionar bem-
15 estar, prevenir lesões físicas e facilitar o manejo (Z AHL et al., 2012; BENOVI T et al.,
16 2015).

17 Existem várias finalidades para os anestésicos, por exemplo, facilitar o
18 manuseio durante a biometria, desova artificial, vacinação, classificação de
19 amostras, biópsia, coleta de sangue, cirurgia, rotulagem, transporte e para eutanásia
20 (MARICCHIOLO e GENOVESE, 2011; JAVAHERY et al., 2012). Sendo assim,
21 espera-se que os anestésicos apropriados em concentrações ideais minimizem os
22 efeitos deletérios do estresse nos peixes (ROOHI e IMANPOOR, 2015).

23 Um anestésico adequado deve sedar rapidamente os peixes e resultar em
24 uma recuperação sem intercorrências. Deve apresentar alta potência, ser
25 amplamente disponível, ter boa relação custo-benefício e apresentar baixa ou
26 nenhuma toxicidade (AYDIN e BARBAS, 2020). Outro fator importante, é que os
27 anestésicos não devem se acumular nos tecidos e órgãos dos peixes, nem causar
28 problemas para animal. Somando-se a isso, a excreção dos anestésicos do corpo do
29 peixe deve ser rápida (MYLONAS et al., 2005; JAVAHERY et al., 2012; AZAD et al.,
30 2014; ROOHI e IMANPOOR, 2015). Nesse sentido, a investigação de bons
31 anestésicos para peixes, melhores relações dose-resposta, bem como, a
32 caracterização comportamental dos estágios de indução e recuperação, e possíveis

1 efeitos colaterais têm sido um ponto comum dos esforços de pesquisa em anestesia
2 (AYDIN e BARBAS, 2020).

3 De acordo com Aydin e Barbas (2020), os anestésicos para peixes podem ser
4 divididos em duas categorias, os sintéticos e os naturais (à base de plantas). Entre
5 os sintéticos mais utilizados estão: 2-fenoxietanol, tricaína metanossulfonato (MS-
6 222), benzocaína, metomidato, etomidato, sulfato de quinaldina, propofol e cloridrato
7 de cetamina. Pesquisadores relataram alguns destes como estressores, caros, e/ou
8 desencadearam efeitos colaterais indesejáveis, por exemplo, aumento do tônus
9 muscular, comportamento agitado (hiperatividade), hipersecreção de muco, danos
10 na córnea, irritação da pele e brânquias (CUNHA et al., 2010; MIRGHAED et al.,
11 2016; TEIXEIRA et al., 2017). Assim, considerando os potenciais efeitos adversos
12 relatados em alguns anestésicos sintéticos no meio ambiente e na fisiologia dos
13 peixes, o uso de anestésicos à base de plantas tornou-se uma alternativa para a
14 indústria da aquicultura em substituição aos sintéticos, quando aplicável
15 (MIRGHAED et al., 2018).

16 Nesse contexto, a determinação dos efeitos anestésicos de diversos óleos
17 essenciais (OE) obtidos de folhas, flores, botões, caules e raízes de plantas tem sido
18 objeto de muitas pesquisas, com conclusões baseadas principalmente em ensaios
19 de concentração-resposta (AYDIN e BARBAS, 2020). Nos últimos anos, esforços em
20 pesquisa vêm sendo feito para investigar as propriedades sedativas e anestésicas
21 das substâncias ativas nos OEs (MIRGHAED et al., 2016; BIANCHINI et al., 2017;
22 YOUSEFI et al., 2018). Dentre estes OEs pode-se destacar os OEs de cravo e de
23 melaleuca.

24 Inúmeros estudos foram realizados para investigar a eficácia do uso do OE de
25 cravo-da-índia (*Eugenia aromatica* e *Eugenia caryophyllata*) como anestésico em
26 diferentes espécies de peixes, conforme revisado por Javahery et al. (2012) e
27 Priborsky e Velisek (2018). Pesquisas realizadas com OE de cravo-da-índia como
28 sedativo e anestésico confirmaram sua segurança e eficácia para peixes. Além
29 disso, EO de cravo é amplamente utilizado em aplicações de aquicultura por ser um
30 produto de baixo custo, abundante, pouco tóxico e ambientalmente correto
31 (MITJANA et al., 2014; MIRGHAED et al., 2018b; AYDIN et al., 2019). Estudo
32 realizado por Mitjana et al. (2014), afirmaram que o EO do cravo-da-índia pode ser

1 menos nocivo que o 2-fenoxietanol e o MS-222, e economicamente mais acessível
2 para uso em larga escala em juvenis de *Pterophyllum scalare*.

3 Outro OE interessante, bastante utilizado na medicina alternativa, é o OE de
4 melaleuca (KRISTOFFERSEN et al., 1996). O OE de melaleuca se tornou conhecido
5 por ter várias qualidades medicinais, incluindo propriedades antibacterianas,
6 antifúngicas, antivirais, anti-inflamatórias, anticancerígenas e analgésicas (CARSON
7 et al., 1998; GREAY et al., 2010). As folhas e ramos terminais de *Melaleuca*
8 *alternifolia*, são compostos principalmente de terpinen-4-ol, γ -terpineno, α -terpineno,
9 1,8-cineol e outros produtos químicos (CARSON e RILEY, 2001). O OE de
10 melaleuca, seja na forma original ou como produto comercial, também vem sendo
11 aplicado para potencializar a cicatrização de peixes ornamentais. Estudos foram
12 realizados como um agente antifúngico na aquicultura por Marking et al. (1994) e por
13 Campbell et al. (2001). Além disso, o OE apresentou propriedades semelhantes às
14 de um anestésico geral, atendendo aos requisitos básicos de um anestésico potente
15 para carpa comum *Cyprinus carpio* L. (HAJEK, 2011).

16

17 3.6.1. Óleo essencial de cravo (eugenol)

18

19 O óleo essencial de cravo é uma substância fenólica obtida da destilação das
20 folhas, caule e flores do craveiro, que apresenta na sua composição de 70 a 95% do
21 seu princípio ativo, o eugenol (MAZZAFERA, 2003). Os primeiros estudos sobre a
22 aplicação do eugenol como anestésico, na aquicultura, surgiram devido a
23 observação de sua eficácia, segurança e baixo custo (ROUBACH et al., 2005). A
24 aplicação do eugenol em peixes acontece na forma de banho de imersão, no
25 entanto, em razão da natureza hidrofóbica da substância, é necessário fazer uma
26 solução-estoque em álcool e, assim, o anestésico pode ser diluído em água (VIDAL
27 et al., 2008).

28 O eugenol apresenta boa velocidade de ação, pois induz rapidamente à
29 anestesia profunda e/ou desejada (HAJEK et al., 2006; WOODY et al., 2002) e
30 principalmente diminui os efeitos do estresse causado pelo manejo (INOUE et al.,
31 2005). Estudos *in vitro* realizados com o eugenol apresentaram efeito agonista sobre
32 o ácido gama-aminobutírico (GABA) e antagonista sobre o glutamato, que atua
33 sobre os receptores N-metil-d-aspartato (NMDA), ambos com grande importância na
34 transmissão da dor (AOSHIMA e HAMAMOTO, 1999; YANG et al., 2003).

1 Ressaltando que, o GABA é o principal neurotransmissor inibitório do sistema
2 nervoso central, responsável pela anestesia, redução dos movimentos respiratórios
3 e dos batimentos cardíacos (IGGO e KLEMM, 1996).

4 O eugenol está entre os compostos naturais mais utilizados para anestesia e
5 analgesia em peixes, sendo considerado o mais eficaz para estes animais (KAMBLE
6 et al., 2014). De acordo com Oliveira et al. (2019), 15,9 e 53,0 mg L⁻¹ de eugenol
7 foram concentrações eficazes para sedação e anestesia em juvenis para o
8 transporte de peixe anjo-imperador (*Pomacanthus imperador*) de água doce, sendo
9 relatado que a menor dosagem tem potencial para ser utilizado no transporte dessa
10 espécie por até 7h. O eugenol também se demonstrou ser eficiente e seguro para
11 sedação, indução e recuperação anestésica em acará-bandeira (HEKIMOĞLU e
12 ERGUN, 2012). Também, já foi demonstrado que o óleo de cravo atenuou os níveis
13 de cortisol plasmático no transporte de salmão do atlântico (*Salmo salar* L.)
14 (IVERSEN et al., 2003), bem como, a glicose plasmática no transporte de tilápia azul
15 (*Oreochromis aureus*) (AKAR, 2011). A exposição a 5 e 10 µL L⁻¹ de eugenol
16 diminuíram o tempo de natação dos peixes da espécie *Serrasalmus rhombeus*,
17 concluindo que o eugenol foi efetivo para anestesia e podendo ser utilizados com
18 segurança para transporte desta espécie (ALMEIDA et al., 2018).

19 O eugenol é um composto fenólico, com efeito depressor do sistema nervoso
20 central (ANDERSON et al., 1997), de baixo custo e toxidez, de fácil aquisição e
21 produzido, com alto grau de eficiência (SOTO, 1995; KEENE et al., 1998;
22 GUÉNETTE et al., 2007; ROSS e ROSS, 2009) é considerado uma substância
23 segura, pois é facilmente metabolizado e excretado pelo animal (GUÉNETTE et al.,
24 2007). A concentração de eugenol 140,0 mg L⁻¹ é a recomendada para o manejo do
25 peixe betta, essa concentração acelerou a resposta anestésica sem afetar a
26 recuperação dos peixes (FABREGAT et al., 2018). Critérios importantes devem ser
27 observados para a disseminação e uso de um anestésico na aquicultura. Por
28 exemplo, fácil utilização, baixa toxicidade nas concentrações necessárias para
29 anestesia dos peixes, e oferecer segurança aos animais e ao manipulador (ROSS e
30 ROSS, 2009), características observadas no óleo de essencial de cravo.

31 Estudos comprovam que, os produtos naturais como óleos essenciais e
32 compostos isolados destes mesmos óleos extraídos de plantas, demonstraram
33 grande potencial para anestesia de peixes (FAÇANHA e GOMES, 2005;

1 GRESSLER et al., 2014). Destaque para o eugenol (4-Alil-2-metoxifenol), derivado
2 do óleo de cravo, geralmente extraído de árvores do gênero *Eugenia*, é um dos
3 anestésicos de origem natural mais utilizado no Brasil (ROUBACH et al., 2005;
4 ROTILI et al., 2012). Nos últimos anos, pesquisas utilizando o eugenol confirmaram
5 o efeito deste como anestésico em peixes (HOSEINI et al., 2015; MIRGHAED et al.,
6 2016), com a excelente vantagem de sua eliminação do organismo ocorrer em até
7 24 horas (TRUSHENSKI et al., 2013).

8

9 3.6.2. Óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* (Tea tree)

10

11 A árvore *Melaleuca alternifolia* é a espécie mais importante e representativa
12 do gênero *Melaleuca* (Myrtaceae), existem aproximadamente 230 espécies
13 (SHARIFI-RAD et al., 2017). Encontrada em regiões pantanosas da Austrália, esta
14 árvore pode crescer até 6m de altura. O óleo essencial (OE) extraído dessa planta é
15 um líquido de cor amarelo, de odor característico, extraído principalmente por
16 arraste a vapor das suas folhas e ramos terminais (SILVA et al., 2019). A atividade
17 biológica deste óleo é atribuída principalmente ao terpinen-4-ol, um monoterpene,
18 componente majoritário do óleo, considerado o principal responsável por suas
19 propriedades medicinais (FELIPE et al., 2018).

20 A *Melaleuca alternifolia*, também chamada de tea tree (árvore do chá), é
21 conhecida pelas ações antifúngica, bactericida e anti-inflamatória (CARSON et al.,
22 2006). O OE melaleuca apresentou bons resultados no tratamento de pele em
23 diabéticos, revitalizando e cicatrizando-a completamente (SILVA et al., 2019). O OE
24 nanoencapsulação apresentou ação bactericida na espécie de peixes *Rhamdia*
25 *quelen* experimentalmente infectada com *Pseudomonas aeruginosa*, sendo
26 considerada importante para prevenir e/ou tratar animais infectados (SOUZA et al.,
27 2017). Um estudo sobre a função anestésica do OE de melaleuca e terpinen-4-ol em
28 jundiás, constatou-se que estes podem ser recomendados para induzir anestesia
29 mais rápida e podem ser adequados como sedativos para o transporte, além de
30 apresentarem melhoras no status antioxidante dos peixes (SOUZA et al., 2018).

31 Desde a antiguidade há relatos dos efeitos analgésico e anestésico de OEs
32 (DE GROOT e SCHMIDT, 2016). Além disso, alguns OEs podem apresentar vários
33 efeitos benéficos como efeitos antimicrobianos e, ao mesmo tempo, atuar como
34 imunoestimulantes (SOUZA et al., 2019). Por exemplo, o OE de *Melaleuca*

1 *alternifolia*, além de seu efeito anestésico, apresentou também, efeito antimicrobiano
2 contra *Aeromonas hydrophila*, aumentou o sistema imunológico não específico e
3 preveniu danos oxidativos em jundiás expostos a $50 \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ por 7 dias antes de
4 serem infectados (BALDISSERA et al., 2017). Em outro estudo, SANTOS et al.
5 (2020), observaram que os indicadores de estresse do tambaqui (*Colossoma*
6 *macropomum*), mostraram respostas primárias e secundárias, com resultados
7 favoráveis para os transportes de 15h e 36h usando os OEs combinados de
8 melaleuca e cravo a $10,4 \text{ mg L}^{-1}$ para sedação.

9 O OE de melaleuca provocou efeito anestésico e analgésico em peixes Peixe-
10 palhaço (*Amphiprion clarkii*), a concentração $500 \mu\text{l L}^{-1}$ promoveu tempo de indução
11 e recuperação adequado para a espécie (CORREIA et al., 2018). Observações
12 comportamentais indicaram o OE de melaleuca como o mais eficiente na redução do
13 estresse da tilápia-do-Nilo (REZENDE et al., 2017). Na aquicultura, um produto
14 comercial à base de OE de melaleuca tem sido bastante utilizado como
15 medicamento cicatrizante em peixes ornamentais. Entretanto, estudos sobre sua
16 eficácia anestésica em peixes são escassos (HAJEK, 2011).

17

18 3.7. Uso de NaCl no transporte de peixes

19

20 O uso de cloreto de sódio (NaCl) na piscicultura é mais comum do que se
21 imagina, há muitos anos sal vem sendo utilizado na piscicultura, no combate a
22 doenças, bactérias, fungos, parasitas e como agente antiestresse. Existem várias
23 vantagens advindas da utilização do NaCl na piscicultura, principalmente por ser um
24 produto seguro para o meio aquático, também, por ser bastante acessível
25 apresentando vantagem econômica (DEWI et al., 2018). De acordo com Biswal et al.
26 (2021), o uso de 0,4% de sal como aditivo na água foi o suficiente para fornecer uma
27 solução para os problemas de estresse induzido pelo transporte em alevinos de *L.*
28 *rohita*. Atualmente, o uso de NaCl continua a ganhar aceitação sendo adicionado na
29 água para minimizar o estresse de transporte de peixes de água doce (BISWAL et
30 al., 2021).

31 O transporte estressa os peixes causando o aumento da respiração, levando
32 a perda iônica em água doce e perda de água corporal em peixes de água salgada
33 (MAZANDARANI et al., 2017). Assim, no caso de peixes de água doce, o uso de
34 NaCl pode diminuir o gradiente osmótico entre o fluido corporal e o meio de

1 transporte. Assim, o aumento da força iônica da água de transporte, através da
2 adição de sal causa diminuição da perturbação hidromineral (HARMON, 2009).
3 Todavia, permanece alta a discussão sobre a dose de NaCl a ser adicionada na
4 água de transporte, visto que, em relatórios anteriores, a maior parte da dose
5 recomendada é sugerida apenas para transporte de curto prazo, isto é, 3h, 5h e 6h
6 (BISWAL et al., 2021).

7 Segundo Biswal et al. (2021), existe uma lacuna na pesquisa para fornecer
8 uma descrição clara da potência mitigadora do estresse do NaCl nas respostas
9 fisiológicas dos peixes durante o transporte de longo prazo. Assim sendo, é preciso
10 pensar na maior mortalidade pós-transporte, ampliando os estudos para mais dias
11 depois do estresse causado pelo transporte. Embora seja considerado um
12 procedimento “traumático”, o transporte é um manejo inevitável no processo
13 produtivo, que expõe os peixes a uma série de estímulos desencadeando respostas
14 fisiológicas de adaptação (IVERSEN et al., 1998). Nos últimos anos aumentou a
15 busca por soluções para o estresse causado pelo transporte dos peixes. Nesse
16 contexto, anestésicos têm sido frequentemente usados durante o transporte de
17 peixes a fim de reduzir a agitação e o estresse (PARK et al., 2009). O uso do NaCl
18 tem se mostrado uma alternativa efetiva para reduzir o estresse causado por fatores
19 relacionados ao manejo produtivo. Mcdonald e Milligan (1997), relataram que
20 acrescentando-se sal à água pode-se reduzir os efeitos deletérios causados pelo
21 estresse que altera a fisiologia dos animais e com isso uma diminuição significativa
22 da mortalidade dos peixes. Em estudo realizado por Zuanon et al. (2009), observou-
23 se que a tolerância aguda e crônica do betta à salinidade máxima foi estimada entre
24 6 e 7 g de sal comum/L para sobrevivência de 100% de adultos de Betta. Assim
25 sendo, acredita-se que mais estudos sobre o uso de sal, aliado a outros compostos
26 anestésicos possam trazer bons resultados para o setor aquícola.

27 4. CONCLUSÕES

28
29 O *B. splendens* pode ser transportado em quantidades de água com até 30
30 mL na sacola de transporte, sem prejudicar sua saúde e seu desempenho nos
31 períodos de transporte e pós-transporte. O estudo sobre a viabilidade econômica
32 mostrou que um investimento total de 110.253,00 na produção e transporte de *B.*

1 *splendens*, com previsão de retorno em 24 meses pode ser viável a partir do valor
2 de venda do peixe a R\$ 1,50 e 2,25 para o produtor e o atravessador,
3 respectivamente, utilizando 70 mL e 50 ml de água na sacola, respectivamente. Os
4 valores da TIR (Taxa interna de retorno) aumentaram à medida que o preço do peixe
5 aumentou e a quantidade de água diminuiu. O uso do sal (6 %/L água) apresentou-
6 se como um aditivo promissor para a homeostase dos peixes no período pós-
7 transporte. O óleo essencial de melaleuca e o óleo de cravo apresentaram-se como
8 uma boa alternativa de baixo custo para o desenvolvimento de um protocolo para o
9 transporte de peixes ornamentais.

