

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

MARIANA BENDER

**PREFERÊNCIA DE BETTAS (*BETTA SPLENDENS*) ENTRE DIFERENTES
TIPOS DE ENRIQUECIMENTOS COM PLANTAS AQUÁTICAS: EFEITOS
SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO.**

**LAGES
2023**

MARIANA BENDER

**PREFERÊNCIA DE BETTAS (*BETTA SPLENDENS*) ENTRE DIFERENTES
TIPOS DE ENRIQUECIMENTOS COM PLANTAS AQUÁTICAS: EFEITOS
SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Dr. Thiago El Hadi Perez Fabregat.

**LAGES
2023**

FICHA CATALOGRÁFICA

MARIANA BENDER

PREFERÊNCIA DE BETTAS (*BETTA SPLENDENS*) ENTRE DIFERENTES TIPOS DE ENRIQUECIMENTOS COM PLANTAS AQUÁTICAS: EFEITOS SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO.

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Dr. Thiago El Hadi Perez Fabregat.

BANCA EXAMINADORA

Orientador Professor Dr Thiago El Hadi Perez Fabregat
UDESC/CAV

Membros:

Professor Dr Diego Melo de Liz
Universidade do Alto Vale do Rio do Peixe

Professora Dr^a Kayane Pereira Besen
Centro Universitário Unifacvest

Lages, 12 de julho de 2023.

Dedico este trabalho em especial para meu marido Luiz Carlos que nunca deixou de acreditar e me incentivar que sou capaz de fazer tudo que quero, para minha mãe Gerusa por todo o apoio e incentivo, te amo. E a pequena Lorena que me deu um motivo a mais para se superar cada dia, te amo filha!

AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida e por nos dar a capacidade de viver e aprender todos os dias.

Quero agradecer então a minha mãe Gersa que foi quem me deu a vida, devo muito a ti, sem a senhora nada disso estaria acontecendo, sempre será o meu pilar, seguirei sempre seus passos, mulher guerreira. Agradeço de alguma forma ao meu amuleto de proteção como assim te considero meu pai Osmar (em memória), te carrego comigo sempre, te sinto perto mesmo não te vendo, continua cuidando da gente aí de cima meu pai.

Em especial agradeço ao meu marido, por todo seu amor, paciência, ajuda, gratidão pelo cuidado e zelo por nossa família, afinal agora somos 3, obrigado por estar sempre perto, te amo do fundo do coração.

E sim, obrigado filha, você é muito pequena para entender, mas você não tem noção de quanta coisa tu já fez mudar aqui na sua mãe viu, você chegou para mostrar que o mundo é muito melhor, só basta a gente querer ver, você mostra a cada dia que a felicidade mora nas coisas mais simples que podemos imaginar e eu te agradeço tanto por isso minha filha, obrigado por existir.

Agradeço também ao meu orientador Dr. Thiago, pelos ensinamentos, pelo apoio e prontidão de sempre.

Aos colegas de laboratório, Larissa, Leticia, Matheus, Luiz, Gustavo, agradeço toda ajuda, parceria e as conversas.

Em especial minhas amigas de coração Nataly e Fernanda, agradeço imensamente por cada abraço apertado e palavras ditas quando mais precisei e toda ajuda, eu amo vocês.