10 5. REFERÊNCIAS

- 11
12 ADAMANTE, W. B.; NUÑER, A. P. O.; BARCELLOS, L. J. G.; SOSO, A. B.; FINCO,
13 J. A. Stress in *Salminus brasiliensis* fingerlings due to different densities and times of
14 transportation. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, p.
15 755-761, 2008.
16
17 AKAR, A. M. A. Effects of clove oil on the response of Blue Tilapia (*Oreochromis*
18 *aureus*) by transportation Stress. **Journal of the Arabian Aquaculture Society**, v. 6,
19 2011.
20
21 ALMEIDA, A. P. G.; HEINZMANN, B. M.; VAL, A. L.; BALDISSEROTTO, B. Óleos
22 essenciais e eugenol como anestésico para *Serrasalmus rhombeus*. **Boletim Do**
23 **Instituto de Pesca**, v. 44, n. 1, p. 44-50, 2018.
24
25 ANDERSON, W. G.; MCKINLEY, R. S.; COLAVECCHIA, M. The use of clove oil as
26 an anesthetic for rainbow trout and its effects on swimming performance. **North**
27 **American Journal of Fisheries Management**, v. 17, n. 2, p. 301-307, 1997.
28
29 AOSHIMA, H.; HAMAMOTO, K. Potentiation of GABAA receptors expressed in
30 *Xenopus oocytes* by perfume and phytoncid. **Bioscience, biotechnology, and**
31 **biochemistry**, v. 63, n. 4, p. 743-748, 1999.
32
33 ASHLEY, P. J. Fish welfare: current issues in aquaculture. **Applied Animal**
34 **Behaviour Science**, v. 104, n. 3-4, p. 199-235, 2007.
35
36 AYDIN, B.; AKHAN, S.; GÜMÜŞ, E.; ÖZBAŞ, M. Anesthetic efficacy of clove oil and
37 2-phenoxyethanol on doctor fish, *Garra rufa* (Heckel, 1843). **Boletim do Instituto de**
38 **Pesca**, v. 45, n. 4, 2019.
39
40 AYDIN, B.; BARBAS, L. A. L. Sedative and anesthetic properties of essential oils and
41 their active compounds in fish: A review. **Aquaculture**, v. 520, p. 734999, 2020.
42
43 AZAD, I. S.; AL-YAQOUT, A.; AL-ROUMI, M. Antibacterial and immunity
44 enhancement properties of anaesthetic doses of thyme (*Thymus vulgaris*) oil and

- 1 three other anaesthetics in *Sparidentax hasta* and *Acanthopagrus latus*. **Journal of**
2 **King Saud University-Science**, v. 26, n. 2, p. 101-106, 2014.
- 3
4 BALDISSERA, M. D.; SOUZA, C. F.; DOLESKI, P. H.; DE VARGAS, A. C.; DUARTE,
5 M. M.; DUARTE, T.; BALDISSEROTTO, B. *Melaleuca alternifolia* essential oil
6 prevents alterations to purinergic enzymes and ameliorates the innate immune
7 response in silver catfish infected with *Aeromonas hydrophila*. **Microbial**
8 **pathogenesis**, v. 109, p. 61-66, 2017.
- 9
10 BELEMA, M.; IDOWU, K. O.; AGHOGHO, K. D.; NDUBUISI, A.; OLUWAKEMI, A.;
11 STELLA, U. Handling and packaging of ornamental fishes for successful
12 transportation. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 5, n. 5,
13 p. 263-265, 2017.
- 14
15 BENOVI, S. C.; GRESSLER, L. T.; DE LIMA SILVA, L.; DE OLIVEIRA GARCIA, L.;
16 OKAMOTO, M. H.; DOS SANTOS PEDRON, J.; BALDISSEROTTO, B. Anesthesia
17 and transport of Brazilian flounder, *Paralichthys orbignyanus*, with essential oils of
18 *Aloysia gratissima* and *Ocimum gratissimum*. **Journal of the World Aquaculture**
19 **Society**, v. 43, n. 6, p. 896-900, 2012.
- 20
21 BERKA, R. **The transport of live fish: a review**. Rome: Food and Agriculture
22 Organization of the United Nations, 1986.
- 23
24 BIANCHINI, A. E.; GARLET, Q. I.; DA CUNHA, J. A.; BANDEIRA, G.; BRUSQUE, I.
25 C. M.; SALBEGO, J.; BALDISSEROTTO, B. Monoterpenoids (thymol, carvacrol and
26 S-(+)-linalool) with anesthetic activity in silver catfish (*Rhamdia quelen*): evaluation of
27 acetylcholinesterase and GABAergic activity. **Brazilian Journal of Medical and**
28 **Biological Research**, v. 50, 2017.
- 29
30 BISWAL, A.; SRIVASTAVA, P. P.; PAL, P.; GUPTA, S.; VARGHESE, T.; JAYANT,
31 M. A multi-biomarker approach to evaluate the effect of sodium chloride in alleviating
32 the long-term transportation stress of *Labeo rohita* fingerlings. **Aquaculture**, v. 531,
33 p. 735979, 2021.
- 34
35 BIZARRO, Y. W. S.; NAVARRO, F. K. S. P.; NAVARRO, R. D. Concentrações de
36 óleo de cravo, benzocaína e cloreto de sódio durante a simulação de transporte de
37 Tilápia do Nilo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**,
38 v. 13, n. 1, p. 106- 111, 2018.
- 39
40 BRAITHWAITE, V. **Do fish feel pain?**. OUP Oxford, 2010.
- 41
42 BRANSON, E. J. ed. **Fish welfare**. John Wiley & Sons, 2008.
- 43
44 BRASIL, E. M. Óleos essenciais de *Lippia* spp em carpa koi *Cyprinus carpio*:
45 atividade antiparasitária, hematologia, histologia e desempenho zootécnico. **Tese**
46 (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias,
47 Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Florianópolis, 2019.
- 48

- 1 BRAUN, N.; NUÑER, A. P. O. Stress in *Pimelodus maculatus* (Siluriformes:
2 Pimelodidae) at different densities and times in a simulated transport. **Zoologia**
3 **(Curitiba)**, v. 31, p. 101-104, 2014.
4
- 5 BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **AliceWeb**: relatórios
6 de dados de importação e exportação de peixes ornamentais de 1989 a 2017.
7 Disponível em: <http://aliceweb.mdic.gov.br>. Acesso em: 5 fev. 2022.
8
- 9 BRIJS, J.; SANDBLOM, E.; AXELSSON, M.; SUNDELL, K.; SUNDH, H.; HUYBEN,
10 D.; GRÄNS, A. The final countdown: Continuous physiological welfare evaluation of
11 farmed fish during common aquaculture practices before and during
12 harvest. **Aquaculture**, v. 495, p. 903-911, 2018.
13
- 14 BROOM, D. M. Animal welfare: concepts and measurement. **Journal of animal**
15 **science**, v. 69, n. 10, p. 4167-4175, 1991.
16
- 17 CAMPBELL, R. E.; LILLEY, J. H.; TAUKHID, PANYAWACHIRA, V.;
18 KANCHANAKHAN, S. *In vitro* screening of novel treatments for *Aphanomyces*
19 *invadans*. **Aquaculture Research**, v. 32, n. 3, p. 223-233, 2001.
20
- 21 CARDOSO, R. S.; LANA, Â. M. Q.; ALENCAR, T. E.; LUZ, R. K.; FARIA, P. M. C.
22 Caracterização socioeconômica da aquicultura ornamental na região da Zona da
23 Mata Mineira. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 38, n. 1, p. 89-96, 2012.
24
- 25 CARSON, C. F.; HAMMER, K. A.; RILEY, T. V. *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil: a
26 review of antimicrobial and other medicinal properties. **Clinical microbiology**
27 **reviews**, v. 19, n. 1, p. 50-62, 2006.
28
- 29 CARSON, C. F.; RILEY, T. V.; COOKSON, B. D. Efficacy and safety of tea tree oil as
30 a topical antimicrobial agent. **Journal of Hospital Infection**, v. 40, n. 3, p. 175-178,
31 1998.
32
- 33 CARSON, C. F.; RILEY, T. V. Safety, efficacy and provenance of tea tree (*Melaleuca*
34 *alternifolia*) oil. **Contact dermatitis**, v. 45, n. 2, p. 65-67, 2001.
35
- 36 CAVALCANTI, L. P. D. G.; PONTES, R. J. S.; REGAZZI, A. C. F.; PAULA JÚNIOR,
37 F. J. D.; FRUTUOSO, R. L.; SOUSA, E. P.; LIMA, J. W. D. O. Competência de
38 peixes como predadores de larvas de *Aedes aegypti*, em condições de
39 laboratório. **Revista de Saúde Pública**, v. 41, p. 638-644, 2007.
40
- 41 CHROUSOS, G. P.; GOLD, P. W. The concepts of stress and stress system
42 disorders: overview of physical and behavioral homeostasis. **Jama**, v. 267, n. 9, p.
43 1244-1252, 1992.
44
- 45 CONTE, F. S. Stress and the welfare of cultured fish. **Applied Animal Behaviour**
46 **Science**, v. 86, n. 3-4, p. 205-223, 2004.
47
- 48 CORREIA, A. M.; PEDRAZZANI, A. S.; MENDONÇA, R. C.; MASSUCATTO, A.;
49 OZÓRIO, R. A.; TSUZUKI, M. Y. Óleos essenciais de manjerição, melaleuca e cravo

- 1 como anestésicos e analgésicos em *Amphiprion clarkii* (Bennett, 1830). **Brazilian**
2 **Journal of Biology**, v. 78, n. 3, p. 436-442, 2018.
3
4
5 COSTA, A. C. F. **Análise mercadológica da piscicultura ornamental em**
6 **Camaragibe**. Recife, 51f, 2019.
7
8 CUNHA, M. A. D.; ZEPPEFELD, C. C.; GARCIA, L. D. O.; LORO, V. L.; FONSECA,
9 M. B. D.; EMANUELLI, T.; BALDISSEROTTO, B. Anesthesia of silver catfish with
10 eugenol: time of induction, cortisol response and sensory analysis of fillet. **Ciência**
11 **Rural**, v. 40, n. 10, p. 2107-2114, 2010.
12
13 DE GROOT, A. C.; SCHMIDT, E. Tea tree oil: contact allergy and chemical
14 composition. **Contact dermatitis**, v. 75, n. 3, p. 129-143, 2016.
15
16 DEWI, R. R.; SIALLAGAN, W.; SURYANTO, D. The efficacy of sodium chloride
17 application in the control of fish lice (*Argulus* sp) infection on tilapia (*Oreochromis*
18 *niloticus*). **Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal**, v. 5, n. 1, p. 4-7, 2018.
19
20 FABANJO, M. A.; ABDULLAH, N. Effect of addition of pro-enzymes and Spirulina
21 flour on growth and color intensity of Betta fish (*Betta* sp). In: **IOP Conference**
22 **Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, 2021. p. 012025.
23
24 FABREGAT, T. E. H. P.; PEREIRA, M. M.; ASSAHINA, T. B.; BROGGI, J. A. Uso do
25 eugenol em bettas: estudo de diferentes concentrações e administrações
26 sucessivas. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, n. 2, p. 365-371, 2018.
27
28 FAÇANHA, M. F.; GOMES, L. C. Efficacy of menthol as an anesthetic for tambaqui
29 (*Colossoma macropomum*, Characiformes: Characidae). **Acta Amazonica**, v. 35, n.
30 1, p. 71-75, 2005.
31
32 FARIA, P. M. C.; CREPALDI, D. V.; TEIXEIRA, E. A.; RIBEIRO, L. P.; SOUZA, A. B.;
33 CARVALHO, D. C.; MELO, D. C.; SALIBA, E. O. S. Criação, manejo e reprodução do
34 peixe *Betta splendens* (Regan 1910). Revista **Brasileira Reprodução Animal**, Belo
35 Horizonte, v. 30, n. 3/4, p.134-149, 2006.
36
37 FELIPE, L. D. O.; SILVA JÚNIOR, W. F. D.; ARAÚJO, K. C. D.; FABRINO, D. L.
38 Lactoferrin, chitosan and *Melaleuca alternifolia*-natural products that show promise in
39 candidiasis treatment. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 49, p. 212-219, 2018.
40
41 FLIK, G.; KLAREN, P. H.; VAN DEN BURG, E. H.; METZ, J. R.; HUISING, M. O.
42 CRF and stress in fish. **General and comparative Endocrinology**, v. 146, n. 1, p.
43 36-44, 2006.
44
45 FOSSE, P. J.; MATTOS, D. C.; CARDOSO, L. D.; MOTTA, J. H. S.; JASPER, A. P.
46 S.; RADAEL, M. C.; JÚNIOR, V. Estratégia de coalimentação na sobrevivência e no
47 crescimento de larvas de *Betta splendens* durante a transição alimentar. **Arquivo**
48 **Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, p.1801-1807, 2013.
49

- 1 FREWER, L. J.; KOLE, A.; VAN DE KROON, S. M. A.; LAUWERE, C. D. Consumer
2 attitudes towards the development of animal-friendly husbandry systems. **Journal of**
3 **Agricultural and Environmental Ethics**, v. 18, n. 4, p. 345-367, 2005.
4
- 5 GNEIDING, B.; BONOTTO, D. R.; GNEIDING, J. E.; LUCIOLI, J.; MACIEL, H.;
6 MADEIRA, F.; BALDAN, A. P. Bases neuroendócrinas do estresse e senciência em
7 peixes teleósteos. **Rev. Acad. Ciênc. Anim**, v. 17, n. e17102, p. 2596-2868, 2019.
8
- 9 GOLOMBIESKI, J. I.; SILVA, L. V. F.; BALDISSEROTTO, B.; DA SILVA, J. H. S.
10 Transport of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fingerlings at different times, load
11 densities, and temperatures. **Aquaculture**, v. 216, n. 1-4, p. 95-102, 2003.
12
- 13 GOMES, V. D. S.; DE LIMA AMÂNCIO, A. L.; CAVALCANTI, C. R.; BATISTA, J. M.
14 M. Análise das características corporais do peixe *Betta splendens*. **Visão**
15 **acadêmica**, v. 20, n. 3, 2019.
16
- 17 GOMES, L. D. C.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; ROUBACH, R.; URBINATI, E. C.
18 Avaliação dos efeitos da adição de sal e da densidade no transporte de
19 tambaqui. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 38, p. 283-290, 2003.
20
- 21 GORISSEN, M.; FLIK, G. The endocrinology of the stress response in fish: an
22 adaptation-physiological view. In: **Fish physiology**. Academic Press, 2016. p. 75-
23 111.
24
- 25 GUÉNETTE, S. A.; UHLAND, F. C.; HÉLIE, P.; BEAUDRY, F.; VACHON, P.
26 Pharmacokinetics of eugenol in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**,
27 v. 266, n. 1-4, p. 262-265, 2007.
28
- 29 GUIMARÃES, E. C.; DE BRITO, P. S.; DE OLIVEIRA, R. F.; AGUIAR, R. G.;
30 OTTONI, F. P.; GUIMARÃES, K. L. A.; RODRIGUES, L. R. R. **PEIXES DO RIO**
31 **PINDARÉ E SUAS POTENCIALIDADES ORNAMENTAIS**, ISBN 978-65-87226-19-
32 4, p. 7, 2021.
33
- 34 GREAY, S. J.; IRELAND, D. J.; KISSICK, H. T.; LEVY, A.; BEILHARZ, M. W.; RILEY,
35 T. V.; CARSON, C. F. Induction of necrosis and cell cycle arrest in murine cancer cell
36 lines by *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil and terpinen-4-ol. **Cancer Chemotherapy**
37 **and Pharmacology**, v. 65, n. 5, p. 877-888, 2010.
38
- 39 GRESSLER, L. T.; RIFFEL, A. P. K.; PARODI, T. V.; SACCOL, E. M. H.;
40 KOAKOSKI, G.; DA COSTA, S. T.; BALDISSEROTTO, B. Silver catfish *Rhamdia*
41 *quelen* immersion anaesthesia with essential oil of *Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britton or
42 tricaine methanesulfonate: effect on stress response and antioxidant
43 status. **Aquaculture research**, v. 45, n. 6, p. 1061-1072, 2014.
44
- 45 HAJEK, G. J.; KLYSZEJKO, B.; DZIAMAN, R. The anaesthetic effects of clove oil on
46 common carp, *Cyprinus carpio* L. **Acta ichthyologica et piscatoria**, v. 2, n. 36, p.
47 93-97, 2006.
48
- 49 HAJEK, G. J. The anaesthetic-like effect of tea tree oil in common carp *Cyprinus*
50 *carpio* L. **Aquaculture Research**, v. 42, n. 2, p. 296-300, 2011.

- 1
2 HARMON, T. S. Methods for reducing stressors and maintaining water quality
3 associated with live fish transport in tanks: a review of the basics. **Reviews in**
4 **Aquaculture**, v. 1, n. 1, p. 58-66, 2009.
- 5
6 HEKIMOĞLU, M. A.; ERGUN, M. Evaluation of clove oil as anaesthetic agent in fresh
7 water angelfish, *Pterophyllum scalare*. **Pakistan Journal of Zoology**, v. 44, p. 1297–
8 1300, 2012.
- 9
10 HOSEINI, S. M.; RAJABIESTERABADI, H.; TARKHANI, R. Anaesthetic efficacy of
11 eugenol on iridescent shark, *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage, 1878) in different
12 size classes. **Aquaculture Research**, v. 46, n. 2, p. 405-412, 2015.
- 13
14 HUNTINGFORD, F. A.; ADAMS, C.; BRAITHWAITE, V. A.; KADRI, S.; POTTINGER,
15 T. G.; SANDØE, P.; TURNBULL, J. F. Current issues in fish welfare. **Journal of fish**
16 **biology**, v. 68, n. 2, p. 332-372, 2006.
- 17
18 HVAS, M.; FOLKEDAL, O.; OPPEDAL, F. Fish welfare in offshore salmon
19 aquaculture. **Reviews in aquaculture**, v. 13, n. 2, p. 836-852, 2021.
- 20
21 IDALENCIO, R. **Envolvimento dopaminérgico na modulação da resposta de**
22 **estresse em peixes-zebra (*Danio rerio*)**. Tese de Doutorado. Universidade Federal
23 de Santa Maria, p. 74. 2019.
- 24
25 DUKES, H. H.; SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes fisiologia dos animais**
26 **domésticos**. Editora Guanabara Koogan, 1996.
- 27
28 INOUE, L. A. K. A.; AFONSO, L. O. B.; IWAMA, G. K.; MORAES, G. Effects of clove
29 oil on the stress response of matrinxã (*Brycon cephalus*) subjected to transport. **Acta**
30 **Amazonica**, v. 35, n. 2, p. 289-295, 2005.
- 31
32 INTERNATIONAL TRADE CENTRE. **International trade in goods statistics by**
33 **product Exports 2001- 2018**: fish. Disponível em: [http://www.intracen.org/itc/market-](http://www.intracen.org/itc/market-info-tools/statistics-export-productcountry)
34 [info-tools/statistics-export-productcountry](http://www.intracen.org/itc/market-info-tools/statistics-export-productcountry). Acesso em: 10. fev. 2022.
- 35
36 ISHIKAWA, M. M.; DE QUEIROZ, J. F.; DO NASCIMENTO, J. L.; DE PÁDUA, S. B.;
37 MARTINS, M. L. Uso de biomarcadores em peixe e boas práticas de manejo
38 sanitário para a piscicultura. **Embrapa Meio Ambiente-Documentos (INFOTECA-**
39 **E)**, 2020.
- 40
41 IVERSEN, M.; FINSTAD, B.; NILSSEN, K. J. Recovery from loading and transport
42 stress in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts. **Aquaculture**, 168: 387-394. 1998.
- 43
44 IVERSEN, M.; FINSTAD, B.; MCKINLEY; ELIASSEN, R. The efficacy of metomidate,
45 clove oil, aqui-s and benzoak as anesthetics in atlantic salmon (*Salmo salar* L.)
46 smolts, and their potential stressreducing capacity. **Aquaculture**, v. 221, p. 549–566,
47 2003.
- 48
49 JAVAHERY, S.; NEKOUBIN, H.; MORADLU, A. H. Effect of anaesthesia with clove
50 oil in fish. **Fish physiology and biochemistry**, v. 38, n. 6, p. 1545-1552, 2012.

- 1
2 KAMBLE, A. D.; SAINI, V. P.; OJHA, M. L. The efficacy of clove oil as an anesthetic
3 in common carp (*Cyprinus carpio*) and its potential metabolism reducing capacity.
4 **International Journal of fauna and Biological Studies**, v. 1, n. 6, p. 01-06,2014.
5
6 KARINO, K.; SOMEYA, C. The influence of sex, line, and fight experience on
7 aggressiveness of the Siamese fighting fish in intrasexual competition. Behavioural
8 Processes, Biddeford, USA [s.l.], v. 75, n.3, p.283-289, 2007.
9
10 KEENE, J. L.; NOAKES, D. L. G.; MOCCIA, R. D.; SOTO, C. G. The efficacy of clove
11 oil as an anaesthetic for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*
12 (Walbaum). **Aquaculture Research**, v. 29, n. 2, p. 89-101, 1998.
13
14 KEY, B. Why fish do not feel pain. **Animal Sentience**, v. 1, n. 3, p. 1, 2016.
15
16 KING, H. R. Fish transport in the aquaculture sector: An overview of the road
17 transport of Atlantic salmon in Tasmania. **Journal of Veterinary Behavior**, v. 4, n. 4,
18 p. 163-168, 2009.
19
20 KRISTOFFERSEN, S. S.; ATKIN P. A.; SHENFIELD, G. M. Uptake of alternative
21 medicine. **Lancet**. v. 347, p. 569 – 573, 1996.
22
23 LEMOS, J. R. G.; OLIVEIRA, A. T.; SANTOS, M. Q. C.; PEREIRA, C. N.;
24 NASCIMENTO, R. B.; TAVARES-DIAS, M. Influência do transporte na relação peso-
25 comprimento e fator de condição de *Paracheirodon axelrodi* (Characidae). **Biota**
26 **Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 5, n. 4, p. 22-
27 26, 2015.
28
29 LIM, L. C.; DHERT, P.; SORGELOOS, P. Recent developments and improvements in
30 ornamental fish packaging systems for air transport. **Aquaculture Research**, v. 34,
31 n. 11, p. 923-935, 2003.
32
33 MARICCHIOLO, G.; GENOVESE, L. Some contributions to knowledge of stress
34 response in innovative species with particular focus on the use of the
35 anaesthetics. **The Open Marine Biology Journal**, v. 5, n. 1, 2011.
36
37 MARKING, L. L.; RACH, J. J.; SCHREIER, T. M. American fisheries society
38 evaluation of antifungal agents for fish culture. **The Progressive Fish-Culturist**, v.
39 56, n. 4, p. 225-231, 1994.
40
41 MARTOS-SITCHA, J. A.; WUNDERINK, Y. S.; STRAATJES, J.; SKRZYNSKA, A. K.;
42 MANCERA, J. M.; MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, G. Different stressors induce
43 differential responses of the CRH-stress system in the gilthead sea bream (*Sparus*
44 *aurata*). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular &**
45 **Integrative Physiology**, v. 177, p. 49-61, 2014.
46
47 MAZANDARANI, M.; HOSEINI, S. M.; DEGHANI GHOMSHANI, M. Effects of
48 linalool on physiological responses of *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) and water
49 physico-chemical parameters during transportation. **Aquaculture Research**, v. 48, n.
50 12, p. 5775-5781, 2017.

- 1
2 MAZZAFERA, P. Efeito alelopático do extrato alcoólico do cravo-da-índia e
3 eugenol. **Brazilian Journal of Botany**, v. 26, p. 231-238, 2003.
4
- 5 MCDONALD, G.; MILLIGAN, L. Ionic, osmotic and acid-base regulation in stress. In:
6 IWAMA, G. W.; PICKERING, A. D.; SUMPTER, J. P. et al. (Eds.) **Fish stress and**
7 **health in aquaculture**. Cambridge: University Press, P.119-144. 1997.
8
- 9 MIRGHAED, T. A.; GHELICHPOUR, M.; HOSEINI, S. M. Myrcene and linalool as
10 new anesthetic and sedative agents in common carp, *Cyprinus carpio*-Comparison
11 with eugenol. **Aquaculture**, v. 464, p. 165-170, 2016.
12
- 13 MIRGHAED, T. A., GHELICHPOUR, M.; ZARGARI, A.; YOUSEFI, M. Anaesthetic
14 efficacy and biochemical effects of 1, 8-cineole in rainbow trout (*Oncorhynchus*
15 *mykiss*, Walbaum, 1792). **Aquaculture Research**, v. 49, n. 6, p. 2156-2165, 2018.
16
- 17 MITJANA, O.; BONASTRE, C.; INSUA, D.; FALCETO, M. V.; ESTEBAN, J.; JOSA,
18 A.; ESPINOSA, E. The efficacy and effect of repeated exposure to 2-
19 phenoxyethanol, clove oil and tricaine methanesulphonate as anesthetic agents on
20 juvenile Angelfish (*Pterophyllum scalare*). **Aquaculture**, v. 433, p. 491-495, 2014.
21
- 22 MONTICINI, P. **The ornamental fish trade: production and commerce of ornamental**
23 **fish: technical-managerial and legislative aspects**. 2010.
24
- 25 MONVISES, A.; NUANGSAENG, B.; SRIWATTANAROTHAI, N.; PANIJPAN, B. The
26 Siamese fighting fish: well-known generally but little-known
27 scientifically. **ScienceAsia**, v. 35, n. 1, p. 8-16, 2009.
28
- 29 MYLONAS, C. C. CARDINALETTI, G.; SIGELAKI, I.; POLZONETTI-MAGNI, A.
30 Comparative efficacy of clove oil and 2-phenoxyethanol as anesthetics in the
31 aquaculture of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and gilthead sea bream
32 (*Sparus aurata*) at different temperatures. **Aquaculture**, v. 246, n. 1-4, p. 467-481,
33 2005.
34
- 35 NAVARRO, D. R.; COSTA, D. C.; DE SOUZA E SILVA, W.; CEOLIN DA SILVA, B.;
36 KENNEDY LUZ, R. Long-term transportation of juvenile pacamãs *Lophiosilurus*
37 *alexandri* at different densities. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 39, n. 2, 2017.
38
- 39 NEIFFER, D. L.; STAMPER, M. A. Fish sedation, anesthesia, analgesia, and
40 euthanasia: considerations, methods, and types of drugs. **ILAR journal**, v. 50, n. 4,
41 p. 343-360, 2009.
42
- 43 NIE, X.; ZHANG, Y.; SUN, X.; HUANG, B.; ZHANG, C. Process and key technologies
44 of transportation of live fish. **Fish. Mod**, v. 41, p. 34-37, 2014.
45
- 46 NOBLE, C.; GISMERVIK, K.; IVERSEN, M. H.; KOLAREVIC, J.; NILSSON, J.;
47 STIEN, L. H.; AS, N. **Welfare Indicators for farmed Atlantic salmon: tools for**
48 **assessing fish welfare**. 2018.
49

- 1 OLIVEIRA, R. F.; GALHARDO, L. Sobre a aplicação do conceito de bem-estar a
2 peixes teleósteos e implicações para a piscicultura. **Revista Brasileira de**
3 **Zootecnia**, v. 36, p. 77-86, 2007.
4
- 5 OLIVEIRA, C. P. B.; DA PAIXAO LEMOS, C. H.; E SILVA, A. F.; DE SOUZA, S. A.;
6 ALBINATI, A. C. L.; LIMA, A. O.; COPATTI, C. E. Use of eugenol for the anaesthesia
7 and transportation of freshwater angelfish (*Pterophyllum scalare*). **Aquaculture**, v.
8 513, p. 734409, 2019.
9
- 10 OLIVEIRA, J. R.; CARMO, J. L. D.; OLIVEIRA, K. K. C.; SOARES, M. D. C. F.
11 Cloreto de sódio, benzocaína e óleo de cravo-da-índia na água de transporte de
12 tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1163-1169, 2009.
13
- 14 OKAMURA, D.; ARAÚJO, F. G. D.; ROSA, P. V.; FREITAS, R. T. F. D.; MURGAS, L.
15 D. S.; CESAR, M. P. Influência da concentração de benzocaína e do comprimento
16 dos peixes na anestesia e na recuperação de tilápias-do-Nilo. **Revista Brasileira de**
17 **Zootecnia**, v. 39, p. 971-976, 2010.
18
- 19 OMSA (Organização Mundial de Saúde Animal). **Código Sanitário de Animais**
20 **Aquáticos**, 2017. [http://www.oie.int/international-standard-setting/aquatic-](http://www.oie.int/international-standard-setting/aquatic-code/access%20online/)
21 [code/access online/](http://www.oie.int/international-standard-setting/aquatic-code/access%20online/) (2022), acesso em 12 de fevereiro de 2022.
22
- 23 PACHECO, M.; SANTOS, M. A. Biotransformation, endocrine, and genetic
24 responses of *Anguilla anguilla* L. to petroleum distillate products and environmentally
25 contaminated waters. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 49, n. 1, p. 64-
26 75, 2001.
27
- 28 PAKHIRA, C.; NAGESH, T. S.; ABRAHAM, T. J.; DASH, G.; BEHERA, S. Stress
29 responses in rohu, *Labeo rohita* transported at different densities. **Aquaculture**
30 **Reports**, v. 2, p. 39-45, 2015.
31
- 32 PARIANTE, C. M.; MILLER, A. H. Glucocorticoid receptors in major depression:
33 relevance to pathophysiology and treatment. **Biological psychiatry**, v. 49, n. 5, p.
34 391-404, 2001.
35
- 36 PARK, M. O.; IM, S. Y.; SEOL, D. W.; PARK, I. S. Efficacy and physiological
37 responses of rock bream, *Oplegnatus fasciatus* to anesthetization with clove oil.
38 **Aquaculture**, v. 287, n. 3-4, p. 427-430, 2009.
39
- 40 PRAMOD, P. K.; SAJEEVAN, T. P.; RAMACHANDRAN, A.; THAMPY, S.; PAI, S. S.
41 Effects of two anesthetics on water quality during simulated transport of a tropical
42 ornamental fish, the Indian tiger barb *Puntius filamentosus*. **North American Journal**
43 **of Aquaculture**, v. 72, n. 4, p. 290-297, 2010.
44
- 45 PRIBORSKY, J.; VELISEK, J. A review of three commonly used fish
46 anesthetics. **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**, v. 26, n. 4, p. 417-442,
47 2018.
48

- 1 PURBOSARI, N.; WARSIKI, E.; SYAMSU, K.; SANTOSO, J. Natural versus synthetic
2 anesthetic for transport of live fish: A review. **Aquaculture and Fisheries**, v. 4, n. 4,
3 p. 129-133, 2019.
4
- 5 RAMOS, A.; GONÇALVES, D. Artificial selection for male winners in the Siamese
6 fighting fish *Betta splendens* correlates with high female aggression. **Frontiers in**
7 **zoology**, v. 16, n. 1, p. 1-12, 2019.
8
- 9 REFAEY, M. M.; LI, D. Transport stress changes blood biochemistry, antioxidant
10 defense system, and hepatic HSPs mRNA expressions of channel catfish *Ictalurus*
11 *punctatus*. **Frontiers in Physiology**, p. 1628, 2018.
12
- 13 REZENDE, F. P.; PASCOAL, L. M.; VIANNA, R. A.; LANNA, E. A. T. Sedation of Nile
14 tilapia with essential oils: tea tree, clove, eucalyptus, and mint oils. **Revista**
15 **Caatinga**, v. 30, p. 479-486, 2017.
16
- 17 REZENDE, F. P.; FUJIMOTO, R. Y. **Peixes Ornamentais no Brasil**, p.17, 2021.
18
- 19 RODRIGUES, D. A.; JUNIOR, A. G. C.; BALISTA, W. C.; DE FREITAS, R. R. Animal
20 welfare concerns at a fish farming operation in southeastern Brazil. **Revista de**
21 **Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v.
22 15, n. 3, p. 417-424, 2015.
23
- 24 ROBERTSON, L.; THOMAS, P.; ARNOLD, C. R. Plasma cortisol and secondary
25 stress responses of cultured red drum (*Sciaenops ocellatus*) to several transportation
26 procedures. **Aquaculture**, v. 68, n. 2, p. 115-130, 1988.
27
- 28 ROCHA, J. G. P. Transporte de machos adultos de *Betta splendens* sedados com
29 óleo de cravo, *Syzygium aromaticum*. 2019. 48 f. Dissertação (Mestrado em Biologia
30 Animal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2019.
31
- 32 ROOHI, Z.; IMANPOOR, M. R. The efficacy of the oils of spearmint and methyl
33 salicylate as new anesthetics and their effect on glucose levels in common carp
34 (*Cyprinus carpio* L., 1758) juveniles. **Aquaculture**, v. 437, p. 327-332, 2015.
35
- 36 ROSE, J. D.; ARLINGHAUS, R.; COOKE, S. J.; DIGGLES, B. K.; SAWYNOK, W.;
37 STEVENS, E. D.; WYNNE, C. D. Can fish really feel pain?. **Fish and Fisheries**, v.
38 15, n. 1, p. 97-133, 2014.
39
- 40 ROSS, L. G.; ROSS, B. **Anaesthetic and sedative techniques for aquatic**
41 **animals**. John Wiley & Sons, 2009.
42
- 43 ROTILI, D. A.; DEVENS, M. A.; DIEMER, O.; LORENZ, E. K.; LAZZARI, R.;
44 BOSCOLO, W. R. Uso de eugenol como anestésico em pacu. **Pesquisa**
45 **Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 3, p. 288-294, 2012.
46
- 47 ROUBACH, R.; GOMES, L. C.; LEÃO FONSECA, F. A.; VAL, A. L. Eugenol as an
48 efficacious anaesthetic for tambaqui, *Colossoma macropomum*
49 (Cuvier). **Aquaculture Research**, v. 36, n. 11, p. 1056-1061, 2005.
50

- 1 SAMPAIO, F. D.; FREIRE, C. A. An overview of stress physiology of fish transport:
2 changes in water quality as a function of transport duration. **Fish and Fisheries**, v.
3 17, n. 4, p. 1055-1072, 2016.
- 4
5 SANTOS, R. F. B.; SOUZA, R. M. TOLERÂNCIA CRÔNICA DE BETAS (*Betta*
6 *splendens*) MACHOS A ÁGUA ACRESCIDAS DE SAL. **Revista Científica Rural**, v.
7 22, n. 1, p. 251-258, 2020.
- 8
9 SANTOS, E. L. R.; REZENDE, F. P.; MORON, S. E. Stress-related physiological and
10 histological responses of tambaqui (*Colossoma macropomum*) to transportation in
11 water with tea tree and clove essential oil anesthetics. **Aquaculture**, v. 523, p.
12 735164, 2020.
- 13
14 SÁNCHEZ-MUROS, M. J.; SÁNCHEZ, B.; BARROSO, F. G.; TONIOLO, M.;
15 TRENZADO, C. E.; RUS, A. S. Effects of rearing conditions on behavioural
16 responses, social kinetics and physiological parameters in gilthead sea bream
17 *Sparus aurata*. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 197, p. 120-128, 2017.
- 18
19 SCHRECK, C. B.; TORT, L. The concept of stress in fish. In: **Fish physiology**.
20 Academic Press, 2016. p. 1-34.
- 21
22 SEGNER, H.; SUNDH, H.; BUCHMANN, K.; DOUXFILS, J.; SUNDELL, K. S.;
23 MATHIEU, C.; VAUGHAN, L. Health of farmed fish: its relation to fish welfare and its
24 utility as welfare indicator. **Fish physiology and biochemistry**, v. 38, n. 1, p. 85-
25 105, 2012.
- 26
27 SHARIFI-RAD, J.; SALEHI, B.; VARONI, E. M.; SHAROPOV, F.; YOUSAF, Z.;
28 AYATOLLAHI, S. A.; IRITI, M. Plants of the Melaleuca genus as antimicrobial agents:
29 From farm to pharmacy. **Phytotherapy Research**, v. 31, n. 10, p. 1475-1494, 2017.
- 30
31 SILVA, D. V. **Monitoramento da resistência à antimicrobianos na aquicultura:
32 Isolamento e infecção experimental de tilápia do Nilo com *Klebsiella*
33 *pneumoniae***. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Agrárias e
34 Veterinárias (FCAV) – Jaboticabal, 63 f. 2020.
- 35
36 SILVA, L. L.; DE ALMEIDA, R.; VERÍCIMO, M. A.; DE MACEDO, H. W.; CASTRO,
37 H. C. Atividades terapêuticas do óleo essencial de melaleuca (*Melaleuca alternifolia*)
38 Uma revisão de literatura. **Brazilian Journal of health review**, v. 2, n. 6, p. 6011-
39 6021, 2019.
- 40
41 SILVA, R. C. **Ontogenia do trato digestório e desenvolvimento gonadal de *Betta*
42 *splendens*: aspectos morfológicos**. 2013. Dissertação (Mestrado). Universidade
43 Estadual Paulista Centro de Aquicultura da Unesp (caunesp), Jaboticabal, São
44 Paulo, 99 f. 2013.
- 45
46 SNEDDON, L. U. Clinical anesthesia and analgesia in fish. **Journal of Exotic Pet**
47 **Medicine**, v. 21, n. 1, p. 32-43, 2012.
- 48
49 SNEDDON, L. U. Pain in aquatic animals. **The Journal of experimental biology**, v.
50 218, n. 7, p. 967-976, 2015.

- 1
2 SNEDDON, L. U.; WOLFENDEN, D. C. C; THOMSON, J. S. Stress management
3 and welfare. In: **Fish physiology**. Academic Press, 2016. p. 463-539.
4
- 5 SOUZA, C. F.; BALDISSERA, M. D.; SILVA, L. D. L.; GEIHS, M. A.;
6 BALDISSEROTTO, B. Is monoterpene terpinen-4-ol the compound responsible for
7 the anesthetic and antioxidant activity of *Melaleuca alternifolia* essential oil (tea tree
8 oil) in silver catfish?. **Aquaculture**, v. 486, p. 217-223, 2018.
9
- 10 SOUZA, C. F.; BALDISSERA, M. D.; SANTOS, R. C.; RAFFIN, R. P.;
11 BALDISSEROTTO, B. Nanotechnology improves the therapeutic efficacy of
12 *Melaleuca alternifolia* essential oil in experimentally infected *Rhamdia quelen* with
13 *Pseudomonas aeruginosa*. **Aquaculture**, v. 473, p. 169-171, 2017.
14
- 15 SOUZA, C. D. F.; BALDISSERA, M. D.; BALDISSEROTTO, B.; HEINZMANN, B. M.;
16 MARTOS-SITCHA, J. A.; MANCERA, J. M. Essential oils as stress-reducing agents
17 for fish aquaculture: a review. **Frontiers in physiology**, v. 10, p. 785, 2019.
18
- 19 SOTO, C. G. Clove oil as a fish anaesthetic for measuring length and weight of
20 rabbitfish (*Siganus lineatus*). **Aquaculture**, v. 136, n. 1-2, p. 149-152, 1995.
21
- 22 TACCHI, L.; LOWREY, L.; MUSHARRAFIEH, R.; CROSSEY, K.; LARRAGOITE, E.
23 T.; SALINAS, I. Effects of transportation stress and addition of salt to transport water
24 on the skin mucosal homeostasis of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*).
25 **Aquaculture**, v. 435, p. 120- 127, 2015.
26
- 27 TEIXEIRA, R. R.; DE SOUZA, R. C.; SENA, A. C.; BALDISSEROTTO, B.;
28 HEINZMANN, B. M.; COUTO, R. D.; COPATTI, C. E. Essential oil of *Aloysia triphylla*
29 in Nile tilapia: anaesthesia, stress parameters and sensory evaluation of
30 fillets. **Aquaculture Research**, v. 48, n. 7, p. 3383-3392, 2017.
31
- 32 TEIXEIRA, R. R.; DE SOUZA, R. C.; SENA, A. C.; BALDISSEROTTO, B.;
33 HEINZMANN, B. M.; COPATTI, C. E. Essential oil of *Aloysia triphylla* is effective in
34 Nile tilapia transport. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 44, n. 1, p. 17-24, 2018.
35
- 36 TRUSHENSKI, J. T.; BOWKER, J. D.; COOKE, S. J.; ERDAHL, D.; BELL, T.;
37 MACMILLAN, J. R.; SHARON, S. Issues regarding the use of sedatives in fisheries
38 and the need for immediate-release options. **Transactions of the American**
39 **Fisheries Society**, v. 142, n. 1, p. 156-170, 2013.
40
- 41 TURNBULL, J. F.; HUNTINGFORD, F. A. Welfare and aquaculture: where benefish
42 fits in. **Aquaculture Economics & Management**, v. 16, n. 4, p. 433-440, 2012.
43
- 44 URBINATI, E. C.; CARNEIRO, P. C. F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em
45 piscicultura intensiva. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical**
46 **intensiva**. TecArt, São Paulo, p. 171-194, 2004.
47
- 48 VAN DE VIS, J. W.; POELMAN, M.; LAMBOOIJ, E.; BÉGOUT, M. L.; PILARCZYK,
49 M. Fish welfare assurance system: initial steps to set up an effective tool to

- 1 safeguard and monitor farmed fish welfare at a company level. **Fish Physiology and**
2 **Biochemistry**, v. 38, n. 1, p. 243-257, 2012.
- 3
- 4 VELDHUIZEN, L. J. L.; BERENTSEN, P. B. M.; DE BOER, I. J. M.; VAN DE VIS, J.
5 W.; BOKKERS, E. A. M. Fish welfare in capture fisheries: A review of injuries and
6 mortality. **Fisheries research**, v. 204, p. 41-48, 2018.
- 7
- 8 VENTURA, A. S.; DE CASTRO SILVA, T. S.; CARDOSO, C. A. L.; INOUE, L. A. K.
9 A. Características do anestésico alternativo de erva cidreira (*Lippia alba*) e alecrim
10 pimenta (*Lippia sidoides*) em peixes. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, v. 13, n. 3, p.
11 416-428, 2019.
- 12
- 13 VIDAL, L. V. O.; ALBINATI, R. C. B.; ALBINATI, A. C. L.; LIRA, A. D. D.; ALMEIDA,
14 T. R. D.; SANTOS, G. B. Eugenol como anestésico para a tilápia-do-Nilo. **Pesquisa**
15 **Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1069-1074, 2008.
- 16
- 17 WANG, L.; SUN, F.; LEE, M.; YUE, G. H. Whole-genome resequencing infers
18 genomic basis of giant phenotype in Siamese fighting fish (*Betta*
19 *splendens*). **Zoological research**, v. 43, n. 1, p. 78, 2022.
- 20
- 21 WANG, Q.; MEI, J.; XIE, J. The Effects of Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.)
22 Essential Oil on the Stress Response, Anti-Oxidative Ability, and Kidney Metabolism
23 of Sea Bass during Live Transport. **Animals**, v. 12, n. 3, p. 339, 2022.
- 24
- 25 WALLBRUNN, H. M. Genetics of the siamese fighting fish, *Betta splendens*.
26 **Genetics**, Florida, v. 43, n. 3, p.289-298, 1958.
- 27
- 28 WENDELAAR BONGA, S. E. The stress response in fish. **Physiological reviews**, v.
29 77, n. 3, p. 591-625, 1997.
- 30
- 31 WINBERG, S.; HÖGLUND, E.; ØVERLI, Ø. Variation in the neuroendocrine stress
32 response. In: **Fish physiology**. Academic Press, 2016. p. 35-74.
- 33
- 34 WOODY, C. A.; NELSON, J.; RAMSTAD, K. Clove oil as an anaesthetic for adult
35 sockeye salmon: field trials. **Journal of fish Biology**, v. 60, n. 2, p. 340-347, 2002.
- 36
- 37 YANG, B. H.; PIAO, Z. G.; KIM, Y. B.; LEE, C. H.; LEE, J. K.; PARK, K.; OH, S. B.
38 Activation of vanilloid receptor 1 (VR1) by eugenol. **Journal of dental research**, v.
39 82, n. 10, p. 781-785, 2003.
- 40
- 41 YANG, Y.; WANG, T.; PHILLIPS, C. J.; SHAO, Q.; NARAYAN, E.; DESCOVICH, K.
42 Knowledge of, and Attitudes towards, Live Fish Transport among Aquaculture
43 Industry Stakeholders in China: A Qualitative Study. **Animals**, v. 11, n. 9, p. 2678,
44 2021.
- 45
- 46 YEARBOOK, China Fishery Statistical. China fishery statistical yearbook. **China**
47 **Agriculture Press, Beijing, China**, v. 2020, p. 24-34, 2020.
- 48
- 49 YOUSEFI, M.; HOSEINI, S. M.; VATNIKOV, Y. A.; NIKISHOV, A. A.; KULIKOV, E. V.
50 Thymol as a new anesthetic in common carp (*Cyprinus carpio*): Efficacy and

- 1 physiological effects in comparison with eugenol. **Aquaculture**, v. 495, p. 376-383,
2 2018.
- 3
- 4 ZAHL, I. H.; SAMUELSEN, O.; KIESSLING, A. Anaesthesia of farmed fish:
5 implications for welfare. **Fish physiology and biochemistry**, v. 38, n. 1, p. 201-218,
6 2012.
- 7
- 8 ZHANG, W.; MURRAY, F. J.; LIU, L.; LITTLE, D. C. A comparative analysis of four
9 internationally traded farmed seafood commodities in China: domestic and
10 international markets as key drivers. **Reviews in Aquaculture**, v. 9, n. 2, p. 157-178,
11 2017.
- 12
- 13 ZHANG, Y.; WANG, W.; YAN, L.; GLAMUZINA, B.; ZHANG, X. Development and
14 evaluation of an intelligent traceability system for waterless live fish
15 transportation. **Food control**, v. 95, p. 283-297, 2019.
- 16
- 17 ZUANON, J. A. S.; SALARO, A. L.; VERAS, G. C.; TAVARES, M. M. T.; CHAVES,
18 W. Tolerância aguda e crônica de adultos de beta, *Betta splendens*, a salinidade da
19 água. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v.38, n.11, p.2106-2110, 2009.
- 20

21

22 6. ARTIGO 1 – SIMULAÇÃO DE TRANSPORTE DE PEIXES BETTAS (*Betta*
23 *splendens*) EM DIFERENTES QUANTIDADES DE ÁGUA: EFEITOS SOBRE O
24 ESTRESSE, DESEMPENHO E VIABILIDADE ECONÔMICA

25

26

27

RESUMO

28 O transporte de peixes vivos é uma etapa inevitável na piscicultura ornamental,
29 dependendo de como ele é feito a atividade pode proporcionar ganhos ou perdas
30 econômicas. O presente estudo avaliou a simulação de transporte do *B. splendens*
31 em diferentes quantidades de água e a viabilidade econômica da atividade a partir
32 dos resultados da simulação de transporte. Foram utilizados três tratamentos com
33 diferentes quantidades de água (30, 50 e 70 mL de água) na sacola de transporte.
34 Contendo 10 repetições cada. Foi utilizada uma mesa vibratória para a simulação de
35 transporte (confeccionada para este propósito). Foram avaliadas a qualidade a
36 sobrevivência após a simulação de transporte e o estresse (níveis de glicose
37 sanguínea). No período pós-transporte (21 dias) foram avaliados o desempenho
38 (consumo de ração (RC), conversão alimentar aparente (CAA) e taxa de eficiência
39 alimentar (TEA) e o peso vivo (PV)). Para a análise de viabilidade econômica foram
40 calculados as dimensões e os pesos das sacolas dos respectivos tratamentos para a
41 realização dos cálculos de viabilidade econômica. A simulação de investimento foi
42 projetada para 24 meses (2 anos) para demonstrar com argumentos interpretativos e
43 técnicos sobre os indicadores econômicos, com ênfase no período de retorno de
44 capital (Payback); valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR). As
45 ferramentas utilizadas nesse trabalho foram a observação direta, a análise dos
46 resultados, entrevista com produtores. Como resultados da simulação de transporte,
47 observou-se que os peixes não apresentaram sinais de estresse nem alterações na

1 qualidade de água de transporte nem nos índices de desempenho observados em
2 nenhuma das duas etapas do experimento. O estudo sobre a viabilidade econômica
3 mostrou que um investimento total de 110.253,00 na produção e transporte de *B.*
4 *splendens*, com previsão de retorno em 24 meses pode ser viável a partir do valor
5 de venda do peixe a R\$ 1,50 e 2,25 para o produtor e o atravessador,
6 respectivamente, utilizando 70 mL e 50 ml de água na sacola, respectivamente. Os
7 valores da TIR aumentaram à medida que o preço do peixe aumentou e a
8 quantidade de água diminuiu.

9
10 Palavras-chave: glicose; peixes ornamentais; qualidade de água; taxa interna de
11 retorno.

22 ABSTRACT

23
24 The transport of live fish is an inevitable step in ornamental fish farming, depending
25 on how it is done, the activity can provide economic gains or losses. The present
26 study evaluated the simulation of transport of *B. splendens* in different amounts of
27 water and the economic viability of the activity from the results of the transport
28 simulation. Three treatments with different amounts of water (30, 50 and 70 mL of
29 water) were used in the transport bag. Containing 10 repetitions each. A vibrating
30 table was used for the transport simulation (made for this purpose). Quality and
31 survival after transport simulation and stress (blood glucose levels) were evaluated.
32 In the post-transport period (21 days) the performance (feed intake (FI), apparent
33 feed conversion (AFC) and feed efficiency rate (FER) and live weight (LW) were
34 evaluated. For the analysis of economic viability, the dimensions and weights of the
35 bags of the respective treatments were calculated to carry out the economic viability
36 calculations. The investment simulation was designed for 24 months (2 years) to
37 demonstrate with interpretive and technical arguments about economic indicators,
38 with emphasis on the payback period; net present value (NPV) and internal rate of
39 return (IRR). The tools used in this work were direct observation, analysis of the
40 results of this study, interviews with producers. As a result of the transport simulation,
41 it was observed that the fish did not show signs of stress or changes in the transport
42 water quality or in the performance indices observed in either of the two stages of the
43 experiment. The study on economic viability showed that a total investment of

1 110,253.00 in the production and transport of *B. splendens*, with an expected return
2 in 24 months, can be viable from the sale value of the fish at R\$ 1.50 and 2.25 for the
3 producer and the middleman respectively, using 70 ml and 50 ml of water in the bag
4 respectively. The IRR values have increased as the price of fish increases and the
5 amount of water decreases.

6
7 Keywords: glucose; ornamental fish; water quality; internal rate of return.
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

21 1. INTRODUÇÃO

22
23 Existe uma relevante demanda para o transporte de peixes vivos no comércio
24 global, especialmente o de peixes ornamentais. É de extrema importância no
25 transporte de peixes vivos garantir o bem-estar dos animais transportados mantendo
26 à sobrevivência e à baixa resposta ao estresse (WU et al., 2021). Nos últimos anos
27 diversas pesquisas sobre o bem-estar na piscicultura foram desenvolvidas (OMEJI et
28 al., 2017; PEREIRA et al., 2018; MERGEN e JÚNIOR, 2021). Diante disso, as
29 pesquisas sobre o transporte destes animais se multiplicaram nas últimas décadas.

30 Os estudos sobre estresse causado pelo transporte dos peixes são simulados
31 de forma diferente do que ocorre na prática. Em geral, os peixes são colocados em
32 sacos plásticos, oxigenados, amarrados com elásticos e ficam parados durante as
33 horas de simulação ou são sacudidos manualmente de hora em hora (DE CASTRO
34 FREIRE et al., 2019; HONG et al., 2019; RIBEIRO e MIRANDA, 2019) desprezando
35 os efeitos aleatórios que os movimentos e as vibrações dos veículos no transporte
36 real podem causar aos peixes.

37 Não obstante, existem estudos em que os peixes são transportados de uma
38 localidade para outra em veículos automotivos (KLEIN et al., 2013; TARNECKI et al.,

1 2019; BOAVENTURA et al., 2021). O transporte real dos peixes viabiliza a parte
2 técnica do estudo, porém, essa metodologia onera a pesquisa devido ao gasto com
3 combustíveis, principalmente no caso de pesquisas mais prolongadas. Ainda,
4 existem relatos de estudos realizados em mesa agitadora em laboratórios
5 (ADAMANTE et al., 2008; MARAFON e ARAUCO, 2018; WU et al., 2020). Mas, essa
6 metodologia limita significativamente o número de animais testados.

7 Diante disso, uma possível solução seria a confecção de uma “mesa
8 vibratória” que pudesse ser utilizada para a simulação de transporte de peixes, em
9 grandes quantidades, dentro do laboratório. Um equipamento que se aproximasse
10 ao máximo de um veículo automotivo, simulando as vibrações e as frequências
11 observadas nos automóveis onde os peixes são transportados.

12 Para a simulação do transporte de peixes vivos, inúmeras variáveis devem
13 ser consideradas, entre elas, o volume de água exigido para o transporte de uma
14 determinada espécie. Diminuir a quantidade de água utilizada nas sacolas de
15 transporte pode representar aumento na margem de lucro, mas conseqüentemente
16 pode representar aumento na mortalidade devido à deterioração da qualidade de
17 água (HONG et al., 2019).

18 A metodologia quanto ao volume de água nas sacolas de transporte estará
19 diretamente relacionada com a espécie trabalhada. Dentre as espécies
20 comercializadas na aquarioria, o peixe betta (*Betta splendens*), espécie nativa do
21 Sudeste Asiático, têm sido foco para o mercado (SRIKULNATH et al., 2021). É uma
22 espécie relevante, a nível global, devido ao seu alto valor econômico significativo e
23 ao volume de animais comercializados anualmente (AMPARYUP et al., 2020).

24 Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a viabilidade técnica da mesa
25 vibratória criada para simulação de transporte de peixes utilizando-se diferentes
26 volumes de água nas sacolas de transporte do Betta.

28 2. MATERIAL E MÉTODOS

30 2.1. Aquisição dos animais e preparo dos experimentos

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

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

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

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

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

21 22 2.2. Delineamento e animais

23
24 A unidade experimental foi constituída por um saco plástico transparente (4
25 cm x 16 cm) próprio para o transporte de bettas, identificado com o respectivo
26 tratamento e repetição e, contendo um peixe betta fêmea. Foram delineados de
27 forma casualizada três tratamentos com volumes diferentes de água: 30, 50 e 70
28 mL. Ainda, as sacolas de transporte foram preenchidas numa proporção água: ar
29 atmosférico de 1: 3.

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

33 34 2.3. Análises de glicose

1

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

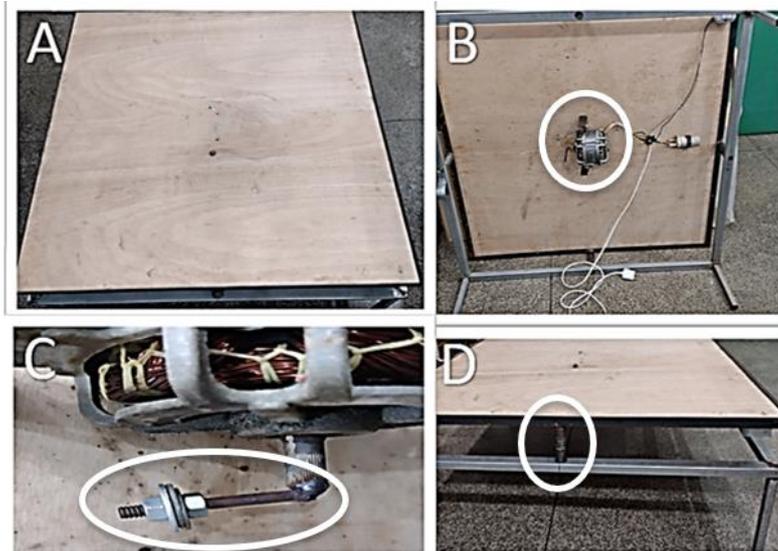
7

8 2.4. Mesa de simulação de transporte (mesa vibratória)

9

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

24



1
2 **Figura 1.** Principais estruturas da mesa de simulação de transporte de peixes
3 (MSTP) (A) superfície (B) motor fixado sob a mesa (C) eixo controlador de vibrações
4 (D) mola de sustentação.

5
6 2.5. Simulação de transporte

7
8 Foi utilizada uma caixa plástica de 50 L, contendo os peixes devidamente
9 embalados, colocada em cima da mesa vibratória e agitada por 30 minutos e
10 permanecendo descansando por 60 minutos. Nos intervalos entre uma agitação e
11 outra, a caixa foi agitada em tempos aleatórios para simular o movimento normal do
12 transporte em um veículo automotivo, com o intuito de aproximar ao máximo do
13 transporte real. A simulação de transporte teve duração de 96 horas.

14
15 2.6. Coleta de dados

16
17 Os parâmetros de qualidade de água foram previamente analisados utilizando
18 fotômetro HANNA HI83300®, através dos métodos: pH: gama de pH: fotômetro: 6.5 a
19 8.5 pH / eletrodo de pH: - 2.00 a 16.00 pH, com resolução de pH: fotômetro: 0.1 pH,
20 eletrodo de pH: 0.1 pH, com precisão de pH: fotômetro: ± 0.1 pH / eletrodo de pH: ±
21 0.01 pH; amônia total: gama baixa: 0.00 a 3.00 mg/L (como NH₃-N), com resolução
22 de amônia de 0.01 mg/L; 0.1 mg/L e precisão de ± 0,04 mg/L ou ± 4% da leitura.
23 Método adaptado do ASTM Manual of Water and Environmental Technology,

1 Método Nessler D1426-92; nitrato: gama de nitrato: 0.0 a 30.0 mg/L (como NO_3^- —N),
2 com resolução de 0,1 mg/L e precisão de $\pm 0.5 \text{ mg/L} \pm 10\%$ da leitura. Método
3 adaptado do método de redução por cádmio; nitrito: gama de nitrito: água doce /
4 gama baixa: 0 a 600 $\mu\text{g/L}$ (como NO_2^- —N), com resolução de nitrito de água doce: 1
5 $\mu\text{g/L}$; 1 mg/L. Precisão de nitrito de água doce $\pm 20 \mu\text{g/L}$ ou $\pm 4\%$ da leitura. Método
6 de nitrito adaptado do método de diazotização EPA, método 354.1.

7 Concentração de oxigênio dissolvido foi monitorada com oxímetro digital (YSI-
8 ECO 200A[®]) e a temperatura foi mensurada com o auxílio de um termômetro digital
9 (- 50° C a + 300° C).

10 Durante o período experimental foi aferida a temperatura da água a cada 1h.
11 Para isso, foram utilizadas sacolas reservas contendo apenas água e, colocadas
12 dentro da caixa plástica de 50 L, junto às unidades experimentais. No momento da
13 observação, a sacola foi aberta e a temperatura foi aferida com auxílio de
14 termômetro digital. Também foi analisada a temperatura ambiental e, para isso foi
15 utilizado um Termo-Higrômetro Digital Temperatura Interna 0°C a 50°C Externa –
16 50° Incoterm[®], que foi alojado dentro da caixa plástica de 50 L, junto às unidades
17 experimentais.

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

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

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

31 Para análise do peso vivo, foi realizada pesagem dos indivíduos em três
32 momentos distintos, antes do início experimental, após a simulação de transporte
33 (96h) e após o período de pós-transporte (21 dias). Essa análise visou avaliar as

1 perdas e dos ganhos de pesos dos animais durante os períodos de experimentação.
2 Todos os procedimentos de pesagens foram realizados com uma balança de
3 precisão analítica série AY - SHIMADZU AY220[®] com capacidade / divisão: 220g /
4 0,1mg.

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

9

10 2.7. Estudo de viabilidade econômica

11

12 O estudo se baseou nos custos relativos aos procedimentos realizados
13 comumente pelos produtores e atravessadores atacadistas da cadeia produtiva da
14 piscicultura ornamental para a logística de retirada e entrega dos animais. Os
15 valores utilizados como custos para o peixe produzido, R\$ 0,40, os preços de venda
16 aos intermediários citados, R\$ 1,10, e os preços de venda aos lojistas, entre R\$ 2,00
17 e R\$ 3,00, foram levantados a partir de entrevistas realizadas com empreendedores
18 do setor na região do Rio de Janeiro que comercializam para toda a região Sudeste
19 e outras regiões do Brasil.

20

21 2.8. Avaliação econômica

22

23 Para a presente avaliação econômica, foram elaborados dois cenários com
24 vistas a valorar (custos de investimentos) as estruturas e equipamentos mínimos
25 utilizados para a logística dos animais. Sendo, o cenário 01, relativo aos custos
26 levantados quando a logística de entrega é realizada pelo produtor (distância
27 percorrida = 250 km), e o cenário 02, quando a logística de retirada e entrega ao
28 lojista é realizada pelo atravessador (distância percorrida = 500 km). Para o segundo
29 cenário, contabilizou-se ainda, a perda total das cargas do 24º mês (8 cargas). Os
30 demais custos relacionados são iguais para os dois cenários.

31

32 2.9. Custos de investimento

33

1 Como custos de investimento, tem-se: 01 carro pick-up (capacidade de carga
2 700kg, cotação tabela FIPE - setembro/2022); um cômodo destinado a embalagem e
3 a reembalagem dos animais de 16m² (4 x 4m), com o relativo custo de construção
4 do m² de R\$ 750,00, por se tratar de uma construção simples de bloco de concreto
5 aparente (não foi incluído o valor do terreno); 04 cilindros de oxigênio de 10m³;
6 materiais e equipamentos de consumo em geral (mangueira de ar, pistola de ar,
7 abraçadeiras metálicas, manômetros, fluxômetro, entre outros), e; mesa de
8 embalagem de inox (1 x 2,5 x 0,75m).

9

10 2.10. Custo operacional efetivo (COE)

11

12 O COE, foi calculado a partir da soma dos seguintes insumos para a
13 composição de uma carga com o volume total de 1m³: sacolas plásticas para a
14 embalagem dos animais (R\$ 0,20/unidade); recarga do cilindro de oxigênio (R\$
15 170,00/carga de 10m³); hora-homem (R\$ 13,50/hora, perfazendo a remuneração
16 mensal de R\$ 2.160,00 para 160 horas, impostos já inclusos para o cargo de auxiliar
17 geral); combustíveis (R\$ 5,95/litro), e; o custo de produção unitário do peixe de R\$
18 0,40, como citado. Os custos com a água utilizada para a manutenção, a
19 embalagem e a reembalagem dos animais não foram valorados, pois são, em sua
20 maioria, oriundos de fontes não onerosas, como minas, córregos ou poços. Para
21 análise dos custos de produção foi adaptada a metodologia descrita por
22 MATSUNAGA et al. (1976).

23

24 2.11. Indicadores de lucratividade

25

26 Os indicadores de lucratividade analisados foram a receita bruta (RB), obtida
27 multiplicando o valor de venda da unidade do peixe pela produção total por carga
28 com volume de 1m³ (Tabelas 5 e 6 – volume da sacola e número de sacolas/m³); o
29 lucro operacional (LO), que é a receita bruta por carga com volume de 1 m³,
30 subtraída do custo operacional efetivo (COE). Para analisar a viabilidade econômica
31 considerou-se um período de 24 meses (2 anos), com investimento aplicado
32 integralmente no mês zero. Nos demais meses foram contabilizados a receita, COE
33 e o lucro operacional, considerando perda de 100% dos animais no mês 24 para a

1 análise referente ao atravessador (cenário 02). Os parâmetros e indicadores
2 estimados na análise de viabilidade econômica foram o valor presente líquido (VPL),
3 taxa interna de retorno (TIR) e payback (PB) (SAMANEZ, 2009). A taxa mínima de
4 atratividade (TMA) foi estipulada em 10,2% e utilizada no cálculo do VPL. A TMA é
5 definida como o rendimento mínimo que o projeto deve apresentar para ser rentável.
6 Sendo assim, o investimento só será viável quando a TIR for superior à TMA.

7 O fluxo de caixa contou com a seguinte dinâmica: 8 cargas por mês, sendo 2
8 cargas por semana durante 24 meses.

9

10 2.8. Estatística

11

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

22

23

23 3. RESULTADOS

24

25 3.1. Parâmetros de qualidade de água

26

27 Não houve mortalidade durante os experimentos de simulação de transporte
28 e pós-transporte com bettas fêmeas. Os valores dos parâmetros de qualidade da
29 água estão listados na (Tabela 1). Não foram observadas diferenças significativas
30 para temperatura, oxigênio dissolvido, amônia, nitrito e nitrato no experimento de
31 simulação de transporte. Apenas o pH apresentou diferenças significativas entre os
32 tratamentos, observando-se o aumento do pH no tratamento com menos água (30
33 mL) Tabela 1.

34

1 **Tabela 1.** Médias (\pm desvio-padrão) dos parâmetros de qualidade de água no
 2 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

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

4 *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
 5 faixa de leitura dos reagentes utilizados (Low Range).
 6

7 3.2. Glicose

8
 9 Não houve aumento significativo ($p > 0,05$) nas concentrações de glicose no
 10 sangue dos peixes, para nenhum dos tratamentos, quando comparados com os
 11 níveis de glicose basal (peixes antes do transporte).
 12

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

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

16 3.3. Desempenho

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

4

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

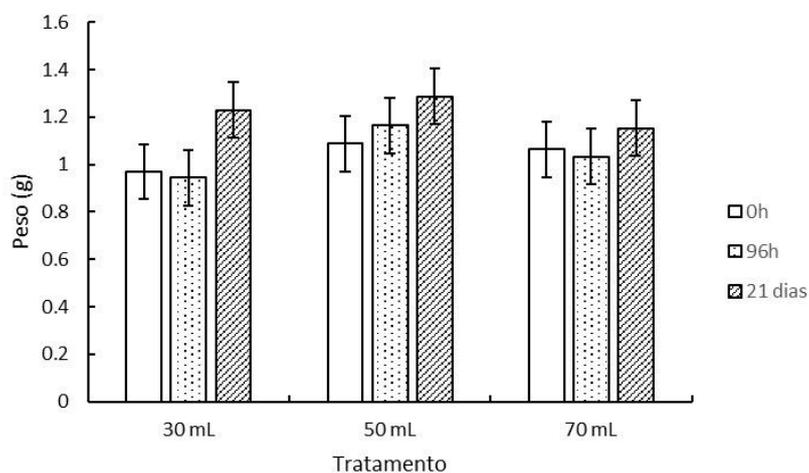
Variáveis	30 mL	50 mL	70 mL	p-valor
PV (g)	0,208 ± 0,04	0,232 ± 0,01	0,204 ± 0,01	0,1307
CR (g)	0,184 ± 0,02	0,186 ± 0,01	0,184 ± 0,02	0,9715
CAA	0,912 ± 0,19	0,802 ± 0,05	0,902 ± 0,11	0,3632
TEA (%)	113,25 ± 22,49	125,31 ± 7,72	112,00 ± 13,08	0,3640

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

9

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

12



13

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

16

17 3.4. Viabilidade econômica

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

As dimensões das sacolas de transporte com redução de água são apresentadas na Tabela 4.

As médias de peso (g) das sacolas diminuíram à medida que as quantidades de água foram reduzidas. As larguras e a altura permaneceram inalteradas. No entanto, os volumes em cm^3 e m^3 foram menores no tratamento com 30 mL de água.

Nas sacolas em que a quantidade de água foi menor (30 mL) a quantidade de ar foi maior.

Tabela 4. Dimensões e peso de sacolas de transporte de *B. splendens* com diferentes quantidades de água

Variáveis	Tratamentos (mL)			
	30	50	70	100
Médias (g)	31,32	48,23	65,93	93,62
Larg. (cm)	9,32	9,28	9,28	9,28
Largura frente/fundo (cm)	6,84	6,85	6,85	6,85
Altura (cm)	7,58	7,67	7,67	7,67
Volume (cm^3)	483,216	487,567	487,567	487,567
Volume (m^3)	0,000483	0,000488	0,000488	0,000488
Quantidade de água	1,56	2,19	2,66	2,89
Água (%)	20,58	28,55	34,68	----
Quantidade ar (%)	79,42	71,45	63,52	54,00

12
13
14
15
16
17
18
19
20
21

A taxa de aumento, diminuição e capacidade de carga em relação aos tratamentos com diferentes quantidades de água estão representadas na Tabela 5.

As taxas de diminuição do volume das sacolas (%) decrescem à medida que são reduzidas as quantidades de água nas sacolas. O volume corrigido da sacola (m^3), o aumento da capacidade em relação ao controle (100 mL) e o aumento da capacidade (%) de carga apresentam-se maiores no tratamento com 30 mL de água e aumenta nos demais tratamentos em relação à quantidade convencional (100) de transporte. O Peso total/ m^3 (g) e o Peso total/ m^3 (kg) é menor em todos os tratamentos quando comparados ao volume convencional (100 mL). Além disso, a

1 diminuição do peso (g) e a diminuição do peso (%) em relação ao controle (100 ml)
2 também decresceram.

3

4 **Tabela 5.** Taxa de aumento, diminuição e capacidade de carga entre os tratamentos
5 com diferentes quantidades de água

Variáveis	Tratamentos (mL)			
	30	50	70	100
Taxa de diminuição do volume da sacola (%)	-35%	-25%	-15%	0
Taxa de diminuição do volume da sacola (%)	0,65	0,75	0,85	1
Volume corrigido da sacola (m ³)	0,000314	0,000366	0,000414	0,000488
Capacidade de carga/m ³ (número de sacolas/m ³)	3184	2735	2413	2051
Aumento da capacidade em relação ao controle (100ml)	1,5523	1,3333	1,1765	1,0000
Aumento da capacidade (%)	55,23	33,33	17,65	0,00
Peso total/m ³ (g)	99716,53	131893,10	159085,37	192014,81
Peso total/m ³ (kg)	99,72	131,89	159,09	192,01
Diminuição do peso em relação ao controle (100ml)	1,9256	1,4558	1,2070	1,0000
Diminuição do peso em relação ao controle (100ml) (%)	92,56	45,58	20,70	0,00

6

7

8 O custo operacional para cada entrega está representado na Tabela 6.

9 Os custos com as sacolas, o oxigênio e com a hora homem aumentam à

10 medida que se diminuem as quantidades de água das sacolas de transporte. O

11 combustível permanece inalterado em todos os tratamentos. O custo de produção

12 do peixe (R\$ 0,40 custo de produção/unidade) e o COE aumentam quando se

13 diminui as quantidades de água nas sacolas de transporte dos bettas. O mesmo

1 acontece com o atravessador com o custo de produção do peixe a R\$ 1,10 a
2 unidade.

3

4 **Tabela 6.** Custo operacional para cada entrega produtor/atravessador

Itens	Tratamentos (sacolas)			
	100ml (2051)	70ml (2413)	50ml (2735)	30ml (3184)
Sacola (R\$ 0,2/unid.)	410,20	482,59	546,93	636,76
Oxigênio (R\$ 170,00 cilindro de 10m ³ = R\$ 17,00/m ³)	9,18	12,70	16,20	20,77
Água	0,00	0,00	0,00	0,00
HH (hora-homem) (500 sacolas/dia/colaborador - 8 horas/dia x R\$ 13,50/hora)	443,016	521,208	590,76	687,744
Produtor				
Combustível (250km)	148,75	148,75	148,75	148,75
Custo de produção do peixe (R\$ 0,40 custo de produção/unidade)	820,40	965,20	1.094,00	1.273,60
COE	1.831,55	2.130,45	2.396,64	2.767,62
Atravessador				
Combustível (500km)	297,50	297,50	297,50	297,50
Custo de produção (R\$ peixe 1,10 unid.)	2.256,10	2.654,30	3.008,50	3.502,40
COE	3.416,00	3.968,30	4.459,89	5.145,17

5

6 As diferenças de (COE – receita bruta) por carga por carga em relação ao
7 transporte convencional (100 mL) podem ser vistas na Tabela 7.

8

9 O COE e a receita bruta aumentam na mesma equivalência que se diminuem
10 as quantidades de água de transporte dos peixes. No entanto, o COE permanece
11 inalterado e a receita bruta aumenta à medida que se aumenta o preço do peixe e
12 diminuem as quantidades de água.

1 **Tabela 7.** Diferenças de lucro (COE - receita bruta) por carga em relação ao
 2 transporte convencional (100 mL) de peixes *Betta splendens* transportados em
 3 diferentes quantidades de água. Produtor/atravessador

	Tratamentos (mL)						
	100	70	50	30			
	Sacolas						
Preço (R\$)	2051	2413	2735	3184			
Produtor							
1,00	219,45	282,55	29%	338,36	-35%	415,38	53%
1,25	732,20	885,80	21%	1.022,11	-28%	1.212,38	60%
1,50	1.244,95	1.489,05	20%	1.705,86	-27%	2.008,38	62%
1,75	1.757,70	2.092,30	19%	2.389,61	-26%	2.804,38	63%
2,00	2.270,45	2.695,55	19%	3.073,36	-26%	3.600,38	63%
Atravessador							
2,00	686,00	857,70	25%	1.010,11	-32%	1.221,83	56%
2,25	1.198,75	1.460,95	22%	1.693,86	-29%	2.018,83	59%
2,50	1.711,50	2.064,20	21%	2.377,61	-28%	2.814,83	61%
2,75	2.224,25	2.667,45	20%	3.061,36	-27%	3.610,83	62%
3,00	2.737,00	3.270,70	19%	3.745,11	-27%	4.406,83	62%

4 Os dados de investimento e fluxo de caixa do produtor e atravessador
 5 utilizando diferentes quantidades de água na sacola de transporte estão
 6 representadas na Tabela 8.

7 O retorno do investimento e o fluxo de caixa de 2 anos (8 carga/mês e 2
 8 cargas/semana) variam de acordo com a quantidade de água usada para embalar
 9 os peixes também, em função do preço que o animal é comercializado. A VPL e TIR
 10 aumentam à medida que os produtores e atravessadores aumentam os preços do
 11 peixe e diminuem a quantidade de água na sacola de transporte. Já o PB (meses) e

1 o PB (anos) diminuem à medida que os preços dos peixes sobem e a quantidade de
2 água na sacola de transporte diminui.

3

4 **Tabela 8.** Investimento e fluxo de caixa de 24 meses (produtor/atravessador)
5 utilizando diferentes preços do peixe e diferentes quantidades de água na sacola de
6 embalagem com (8 carga/mês e 2 cargas/semana)

Investimento	Valor			
Veículo (pick-up - 700kg - tabela fiipe 20/09/22 - R\$ 87.853,00)	87.853,00			
Cilindro (10m ³ x 4 unidades)	7.400,00			
Sala de embalagem 16m ³ R\$ 750,00/m ²)	12.000,00			
Mesa de embalagem (1,0 x 2,5 x 0,75m - inox)	2.250,00			
Equipamentos e demais materiais (pistola de ar, mangueira de alta pressão, abraçadeiras etc.)	750,00			
Total investido	110.253,00			
Fluxo de caixa 24 (2 anos) (investimento total ano zero)				
Produtor				
Preço de venda (R\$ 1,00)				
	100 mL	70 mL	50 mL	30 mL
VPL (R\$)	-100.721,75	-90.288,56	-95.185,59	-83.531,14
PB (meses)	62,80	48,78	40,73	33,18
PB (anos)	5,23	4,06	3,39	2,76
TIR	-7%	-5%	-4%	-2%
Preço de venda (R\$ 1,25)				
VPL (R\$)	-58.406,93	-47.531,08	-37.879,10	-24.406,81
PB (meses)	18,82	15,56	13,48	11,37
PB (anos)	1,57	1,30	1,12	0,95
TIR	2%	4%	5%	7%
Preço de venda (R\$ 1,50)				
VPL (R\$)	-22.099,98	-4.815,99	10.536,06	31.956,58
PB (meses)	11,07	9,26	8,08	6,86
PB (anos)	0,92	0,77	0,67	0,57
TIR	7%	10%	11%	14%
Preço de venda (R\$ 1,75)				
VPL (R\$)	14.206,96	37.899,10	58.951,22	88.319,96
PB (meses)	7,84	6,59	5,77	4,91
PB (anos)	0,65	0,55	0,48	0,41
TIR	12%	15%	17%	20%

Preço de venda (R\$ 2,00)				
VPL (R\$)	50.513,90	80.614,19	107.366,37	144.683,35
PB (meses)	6,07	5,11	4,48	3,83
PB (anos)	0,51	0,43	0,37	0,32
TIR	16%	19%	22%	26%

Atravessador				
Preço de venda (R\$ 2,00)				
VPL (R\$)	-59.785,56	-44.720,58	-31.347,64	-12.771,32
PB (meses)	20,09	16,07	13,64	11,28
PB (anos)	1,67	1,34	1,14	0,94
TIR	1%	3%	5%	7%

Preço de venda (R\$ 2,25)				
VPL (R\$)	-25.371,33	-6.805,70	9.686,36	32.696,52
PB (meses)	11,50	9,43	8,14	6,83
PB (anos)	0,96	0,79	0,68	0,57
TIR	7%	9%	11%	14%

Preço de venda (R\$ 2,50)				
VPL (R\$)	10.935,62	35.909,39	58.101,52	89.059,91
PB (meses)	8,05	6,68	5,80	4,90
PB (anos)	0,67	0,56	0,48	0,41
TIR	12%	14%	17%	20%

Preço de venda (R\$ 2,75)				
VPL (R\$)	47.242,56	78.624,48	106.516,67	145.423,29
PB (meses)	6,20	5,17	4,50	3,82
PB (anos)	0,52	0,43	0,38	0,32
TIR	16%	19%	22%	26%

Preço de venda (R\$ 3,00)				
VPL (R\$)	83.549,50	121.339,57	154.931,83	201.786,68
PB (meses)	5,04	4,21	3,68	3,13
PB (anos)	0,42	0,35	0,31	0,26
TIR	20%	24%	27%	32%

V/PL = valor presente líquido; PB = payback (retorno do investimento); TIR = taxa interna de retorno.

4. DISCUSSÃO

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

1 adequados para a espécie (SANTOS et al., 2014). Muitas técnicas de transporte de
2 peixes vivos são estudadas na aquicultura, a maioria tem o objetivo minimizar o
3 estresse, otimizar a qualidade da água, os níveis de oxigênio e minimizar o acúmulo
4 de resíduos metabólicos e amônia (SANTOS, REZENDE e MORON, 2020). Ainda
5 há poucos estudos sobre a redução da quantidade de água no transporte de peixes
6 vivos. O conhecimento das quantidades exatas de água para o transporte de peixes
7 vivos sem alterar a qualidade desta, é bastante relevante para o setor piscícola
8 ornamental, pois permite aumentar significativamente a quantidade de peixes no
9 mesmo transporte sem prejudicar a qualidade da água e o bem-estar dos peixes. Já
10 que o transporte de peixes vivos apresenta uma grande questão para o bem-estar
11 animal e que estressores associados à essa prática estão bem documentados com
12 foco na manutenção da qualidade da água durante o transporte para reduzir o
13 estresse (VANDERZWALMEN et al., 2019).

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

31 Não foram observadas diferenças significativas nos índices zootécnicos dos
32 peixes no período de 21 dias após o estresse do transporte. Os sistemas hormonais
33 envolvidos na regulação do crescimento e ganho de peso dos peixes podem ser

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

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

24 Os dados mostraram que a redução da quantidade de água de embalagem
25 para o transporte do *B. splendens* podem interferir positivamente na viabilidade
26 econômica da atividade. O estudo mostra que o empreendimento pode ser iniciado
27 com um pequeno investimento que pode retornar em menos de 2 anos. Como afirma
28 Gameiro e Cardoso (2001), o custo de produção para qualquer atividade produtiva é
29 uma das informações mais importantes. De acordo com Lima Junior et al. (2018), a
30 viabilidade econômica na piscicultura ornamental é questionável quando os
31 piscicultores não recebem instrução adequada. Segundo Rocha (2019), criadores de
32 bettas relatam que a embalagem individual aumenta os custos em função da mão de
33 obra e do número de embalagens utilizadas. Diante disso, o aumento na quantidade

1 de peixes transportado devido à redução de água na sacola de transporte pode ser
2 uma saída viável para aumentar os lucros.

3 As informações sobre a viabilidade econômica no transporte de bettas são
4 relevantes para os iniciantes e interessados, já que a produção *B. splendens* tem se
5 destacado no cenário mundial em função da possibilidade da utilização de pequenas
6 áreas para sua realização, o que representa menores custos com investimentos
7 para instalações (ZUANON, 2007). Entretanto, devido à falta de registro de custos
8 da produção, ainda é desconhecida por muitos a viabilidade econômica da atividade
9 (FREITAS et al., 2021).

10 Análise de custos de produção são importantes para o setor piscícola, pois
11 permitem verificar se determinado investimento será rentável ou não ao
12 empreendedor (FREITAS et al., 2021). Dessa forma, é possível ter uma noção
13 importante de quanto o investidor terá que gastar em relação à infraestrutura e
14 custeio do empreendimento (FREITAS et al., 2015). Souza Filho, Schappo e
15 Tamassia (2003) sinalizam que a análise dos custos de produção permite identificar
16 os pontos negativos, que contribuem para reduzir os lucros, permitindo a
17 antecipação nas ações e os que tendem a aumentar a lucratividade.

18 Sobre os custos operacionais de entrega, o item que apresentou maior
19 importância para o produtor e o atravessador foi o custo de produção do peixe R\$
20 0,40 e 1,10 (por unidade), respectivamente. Esse resultado discorda do resultado
21 apresentado por Faria et al. (2021), que observaram no estudo de viabilidade
22 econômica para o cultivo do *B. splendens* na região Central de Rondônia a mão de
23 obra como item de maior importância, representando 46,39%. Vale ressaltar, que
24 este estudo visou um cenário apenas para venda, embalagem e entrega dos peixes,
25 com base no estudo e nos resultados das reduções da água de transporte do betta.
26 Nesta análise o COE permaneceu inalterado e a receita bruta aumentou à medida
27 que se aumentaram os preços do peixe e diminuíram as quantidades de água das
28 sacolas de transporte. Estes resultados demonstram a viabilidade da redução da
29 água de transporte do peixe betta, principalmente para iniciantes na atividade, tanto
30 pequenos produtores como atravessadores. Sendo considerada mais uma vantagem
31 que pode atrair mais empreendedores. Como afirma Faria (2018), a atividade de
32 aquicultura ornamental é caracterizada por produções de pequeno porte, podendo

1 ser exercida em pequenos espaços, e vem atraindo novos investidores por se
2 mostrar viável economicamente.

3 A análise da taxa interna de retorno (TIR) do investimento e o fluxo de caixa
4 de 2 anos (8 carga/mês e 2 cargas/semana) mostrou que este retorno pode variar de
5 acordo com a quantidade de água usada para embalar os peixes. Além disso, a TIR
6 pode variar em função do preço que o animal é comercializado. Estes resultados
7 concordam com Pereira (2018), que ao analisar a viabilidade econômica da
8 produção do cascudo-zebra *Hypancistrus zebra* em sistema de recirculação,
9 observaram que as mudanças nos valores de comercialização dos peixes podem
10 tornar a produção economicamente viável em larga escala.

11 De acordo com Barros (2022), a TIR é taxa máxima que o investidor deve
12 pagar quando fizer um empréstimo para não perder dinheiro, ou a taxa mais elevada
13 que o investidor pode contrair em um empréstimo para financiar um investimento
14 sem perder dinheiro. Segundo Gitman (2002) se o valor da taxa interna de retorno
15 (TIR) em um projeto for maior que taxa de referência, ou seja, a taxa mínima de
16 atratividade (TMA), o projeto deve ser aceito; quando a TIR for igual a TMA, o
17 projeto apresenta-se viável, paga o capital investido, porém, deve-se ter cautela; em
18 caso de a TIR obtiver valor menor que a TMA, o projeto é inviável porque os ganhos
19 são inferiores à TMA.

20 No presente estudo, no investimento e fluxo de caixa de 24 meses avaliados
21 para o produtor e o atravessador, com investimento total de 110.253,00, a TIR (10%)
22 se igualou a TMA (10%) com o peixe sendo comercializado a R\$ 1,50 para o
23 produtor e o transporte com 70 mL (10%), 50 mL (11%) e 30 mL de água na sacola
24 chegando a 14% a TIR. Para o atravessador o estudo mostrou que a TIR se igualou
25 a TMA quando o peixe foi comercializado a R\$ 2,25, com a sacola contendo 50 mL
26 de água (TIR 11%) e com 30 mL (TIR 14%). Já para o payback (PB) (meses) e o PB
27 (anos), o estudo mostrou que estes diminuem à medida que os preços do peixe
28 sobem e a quantidade de água na sacola de transporte diminui.

29

30

5. CONCLUSÕES

31

32 Os peixes bettas não apresentaram sinais de estresse evidentes nas 96 horas
33 de simulação de transporte e na observação de 21 dias em todos os tratamentos. A

1 diminuição da água de transporte parece não ter afetado os animais em ambas
2 observações, dados os resultados encontrados.

3 O estudo sobre a viabilidade econômica mostrou que um investimento total de
4 110.253,00 na produção e transporte de *B. splendens*, com previsão de retorno em
5 24 meses é viável a partir do valor de venda do peixe a R\$ 1,50 e 2,25 para o
6 produtor e o atravessador, respectivamente, utilizando 70 mL e 50 ml de água na
7 sacola, respectivamente. Os valores da TIR aumentaram à medida que o preço do
8 peixe aumenta e a quantidade de água diminui.

9

10

11

12

6. REFERÊNCIAS

13

14

15

16

ADAMANTE, W. B. et al. Estresse em alevinos de dourado (*Salminus brasiliensis*) em diferentes densidades e tempos de transporte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, p. 755-761, 2008.

17

18

19

AMPARYUP, P. et al. Transcriptome analysis identifies immune-related genes and antimicrobial peptides in Siamese fighting fish (*Betta splendens*). **Fish & shellfish immunology**, v. 99, p. 403-413, 2020.

20

21

22

BARROS, H. **Análise de Projectos de Investimento**. Lisboa: Edições Sílabo, 2002.

23

24

25

26

BOAVENTURA, T. P. et al. The use of *Ocimum gratissimum* L. essential oil during the transport of *Lophiosilurus alexandri*: Water quality, hematology, blood biochemistry and oxidative stress. **Aquaculture**, v. 531, p. 735964, 2021.

27

28

COLE, Brian E. **Shipping practices in the ornamental fish industry**. 1999.

29

30

31

32

CORREIA, J. P. S.; GRAÇA, J. T. C.; HIROFUMI, M. Transporte de longa duração, por via rodoviária e aérea, de Devil-ray (*Mobula mobular*), Meager (*Argyrosomus regius*) e Ocean Sunfish (*Mola mola*). **Hoboken**: Wiley Subscription Services, Inc., A Wiley Company, 2008.

33

34

35

36

COUNCIL, M. A. Best practice guidance for the core handling, husbandry and transport international Performance Standard for the Marine Aquarium Trade. 2001.16p.

37

38

39

40

DE CASTRO FREIRE, M. V. et al. Transporte de organismos aquáticos: Procedimento fundamental para desenvolvimento da aquicultura. **Pubvet**, v. 13, p. 176, 2019.

41

42

43

44

EPA, C. EPA 600/4-79-020 Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes. Retrieved from <http://www.wbdg.org/ffc/epa/criteria/epa-600-4-79-020>, 1983. Acesso: 21 setembro de 2022.

45

- 1 FARIA, C. F. A. **Caracterização do mercado de aquariorfilia no Rio Grande do**
2 **Norte e a aquicultura ornamental de baixo custo de implantação.** 2018.
3 Dissertação de Mestrado. Brasil.
4
- 5 FREITAS, C. O. et al. Gestão de Custo e Viabilidade de Implantação de Piscicultura
6 no Município de Urupá em Rondônia, Amazônia–Brasil. In: **Anais do Congresso**
7 **Brasileiro de Custos-ABC.** 2015.
8
- 9 FREITAS, C. O. et al. Estudo de viabilidade econômica para o cultivo do peixe
10 ornamental *Betta splendens* na região Central de Rondônia. In: **Anais do**
11 **Congresso Brasileiro de Custos-ABC.** 2021.
12
- 13 FERREIRA, V. A. M. et al. Avaliação do comércio de peixes ornamentais no estado
14 do Amazonas-Brasil. **Observatorio Econ Latinoam**, v. 2, p. 1-21, 2020.
15
- 16 GAMEIRO, A. H.; CARDOSO, C. E. L. (2001). Custos na Piscicultura. Disponível em:
17 <http://cepea.esalq.usp.br/zip/Analise_custo.pdf>. Acesso em: 24 de setembro de
18 2022.
19
- 20 GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira.** São Paulo: Harbra, 2002.
21
- 22 HELERBROCK, R. "Movimento circular uniforme (MCU)"; Brasil Escola. Disponível
23 em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/movimento-circular-uniforme-mcu.htm>.
24 Acesso em 10 de setembro de 2022.
25
- 26 HONG, J. et al. Impact of fish density on water quality and physiological response of
27 golden pompano (*Trachinotus ovatus*) flingerlings during
28 transportation. **Aquaculture**, v. 507, p. 260-265, 2019.
29
- 30 KITAGAWA, A. T. et al. Feeding behavior and the effect of photoperiod on the
31 performance and hematological parameters of the pacamã catfish (*Lophiosilurus*
32 *alexandri*). **Applied Animal Behaviour Science**, v. 171, p. 211-218, 2015.
33
- 34 KLEIN, S. et al. Aditivos na água de transporte de *Piaractus mesopotamicus*: Efeitos
35 sobre a sobrevivência após estocagem em tanques-rede. **ZOOTECNIA TROPICAL**,
36 v. 31, n. 3, 2013.
37
- 38 LIMA JUNIOR, D. P. et al. Aquaculture expansion in Brazilian freshwaters against the
39 Aichi Biodiversity Targets. **Ambio**, v. 47, n. 4, p. 427-440, 2018.
40
- 41 LIMA, M. R. et al. Avaliação do comportamento alimentar em dia frio do *Betta*
42 *splendens* arraçoados com diferentes tipos de rações comerciais. **Revista Brasileira**
43 **de Nutrição Animal**, v. 6, n. 1, p. 1-6, 2012.
44
- 45 LIM, Keng Chin et al. Astaxanthin as feed supplement in aquatic animals. **Reviews**
46 **in Aquaculture**, v. 10, n. 3, p. 738-773, 2018.
47
- 48 MARTÍNEZ-PORCHAS, M.; MARTÍNEZ-CÓRDOVA, L. R.; RAMOS-ENRIQUEZ, R.
49 Cortisol and glucose: reliable indicators of fish stress?. **Pan-American Journal of**
50 **Aquatic Sciences**, p. 158-178, 2009.

- 1
2 MARAFON, G.; ARAUCO, L. R. R. Avaliação do uso de sal na simulação do
3 transporte de machos e fêmeas do peixe (*Betta splendens*). **55ª Reunião Anual da**
4 **Sociedade Brasileira de Zootecnia** - ISSN: 2358-2030, 28º Congresso Brasileiro
5 de Zootecnia - ISSN: 1983-4357, 2018.
6
7 MATSUNAGA, M. et al. Metodologia de custo de produção utilizada pelo
8 IEA. **Agricultura em São Paulo**, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.
9
10 MEINELT, T., SCHRECKENBACH, K., PIETROCK, M., HEIDRICH, S., &
11 STEINBERG, C. E. Humic substances. **Environmental Science and Pollution**
12 **Research**, v. 15, p. 17-22, 2008.
13
14 MERGEN, Karina Maria; JÚNIOR, Edvaldo Geraldo. Análise de custos na
15 insensibilização de pescado: eletronarcose e termonarcose. **Arquivos Brasileiros**
16 **de Medicina Veterinária FAG**, v. 4, n. 1, p. 205-216, 2021.
17
18 MURPHY, K. M.; LEWBART, G. A. Aquarium fish dermatologic diseases. **Seminars**
19 **in Avian and Exotic Pet Medicine**, v. 4, p. 220– 233, 1995.
20
21 NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requeriments of Fishes and**
22 **Shrimp Washington**: DC. National Academies Press, 2011. 376p.
23
24 NUR, F. et al. Effect of water temperature on the physiological responses in *Betta*
25 *rubra*, Perugia 1893 (Pisces: Osphronemidae). **International Aquatic Research**, v.
26 12, n. 3, 2020.
27
28 OLIVEIRA, C. P. B. et al. Use of eugenol for the anaesthesia and transportation of
29 freshwater angelfish (*Pterophyllum scalare*). **Aquaculture**, v. 513, p. 734409, 2019.
30
31 OMEJI, S.; APOCHI, J. O.; EGWUMAH, K. A. Stress concept in transportation of live
32 fishes—a review. **Journal of Research in Forestry, Wildlife and Environment**, v. 9,
33 n. 2, p. 57-64, 2017.
34
35 PEREIRA, R. M. et al. Preferência por diferentes ambientes do peixe ornamental
36 japonês (*Caracius auratus*) como mecanismo indicador de bem-estar. **Cadernos de**
37 **Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.
38
39 PURBOSARI, N. et al. Natural versus synthetic anesthetic for transport of live fish: A
40 review. **Aquaculture and Fisheries**, v. 4, n. 4, p. 129-133, 2019.
41
42 RIBEIRO, L. P.; DE MIRANDA, M. O. T. MÉTODO PRÁTICO PARA TRANSPORTE
43 DE PEIXES VIVOS. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 24, n. Especial, 2019.
44
45 ROCHA, J. G. P. Transporte de machos adultos de *Betta splendens* sedados com
46 óleo de cravo, *Syzygium aromaticum*. 2019. 48 f. **Dissertação** (Mestrado em
47 Biologia Animal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2019.
48
49 SAMANEZ, C. P. Matemática financeira. **Aplicações à análise de investimentos.**
50 **São Paulo: Pearson**, 2009.

- 1
2 SAMPAIO, F.; FREIRE, C. A. Uma visão geral da fisiologia do estresse no transporte
3 de peixes: mudanças na qualidade da água em função da duração do
4 transporte. **Peixes e Pescas**, v. 17, n. 4, pág. 1055-1072, 2016.
- 5
6 SANTOS, E. L. et al. Desempenho de *Betta splendens* associados a diferentes
7 frequências alimentares. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 16, n. 1, p. 10-
8 16, 2014.
- 9 SANTOS, E. L. R.; REZENDE, F. P.; MORON, S. E. Stress-related physiological and
10 histological responses of tambaqui (*Colossoma macropomum*) to transportation in
11 water with tea tree and clove essential oil anesthetics. **Aquaculture**, v. 523, p.
12 735164, 2020.
- 13
14 SILVA, H. N. P. et al. *Lippia alba* (Verbenaceae) hydrolate as sedative of tambaqui
15 (*Colossoma macropomum*) juveniles in simulated transport conditions. **Aquaculture**
16 **Research**, v. 49, n. 1, p. 128-134, 2018.
- 17
18 SILVEIRA, U.S.; LOGATO, P.V.R.; PONTES, E.C. Fatores estressantes em peixes.
19 **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 6, n. 4, p.1001-1017, 2009.
- 20
21 SOUZA FILHO, J.; SCHAPPO, C.L.; TAMASSIA, S.T. J. Custo de produção do peixe
22 de água doce. ed. rev. Florianópolis: **Instituto Cepa/SC/ Epagri**, (Cadernos de
23 Indicadores Agrícolas, 2), 2003, 40 p.
- 24
25 SRIKULNATH, K. et al. Overview of the betta fish genome regarding species
26 radiation, parental care, behavioral aggression, and pigmentation model relevant to
27 humans. **Genes & Genomics**, v. 43, n. 2, p. 91-104, 2021.
- 28
29 STANDARD, A. S. T. M. D6773: Standard shear test method for bulk solids using the
30 Schulze ring shear tester. **ASTM International**. 2015.
- 31
32 TARNECKI, A. M. et al. Benefits of a *Bacillus* probiotic to larval fish survival and
33 transport stress resistance. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 1-11, 2019.
- 34
35 URBINATI, E.C.; CARNEIRO, P.C.F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em
36 piscicultura. In: CYRINO, J.E.P. et al. **Tópicos especiais de piscicultura de água**
37 **doce tropical intensiva**. São Paulo: Tecart, 2004. p.171-194.
- 38
39 VANDERZWALMEN, M. et al. The use of feed and water additives for live fish
40 transport. **Reviews in Aquaculture**, v. 11, n. 1, p. 263-278, 2019.
- 41
42 WENDELAAR BONGA, S. E. The stress response in fish. **Physiological reviews**, v.
43 77, n. 3, p. 591-625, 1997.
- 44
45 WU, S. M. et al. Potential benefit of I-Tiao-Gung (*Glycine tomentella*) extract to
46 enhance ornamental fish welfare during live transport. **Aquaculture**, v. 534, p.
47 736304, 2021.
- 48 WU, S. M. et al. Mitigation of stress and water deterioration with a root extract of
49 *Glycine tomentella* during simulated transport of orange-spotted grouper
50 (*Epinephelus coioides*). **Aquaculture**, v. 514, p. 734485, 2020.

1
2 ZUANON, J. A. S. Produção de peixes ornamentais nativos. In: **CONGRESSO**
3 **BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE PEIXES NATIVOS DE ÁGUA DOCE**. 2007. p. 1-
4 9.

8 7. ARTIGO 2 – PROTOCOLO PARA TRANSPORTE DO PEIXE BETTA (*Betta*
9 *splendens*)

10
11 RESUMO

12
13 O presente estudo avaliou os efeitos da adição de óleos de melaleuca, óleo de
14 cravo, sal e compostos mistos destes aditivos em comparação com à água sobre os
15 níveis de glicose sanguínea como indicador de estresse em *Betta splendens* fêmeas
16 submetidos a um experimento de simulação de transporte por 96 horas e
17 observação pós-simulação de transporte por 21 dias. Os peixes foram divididos em
18 grupo basal (sem nenhum tipo de estresse ou aditivo), 13 tratamentos com aditivos e
19 um grupo controle (sem aditivo), contendo 20 repetições cada de tratamento, sendo
20 um peixe por saco plástico contendo água previamente preparada. Sendo, T0
21 Controle (água sem aditivo); T1 e T2 solução de óleo de melaleuca 0,25 e 0,5 mL/L;
22 T3 e T4 solução de óleo de cravo 0,25 e 0,5 mL/L; T5 e T6 solução mista: cravo +
23 melaleuca 0,25 e 0,5 mL/L; T7 solução de sal (6%) 6 g/L; T8 Solução de sal
24 (0,8%): 8 g/100/L; T9 e T10 solução mista: sal + melaleuca 0,25 e 0,5 mL/L; T11 e
25 T12 solução mista: sal + óleo de cravo 0,25 e 0,5 mL/L e T13 solução mista: sal +
26 melaleuca e óleo de cravo 0,5 mL/L água. O efeito desses aditivos foi verificado por
27 meio da aferição dos níveis sanguíneos de glicose, indicador estresse em peixes,
28 após a simulação de transporte de 96 horas, sobre a sobrevivência no período de
29 simulação de transporte e de recuperação de 21 pós-simulação e dos índices de
30 desempenho, crescimento, peso vivo e fator de condição. Os níveis de glicose não
31 aumentaram após a simulação de transporte em comparação com os basais. A
32 sobrevivência não foi afetada significativamente na simulação, nem no período de
33 observação pós-simulação de transporte. Dos índices de desempenho observados,
34 apenas o peso vivo apresentou aumento no tratamento T7 com 6% de sal
35 adicionado na água de transporte. Os resultados reafirmaram a grande rusticidade
36 do peixe betta como uma espécie resistente às mudanças do ambiente ocasionadas
37 pelo manejo de transporte de peixes vivos e o sal como um aditivo promissor para a
38 homeostase dos peixes no pós-transporte. E os óleos essenciais de melaleuca e
39 cravo apresentaram-se como boa uma alternativa de baixo custo para o
40 desenvolvimento de um protocolo para o transporte de peixes ornamentais.

41

1 Palavras-chave: aditivos fitoterápicos; cloreto de sódio; peixes ornamentais; óleos
2 essenciais; sal.

3
4
5
6
7
8
9
10 ABSTRACT

11
12 The present study evaluated the effects of adding tea tree oil, clove oil, salt and
13 mixed compounds of these additives compared to water on blood glucose levels as
14 an indicator of stress in female betta splendens subjected to a transport simulation
15 experiment. for 96 hours and post-simulation transport observation for 21 days. The
16 fish were divided into a basal group (without any type of stress or additive), 13
17 treatments with additives and a control group (without additive), containing 20
18 repetitions each of treatment, one fish per plastic bag containing previously prepared
19 water. Being, T0 Control (water without additive); T1 and T2 tea tree oil solution 0.25
20 and 0.5 mL/L; T3 and T4 0.25 and 0.5 mL/L clove oil solution; T5 and T6 mixed
21 solution: cloves + tea tree 0.25 and 0.5 mL/L; T7 salt solution (6%) 6 g/L; T8 Salt
22 solution (0.8%): 8 g/100/L; T9 and T10 mixed solution: salt + tea tree 0.25 and 0.5
23 mL/L; T11 and T12 mixed solution: salt + clove oil 0.25 and 0.5 mL/L and T13 mixed
24 solution: salt + tea tree oil and clove oil 0.5 mL/L water. The effect of these additives
25 was verified through the measurement of blood glucose levels, an indicator of stress
26 in fish, after the 96-hour transport simulation, on survival in the transport simulation
27 and recovery period of 21 post-simulation and on the indices of performance, growth,
28 live weight and condition factor. Glucose levels did not increase after the transport
29 simulation compared to baseline. Survival was not significantly affected in the
30 simulation, nor in the post-simulation observation period of transport. Of the
31 performance indices observed, only the live weight showed an increase in the T7
32 treatment with 6% of salt added to the transport water. The results reaffirmed the
33 great rusticity of the betta fish as a species resistant to environmental changes
34 caused by the handling of live fish transport and salt as a promising additive for the
35 homeostasis of fish in the post-transport. And tea tree and clove essential oils were
36 shown to be a good low-cost alternative for the development of a protocol for the
37 transport of ornamental fish.

38
39 Keywords: herbal additives; sodium chloride; ornamental fish; essential oils; salt.

40
41
42
43

1. INTRODUÇÃO

A piscicultura ornamental é um seguimento da aquicultura que vem aumentando nos últimos anos, estima-se que bilhões de peixes ornamentais vivos são transportados todos os anos (VANDERZWALMEN et al., 2020).

Nas etapas de condicionamento, transporte e recuperação, os peixes podem sofrer altos níveis de estresse e seu bem-estar pode ser comprometido, levando à redução da resistência imunológica e alta mortalidade (SAMPAIO e FREIRE, 2016; VANDERZWALMEN et al., 2020). Dentre as espécies mais comercializadas na piscicultura ornamental se destacam os peixes betta. O peixe *Betta splendens* (Regan, 1910), ou peixe-lutador-siamês comumente chamados de Plakat ou betta, são ornamentais populares nativos do sudeste Asiático. São conhecidos por seu comportamento agressivo, padrões de cores extremamente diversos e grande variação no formato das nadadeiras (PANTHUM et al., 2022). Muito transportado, por longas distâncias, por ser uma das espécies de peixes mais importantes cultivadas para o mercado mundial de peixes ornamentais (YUE et al., 2022).

Uma prática muito comum utilizada durante o transporte para tentar reduzir o estresse sofrido pelos peixes é a sedação com anestésicos (HARMON, 2009; CUPP, SCHREIER e SCHLEIS, 2017). No entanto, alguns autores sugerem que existe potencial para os anestésicos de base química aumentarem o estresse antes de reduzi-lo (READMAN et al., 2013; SOUZA et al., 2019). Diante disso, nos últimos anos muitos estudos vêm sendo realizados com uma grande variedade de extratos de ervas (óleos essenciais e extratos metanólicos) devido as suas propriedades sedativas em peixes e comprovando sua eficácia na redução do estresse associado ao transporte quando adicionados à água de transporte (VANDERZWALMEN et al., 2019). Outra alternativa que tem despertado o interesse de pesquisadores é o cloreto de sódio ou sal comum, pois quando adicionado na água de transporte, puro ou associado com outros compostos, tem apresentado efeito mitigador do estresse e da mortalidade dos peixes (BIZARRO, NAVARRO e NAVARRO, 2018; BISWAL et al., 2021).

O óleo essencial de cravo é um dos compostos mais utilizados para redução do estresse no transporte de peixes. O óleo essencial de cravo extraído das plantas *Eugenia* é considerado seguro para humanos, animais e meio ambiente, além de ser de fácil obtenção (SANTOS, REZENDE e MORON, 2020). Possui uma ação

1 depressora do sistema nervoso central de peixes, atuando como anestésico e
2 analgésico (ROSS e ROSS, 2008). Tem como seu principal componente o eugenol
3 (4-ailil-2-metoxifenol), sua utilização como anestésico para peixes se dá por conta de
4 ser um produto natural, barato e baixa toxicidade (FERNANDES et al., 2017). Além
5 disso, o óleo essencial de cravo é um anestésico que pode ser utilizado em
6 associação com outros agentes anestésicos, como por exemplo, o sal e óleo
7 essencial de melaleuca, potencializando seus efeitos sobre a sobrevivência e o bem-
8 estar dos peixes (BIZARRO, NAVARRO e NAVARRO, 2018).

9 O óleo essencial de melaleuca extraído da *Melaleuca alternifolia* (árvore do
10 chá) é bastante utilizado por suas ações antibacterianas e antifúngicas.
11 Recentemente, alguns pesquisadores relataram a eficácia do óleo essencial de
12 melaleuca na sedação de espécies como *Oreochromis niloticus* (REZENDE et al.,
13 2017) e *Rhamdia quelen* (SOUZA et al., 2018). Já o cloreto de sódio, ou sal comum,
14 é um produto amplamente utilizado na piscicultura, que possui eficácia comprovada
15 em vários estudos. Entretanto, os efeitos sedativos e protetores do sal em
16 associação com óleos essenciais sobre os peixes durante o transporte precisam e
17 ainda estão sendo investigados (BIZARRO, NAVARRO e NAVARRO, 2018;
18 SANTOS, REZENDE e MORON, 2020).

19 Deste modo, o objetivo deste estudo foi promover o bem-estar dos peixes
20 bettas fêmeas durante o transporte, aplicando fitoterápicos e cloreto de sódio na
21 água de embalagem para reduzir as respostas ao estresse dos peixes e a
22 mortalidade.

23 2. MATERIAL E MÉTODOS

24 2.1. Aditivos

25
26
27
28 O sal (cloreto de sódio); o óleo essencial de melaleuca (Terpinen-4-ol 42,
29 45%, WNF[®] 10 mL) e o óleo essencial de cravo (Eugenol 86%, FERQUIMA[®] 100
30 mL) foram adquiridos em lojas de produtos naturais. Considerando a natureza
31 hidrofóbica dos ingredientes, uma solução sedativa foi preparada diluindo 10 mL de
32 cada óleo em álcool etílico 99,8% na proporção 1:1:9 (VIDAL et al., 2008).

33 2.2. Aquisição dos animais e preparo dos experimentos

34
35

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 mantidas 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 anidro)	0,25 mL/L
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

[A1] Comentário:

1

2

3 2.3. Preparo das Soluções

4

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

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

16

17 2.4. Delineamento, coleta de dados e simulação de transporte

18

19 Após o preparo das soluções, sacos plásticos transparente (4 cm x 16 cm),
20 próprio para o transporte de bettas foram preenchidos com a 30 mL de água com a
21 solução indicada para cada tratamento e fechados com ar atmosférico. Cada betta
22 fêmea foi colocada em um saco de transporte, identificado individualmente com o
23 respectivo tratamento e repetição e mantidas por 96 horas em simulação de
24 transporte utilizando uma mesa vibratória própria para a simulação de transporte de
25 peixes. A cada intervalo de uma hora a mesa era ligada e permanecia vibrando por
26 30 minutos. Em seguida permanecia em descanso (desligada) por uma hora. Nesse
27 período as sacolas foram observadas individualmente e anotado as mortalidades. A
28 cada óbito, imediatamente o saco de transporte era aberto, com auxílio de uma
29 tesoura afiada, com cuidado para não agitar a água e sem retirar o peixe morto
30 procedeu-se a mensuração dos parâmetros de qualidade de água.

31 Os parâmetros de qualidade de água foram previamente analisados utilizando
32 fotômetro HANNA HI83300®, através dos métodos: pH: gama de pH: fotômetro: 6.5 a
33 8.5 pH / eletrodo de pH: – 2.00 a 16.00 pH, com resolução de pH: fotômetro: 0.1 pH,

1 eletrodo de pH: 0.1 pH, com precisão de pH: fotômetro: ± 0.1 pH / eletrodo de pH: \pm
2 0.01 pH; amônia total: gama baixa: 0.00 a 3.00 mg/L (como $\text{NH}_3\text{—N}$), com resolução
3 de amônia de 0.01 mg/L; 0.1 mg/L e precisão de $\pm 0,04$ mg/L ou $\pm 4\%$ da leitura.
4 Método adaptado do ASTM Manual of Water and Environmental Technology,
5 Método Nessler D1426-92; nitrato: gama de nitrato: 0.0 a 30.0 mg/L (como $\text{NO}_3^-\text{—N}$),
6 com resolução de 0,1 mg/L e precisão de ± 0.5 mg/L $\pm 10\%$ da leitura. Método
7 adaptado do método de redução por cádmio; nitrito: gama de nitrito: água doce /
8 gama baixa: 0 a 600 $\mu\text{g/L}$ (como $\text{NO}_2^-\text{—N}$), com resolução de nitrito de água doce: 1
9 $\mu\text{g/L}$; 1 mg/L. Precisão de nitrito de água doce ± 20 $\mu\text{g/L}$ ou $\pm 4\%$ da leitura. Método
10 de nitrito adaptado do método de diazotização EPA, método 354.1.

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

14 Durante o período experimental foi aferida a temperatura da água a cada 1h.
15 Para isso, foram utilizadas sacolas reservas contendo apenas água e, colocadas
16 dentro da caixa plástica de 50 L, junto às unidades experimentais. No momento da
17 observação, a sacola foi aberta e a temperatura foi aferida com auxílio de
18 termômetro digital. Também foi analisada a temperatura ambiente e, para isso foi
19 utilizado um Termo-Higrômetro Digital Temperatura Interna de 0°C a 50°C Externa –
20 50° Incoterm[®], que foi alojado dentro da caixa plástica de 50 L, junto às unidades
21 experimentais.

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

26 No final das 96 horas, os peixes foram aclimatados, utilizando água mantida
27 em uma caixa pulmão de 250 L. A aclimação foi feita através da inclusão da água
28 dessa caixa nas sacolas. O procedimento foi realizado gradativamente, ou seja, 5
29 mL a cada 10 minutos durante uma hora. Depois desse período de aclimação, o
30 peixe foi coletado da sacola com o auxílio de uma peneira e transferido para um
31 copo plástico com 400 mL de água. Cada copo foi identificado com o respectivo
32 tratamento e repetição condizente com o peixe recebido. Os peixes ficaram em
33 observação, nos seus respectivos copos por mais 21 dias, em um delineamento

1 inteiramente casualizado. Nesse período, os animais foram alimentados duas vezes
2 ao dia (8h e 16h). Diariamente, foram realizadas sifonagens, sempre às 14h, para
3 remoção das fezes e sobras de ração. A ração utilizada foi pesada em balança de
4 precisão e armazenada em frascos de 80 mL, com tampas de rosca, identificadas
5 individualmente com os respectivos tratamentos e repetições, para coleta dos dados
6 de consumo de ração e conversão alimentar aparente dos animais.

7 Antes do início do experimento, uma amostragem de 10 peixes foi realizada
8 para determinação de características biométricas: peso (g) e comprimento padrão
9 (mm); além de gotas de sangue para aferir os níveis de glicose. No final do
10 experimento, a amostragem foi de 5 peixes de cada tratamento e todos os peixes
11 foram contados para análise da sobrevivência. Todos os procedimentos de
12 pesagens foram realizados com uma balança de precisão analítica série AY -
13 SHIMADZU AY220[®] com capacidade / divisão: 220g / 0,1mg.

14

15 2.5. Análises de glicose

16

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

22

23 2.5. Estatística

24

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

3. RESULTADOS

3.1. Parâmetros de qualidade da água

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 $24,92 \pm 0,36$.

3.2. Sobrevivência

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.

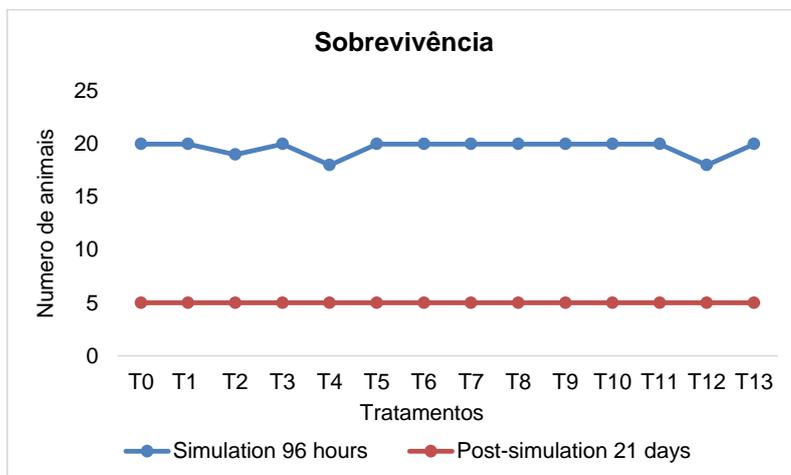


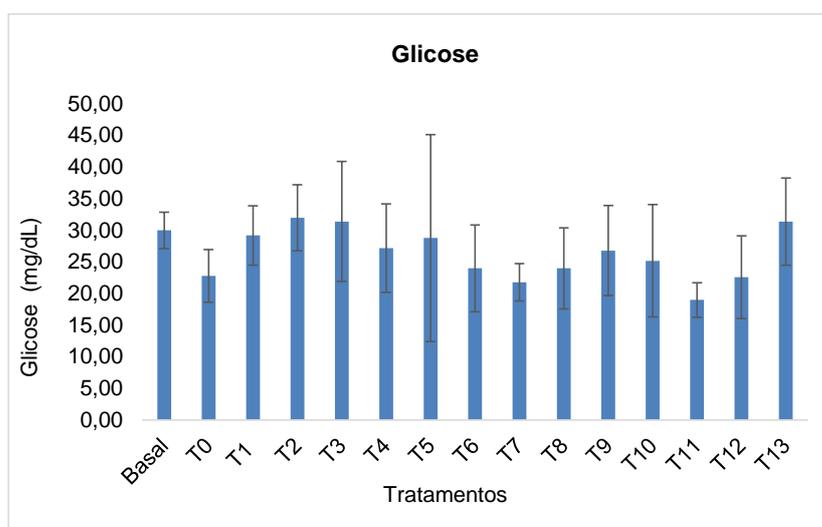
Figura 1. Sobrevivência de *Betta splendens* submetidos a estresse de simulação de transporte por 96 horas, grupo controle (T0, sem aditivo) e com aditivos na água de transporte, sal a 0,8% e 6%, sedação com óleo essencial de melaleuca, óleo de cravo ou mistos dos três aditivos e observação pós-transporte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

3.3. Níveis de glicose

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

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

6



7

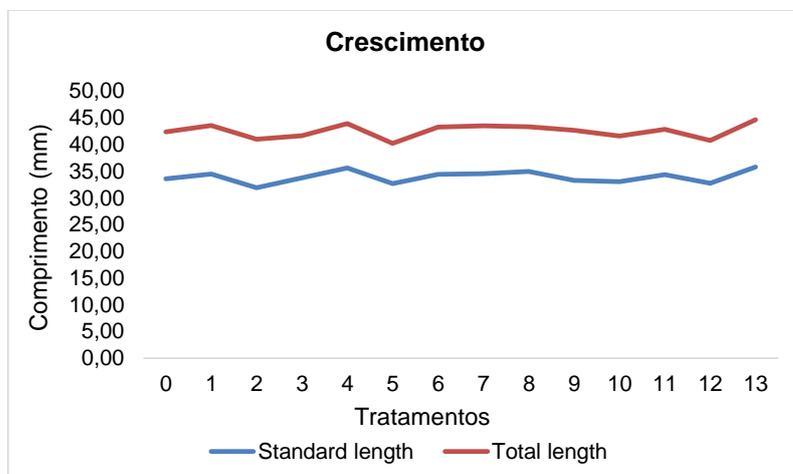
8 **Figura 2.** Níveis de glicose em *Betta splendens* submetido à simulação de
9 transporte por 96 horas, grupo controle (T0 sem aditivo) e com aditivos na água de
10 transporte, sal a 0,8% e 6%, óleo essencial de melaleuca, óleo de cravo ou mistos
11 dos três aditivos.

12

13 3.4. Índices zootécnicos

14

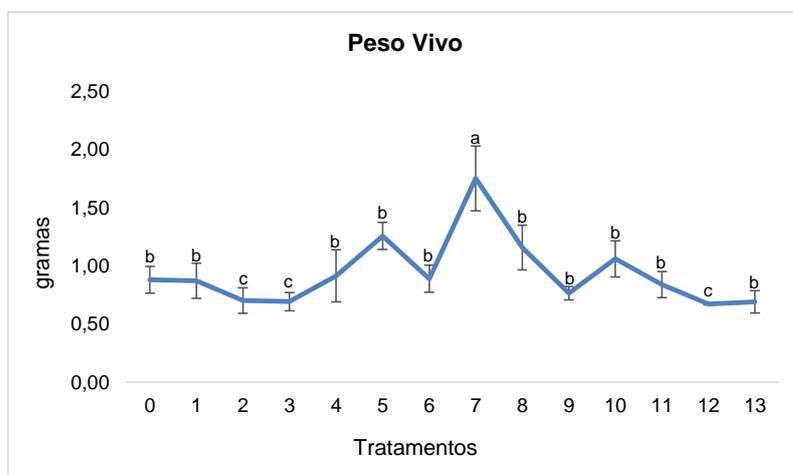
15 Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para o índice
16 zootécnico de peso vivo dos peixes ($p < 0,05$), nos demais índices como
17 crescimento (Figura 3) e fator de condição (Figura 4), não se observou diferenças
18 significativas pelo teste de Tukey ($p > 0,05$) no período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



1

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

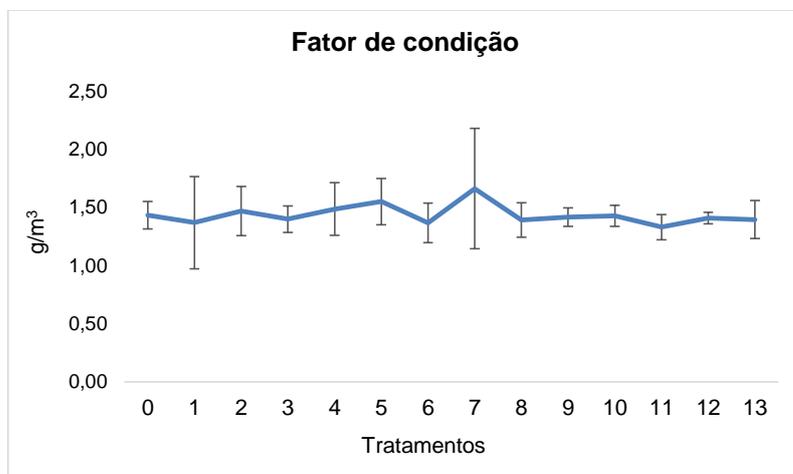
7



8

9 **Figura 4.** Peso vivo de *Betta splendens* submetidos à simulação de transporte por
 10 96 horas, grupo controle (T0 sem aditivo) e com aditivos na água de transporte, sal a
 11 0,8% e 6%, sedação com óleo essencial de melaleuca, óleo de cravo ou mistos dos
 12 três aditivos, observados durante 21 dias após a simulação de transporte. Diferença
 13 significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. Letras diferentes no gráfico representam
 14 diferenças entre os grupos de tratamento de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

15



1

2

3

4

5

6

Figura 5. Fator de condição de *Betta splendens* submetidos à 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.

7

8

4. DISCUSSÃO

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

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-

1 simulação (Figura 1). Estes resultados reforçam mais uma vez a rusticidade do *Betta*
2 *splendens* em suportar condições adversas durante o transporte. Marafon e Arauco
3 (2018), também não observaram efeito do uso de 3% de sal na sobrevivência do
4 betta na simulação de transporte. Zuanon et al. (2009), relataram que adultos de
5 *Betta splendens* possuem capacidade de adaptação a salinidades da água
6 superiores à salinidade máxima de sobrevivência, quando observados durante 18
7 dias com exposição com até 15 g/L de sal comum, sem afetar a sobrevivência dos
8 peixes. Como relatado em vários estudos, o peixe betta é uma espécie apreciada
9 não só pela sua aparência atraente, mas principalmente por sua boa adaptação,
10 poucos requisitos e rusticidade (LOURENÇO et al., 2021).

11 Os níveis de glicose no sangue são frequentemente medidos como indicador
12 de estresse em peixes (CARNEIRO et al., 2009; SAMPAIO e FREIRE, 2016).
13 Segundo Donaldson (1981), a concentração de glicose no sangue é bastante útil
14 para determinar os níveis de estresse em peixes expostos a condições estressantes
15 subletais. Ainda de acordo com He et al. (2020), em estudos de simulação de
16 transporte de peixes a aferição dos níveis sanguíneos de glicose como indicador de
17 estresse subletal se configura como uma ferramenta importante. Nos resultados aqui
18 apresentados, a hiperglicemia não ocorreu em nenhum dos tratamentos testados.
19 Estes resultados corroboram com o estudo realizado por Rocha (2019), que também
20 não observou aumento nos níveis de glicose sanguínea dos peixes bettas
21 submetidos ao estresse de transporte sedados com óleo de cravo. He et al. (2020),
22 afirmam que algumas espécies de peixes podem recuperar a homeostase
23 energética após se adaptarem ao transporte com menos água. Assim, pode-se
24 concluir que os níveis de glicose sérica podem se elevar e voltar ao normal no
25 transporte de *Bettas splendens* com redução da água de embalagem.

26 O estresse de transporte pode afetar negativamente o crescimento dos
27 peixes, após o transporte. Dependendo da espécie as respostas fisiológicas dos
28 peixes ao estresse podem ser agrupadas em respostas primárias, secundárias e
29 terciárias (BARTON, 2002; IWAMA et al., 2006). De acordo com Sampaio e Freire
30 (2016), quando o crescimento dos peixes é afetado no período pós-transporte, pode
31 estar relacionado com as respostas terciárias do animal. Estudos comprovam que as
32 respostas terciárias se relacionam com o desempenho do corpo como um todo,
33 refletindo-se em mudanças no crescimento, reprodução, resistência a doenças,

1 capacidade metabólica para atividades e sobrevivência (SKOMAL e MANDELMAN
2 2012; KVAMME et al., 2013). Sampaio e Freire (2016), afirmam que na maioria dos
3 estudos sobre estresse no transporte de peixes vivos dificilmente se observam
4 respostas terciárias, principalmente ornamentais. Nos resultados observados neste
5 estudo, os peixes não apresentaram respostas terciárias negativas nos 21 dias de
6 observação, em relação ao índice de crescimento. Possivelmente, este resultado
7 está relacionado à rusticidade da espécie estudada e a idade avançada dos animais.

8 O estresse causado pelo transporte dos peixes pode reduzir o desempenho
9 destes no período pós-transporte. Estresses longos podem afetar negativamente
10 funções vitais necessárias, como crescimento, ganho de peso, resistência a
11 doenças, comportamento, reprodução e até ocasionar a morte dos peixes
12 (WENDELAAR BONGA, 1997; SCHRECK e TORT, 2016).

13 No presente estudo, o longo período de simulação de transporte dos peixes
14 pode ter causado redução no ganho de peso dos animais. O melhor resultado de
15 peso vivo dos animais pós-simulação de transporte foi observado no tratamento (T
16 7) com 6% de sal na água de transporte (Figura 4). Santos, Rezende e Moron
17 (2020), observaram aumento na concentração de hemoglobina de *Colossoma*
18 *macropomum* ao adicionarem 0,8% de sal na água de transporte, no mesmo estudo
19 relataram não ter havido alterações morfofisiológicas deletérias nas brânquias dos
20 animais transportados com sal. Além disso, os autores notaram que todos os
21 parâmetros estudados neste tratamento foram semelhantes aos animais do grupo
22 basal após a recuperação por 96 horas, indicando que o uso do sal pode ser uma
23 ótima opção no transporte de peixes. O sal adicionado na água de transporte de
24 trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) melhorou a imunidade do muco da pele e
25 inibiu o crescimento de bacteriano (TACCHI et al., 2015).

26 Chagas et al. (2012) relataram um aumento nos níveis de cortisol após o
27 transporte com retorno aos níveis basais após 24h de recuperação. Isso sugere que
28 o cloreto de sódio pode atuar para uma recuperação mais rápida dos peixes
29 transportados vivos colaborando para a saúde e melhor desempenho dos animais.

30 De acordo com Braga (1986) fator de condição é um índice que indica o
31 estado de comodidade do peixe e que não deve variar com o comprimento do peixe,
32 sendo correlacionado com a constante da relação peso-comprimento, expressa por
33 $P = aC^b$. Os valores do fator de condição não variaram entre os tratamentos com ou

1 sem aditivos na observação pós-simulação de transporte. O fator de condição
2 próximos entre os tratamentos, sugere que neste caso a condição dos peixes se deu
3 por conta da idade dos animais, por estarem muito próximo do estágio final de
4 crescimento e engorda e já se encontrarem em ciclo reprodutivo, cessando o
5 crescimento. Em classes de comprimentos maiores atingindo a maturação gonadal.
6 Gomiero et al. (2010) afirmam que o peixe cresce mais linearmente do que em
7 volume, após atingir a primeira maturação gonadal o ganho em peso torna-se
8 proporcionalmente maior, enquanto que o crescimento linear diminui. Confirmando
9 assim os resultados observados no presente estudo, sendo observado diferenças no
10 peso vivo entre e não diferença no índice fator de condição. Segundo Souza Medina
11 et al. (2022) o fator de condição reflete o grau de bem-estar dos peixes,
12 considerando que valores mais altos representam maior grau de higidez dos
13 animais. Estes resultados reafirmam a rusticidade do *Betta splendens*,
14 demonstrando recuperação rápida após o estresse de simulação de transporte em
15 todos os tratamentos.

16

17

5. CONCLUSÃO

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

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 são boas alternativas de baixo custo para o desenvolvimento de um protocolo para o transporte de peixes ornamentais. Porém, sugere-se mais estudos com espécies menos resistentes, de manejos de transporte coletivos para uma melhor avaliação destes aditivos.

6. REFERÊNCIAS

- 1
2
3
4
5
6
7 BARTON, B. A. Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to
8 changes in circulating corticosteroids. **Integrative and comparative biology**, v. 42,
9 n. 3, p. 517-525, 2002.
- 10
11 BEHMER, O.A., TOLOSA, E.M.C., FREITAS NETO, A.G. **Manual de técnicas para**
12 **histologia normal e patológica**, São Paulo: EDART São Paulo Livraria Editora,
13 Editora da Universidade de São Paulo, 1976. 241p.
- 14
15 BISWAL, A.; SRIVASTAVA, P. P.; PAL, P.; GUPTA, S.; VARGHESE, T.; JAYANT,
16 M. A multi-biomarker approach to evaluate the effect of sodium chloride in alleviating
17 the long-term transportation stress of *Labeo rohita* fingerlings. *Aquaculture*, v. 531, p.
18 735979, 2021.
- 19
20 CARNEIRO, P. C. F. et al. Transport of jundiá *Rhamdia quelen* juveniles at different
21 loading densities: water quality and blood parameters. **Neotropical Ichthyology**, v.
22 7, p. 283-288, 2009.
- 23
24 CHAGAS, E. C. et al. Tambaqui responses to stress due to transport after feeding
25 with β -glucan supplemented diets. **Biotemas**, v. 25, n. 4, p. 221-227, 2012.
- 26
27 CUPP, A. R.; SCHREIER, T. M.; SCHLEIS, S. M. Live transport of yellow perch and
28 Nile Tilapia in AQUI-S 20E (10% eugenol) at high loading densities. **North American**
29 **Journal of Aquaculture**, v. 79, n. 2, p. 176-182, 2017.
- 30
31 DONALDSON, Edward M. The pituitary-interrenal axis as an indicator of stress in
32 fish. **Stress and fish**, p. 11-47, 1981.
- 33
34 FERNANDES, I. M. et al. The efficacy of clove oil as an anaesthetic and in
35 euthanasia procedure for small-sized tropical fishes. **Brazilian Journal of Biology**,
36 v. 77, p. 444-450, 2016.
- 37
38 GOMIERO, L.; VILLARES JUNIOR, G. A.; BRAGA, F. M. S. Relação peso-
39 comprimento e fator de condição de *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) no Parque
40 Estadual da Serra do Mar-Núcleo Santa Virgínia, Mata Atlântica, estado de São
41 Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 10, p. 101-105, 2010.
- 42
43 HARMON, T. S. Methods for reducing stressors and maintaining water quality
44 associated with live fish transport in tanks: a review of the basics. **Reviews in**
45 **Aquaculture**, v. 1, n. 1, p. 58-66, 2009.
- 46
47 HE, R. et al. Survival and serum biochemical responses of spotted sea bass
48 *Lateolabrax maculatus* during simulated waterless live transportation. **Aquaculture**
49 **Research**, v. 51, n. 9, p. 3495-3505, 2020.
- 50

- 1 IWAMA, G. K.; AFONSO, L. O. B.; VIJAYAN, M. M. **Stress in fishes The**
2 **physiology of fishes**. 2006.
3
- 4 LOURENÇO, Y. B. C. et al. Eucalyptus Wood Vinegar: Chemical Profiling, Evaluation
5 of Acute Toxicity to *Artemia salina* and Effect on the Hatching of *Betta splendens*
6 Eggs. **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 25, n. 5-esp, p.
7 776-782, 2021.
8
- 9 KVAMME, B. O. et al. Modulation of innate immune responses in Atlantic salmon by
10 chronic hypoxia-induced stress. **Fish & shellfish immunology**, v. 34, n. 1, p. 55-65,
11 2013.
12
- 13 MARAFON, G.; ARAUCO, L. R. R. Avaliação do uso de sal na simulação do
14 transporte de machos e fêmeas do peixe (*Betta splendens*). **55ª Reunião Anual da**
15 **Sociedade Brasileira de Zootecnia** - ISSN: 2358-2030, 28º Congresso Brasileiro
16 de Zootecnia - ISSN: 1983-4357, 2018.
17
- 18 OLIVEIRA, C. P. B.; DA PAIXAO LEMOS, C. H.; E SILVA, A. F.; DE SOUZA, S. A.;
19 ALBINATI, A. C. L.; LIMA, A. O.; COPATTI, C. E. Use of eugenol for the anaesthesia
20 and transportation of freshwater angelfish (*Pterophyllum scalare*). **Aquaculture**, v.
21 513, p. 734409, 2019.
22
- 23 PANTHUM, T. et al. Something Fishy about Siamese Fighting Fish (*Betta splendens*)
24 Sex: Polygenic Sex Determination or a Newly Emerged Sex-Determining
25 Region?. **Cells**, v. 11, n. 11, p. 1764, 2022.
26
- 27 READMAN, G. D. et al. Do fish perceive anaesthetics as aversive?. **PLoS One**, v. 8,
28 n. 9, p. e73773, 2013.
29
- 30 REZENDE, F. P. et al. Sedation of Nile tilapia with essential oils: tea tree, clove,
31 eucalyptus, and mint oils. **Revista Caatinga**, v. 30, p. 479-486, 2017.
32
- 33 ROCHA, J. G. P. Transporte de machos adultos de *Betta splendens* sedados com
34 óleo de cravo, *Syzygium aromaticum*. 2019. 48 f. **Dissertação** (Mestrado em
35 Biologia Animal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2019.
36
- 37 ROSS, L. G.; ROSS, B. Defining stress in aquatic animals. **Anaesthetic and**
38 **sedative techniques for aquatic animals. 3rd edition. Oxford: Blackwell**
39 **Publishing**, p. 7-21, 2008.
40
- 41 SAMPAIO, F. D. F.; FREIRE, C. A. An overview of stress physiology of fish transport:
42 changes in water quality as a function of transport duration. **Fish and Fisheries**, v.
43 17, n. 4, p. 1055-1072, 2016.
44
- 45 SAMPAIO, R. R. Efeito letal da amônia e do nitrito nas fases iniciais da vida do *Betta*
46 *splendens*. 2017.
47
- 48 SANTOS, E. L. R.; REZENDE, F. P.; MORON, S. E. Stress-related physiological and
49 histological responses of tambaqui (*Colossoma macropomum*) to transportation in

- 1 water with tea tree and clove essential oil anesthetics. **Aquaculture**, v. 523, p.
2 735164, 2020.
- 3
- 4 SCHRECK, C. B.; TORT, L. The concept of stress in fish. In: **Fish physiology**.
5 Academic Press, 2016. p. 1-34.
- 6
- 7 SKOMAL, G. B.; MANDELMAN, J. W. The physiological response to anthropogenic
8 stressors in marine elasmobranch fishes: a review with a focus on the secondary
9 response. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular &
10 Integrative Physiology**, v. 162, n. 2, p. 146-155, 2012.
- 11
- 12 SOUZA, C. F. et al. Is monoterpene terpinen-4-ol the compound responsible for the
13 anesthetic and antioxidant activity of *Melaleuca alternifolia* essential oil (tea tree oil)
14 in silver catfish?. **Aquaculture**, v. 486, p. 217-223, 2018.
- 15
- 16 SOUZA, C. F. et al. Essential oils as stress-reducing agents for fish aquaculture: a
17 review. **Frontiers in physiology**, v. 10, p. 785, 2019.
- 18
- 19 SOUZA MEDINA, L. et al. Sistema de recirculação aquícola: relações peso-
20 comprimento e fatores de condição de quatro espécies de peixes
21 tropicais. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, p. e52811427368-
22 e52811427368, 2022.
- 23
- 24 SUGAI W. **Betta splendens: o nosso galo de briga**. 1993. Disponível em
25 <http://www.ecoanimal.com.br/ecochannel/artigos/artigobetta.asp>. Acesso em 18 de
26 setembro de 2022.
- 27
- 28 TACCHI, L.; LOWREY, L.; MUSHARRAFIEH, R.; CROSSEY, K.; LARRAGOITE, E.
29 T.; SALINAS, I. Effects of transportation stress and addition of salt to transport water
30 on the skin mucosal homeostasis of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*).
31 **Aquaculture**, v. 435, p. 120- 127, 2015.
- 32
- 33 VANDERZWALMEN, M. et al. The use of feed and water additives for live fish
34 transport. **Reviews in Aquaculture**, v. 11, n. 1, p. 263-278, 2019.
- 35
- 36 VANDERZWALMEN, M. et al. Effect of a water conditioner on ornamental fish
37 behaviour during commercial transport. **Aquaculture**, v. 514, p. 734486, 2020.
- 38
- 39 VIDAL, L. V. O. et al. Eugenol as an anesthetic for Nile tilapia. **Pesquisa
40 Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1069-1074, 2008.
- 41
- 42 WENDELAAR BONGA, S. E. The stress response in fish. **Physiological reviews**, v.
43 77, n. 3, p. 591-625, 1997.
- 44
- 45 YUE, G. H. et al. The ornamental fighting fish is the next model organism for genetic
46 studies. **Reviews in Aquaculture**, 2022.
- 47
- 48 ZUANON, J. A. S.; SALARO, A. L.; VERAS, G. C.; TAVARES, M. M. T.; CHAVES,
49 W. Tolerância aguda e crônica de adultos de beta, *Betta splendens*, a salinidade da
50 água. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v.38, n.11, p.2106-2110, 2009.