A todos os professores, colaboradores, técnicos de laboratório da UDESC-CAV/Lages-SC, e também ao pessoal da secretaria de pós-graduação Lara, Renata, Éderson e Leandro, por todo auxílio e dedicação nesses anos. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 pelo apoio financeiro concedido durante todo o curso. Enfim a todos que apesar de não estarem listados aqui, contribuíram de alguma maneira para a realização deste trabalho.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do uso de plantas aquáticas na composição do ambiente como promotor de bem-estar e crescimento para bettas (*Betta splendens*). Para isto foram realizados dois experimentos. No primeiro experimento, bettas adultos foram selecionados por critério de coloração (azul predominantemente) para evitar possíveis interferências nos resultados. Foram utilizados dez peixes de cada sexo e individualmente testados ao decorrer de cinco dias, de forma a corroborar com a consistência da escolha de cada peixe ao longo dos dias. Nas avaliações foram utilizados tanques circulares subdivididos em um compartimento central (neutro) e quatro compartimentos laterais de colorações diferentes: compartimento branco, compartimento verde, compartimento com planta aquática Elodea (*Egeria densa*) e compartimento com Elodea artificial. Realizou-se gravações de cada peixe por 30 minutos e nestas, a posição do peixe foi registrada a cada 15 segundos, fornecendo a frequência de ocupação de cada compartimento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (tempo, sexo e compartimento). No segundo experimento foi avaliado o desempenho dos peixes nos diferentes ambientes testados no teste de preferência. Foram utilizados 80 bettas fêmeas, mantidas em 20 aquários de 4 litros em sistema de recirculação, avaliadas durante um período de 56 dias. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro tratamentos e cinco repetições. No primeiro experimento, na comparação entre os sexos os machos acessaram mais as plantas naturais com Elodea do que as fêmeas. Na comparação entre os compartimentos dentro dos sexos as fêmeas acessaram mais o compartimento de planta natural Elodea e o compartimento central. Para as fêmeas não houve diferença entre os compartimentos com planta artificial e verde. Para ambos os sexos, o compartimento branco foi o menos acessado. Contudo é possível concluir que houve uma gradação na escolha entre os diferentes tipos de enriquecimento e que os bettas possuem preferência por ambientes com plantas naturais. O uso de diferentes enriquecimentos ambientais não afetou o desempenho de fêmeas de bettas, com isso plantas naturais e artificiais, assim como ambientes com a cor verde podem ser utilizados durante a criação sem prejuízo para o desempenho zootécnico.

Palavras-chave: Bem-estar; Enriquecimento ambiental; Macrófitas; Peixe ornamental.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of the use of aquatic plants on the composition of the environment as a promoter of well-being and growth for bettas (*Betta splendens*). For this purpose, two experiments were conducted. In the first experiment, adult bettas were selected based on color criteria (predominantly blue) to avoid possible interference with the results. Ten fish of each sex were used and individually tested over a period of five days to ensure the consistency of each fish's choice throughout the days. Circular tanks were used for the evaluations, divided into a central compartment (neutral) and four lateral compartments of different colors: white compartment, green compartment, compartment with aquatic plant *Elodea* (*Egeria densa*), and compartment with artificial *Elodea*. Recordings of each fish were made for 30 minutes, and the fish's position was recorded every 15 seconds, providing the occupancy frequency of each compartment. The experimental design was completely randomized in a factorial scheme (time, sex, and compartment). In the second experiment, the performance of the fish in different environments tested in the preference test was evaluated. Eighty female bettas were used, kept in 20 recirculating 4-liter aquariums, and evaluated over a period of 56 days. The experimental design was randomized blocks with four treatments and five replicates. In the first experiment, when comparing between sexes, males accessed the natural *Elodea* plants more than females. When comparing between compartments within sexes, females accessed the natural *Elodea* compartment and the central compartment more frequently. There was no difference for females between the compartments with artificial and green plants. For both sexes, the white compartment was the least accessed. However, it can be concluded that there was a gradation in the choice among different types of enrichment, and bettas have a preference for environments with natural plants. The use of different environmental enrichments did not affect the performance of female bettas. Therefore, both natural and artificial plants, as well as environments with the green color, can be used in breeding without compromising zootechnical performance.

Keywords: Well-being; Environmental enrichment; Macrophytes; Ornamental fish.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Aquário experimental.....	18
Figura 2 -	Sistema de recirculação experimental.....	19
Figura 3 -	Médias (\pm desvio padrão) da frequência de acesso aos diferentes compartimentos por bettas machos e fêmeas.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Trabalhos que utilizaram enriquecimento ambiental no cultivo de peixes.....	16
Tabela 2 - Análise de variância das variáveis no teste de preferência entre diferentes cores ambientais pelos bettas.....	21
Tabela 3 - Desempenho de bettas em diferentes ambientes.....	22
Tabela 4 - Contagem de microrganismos na água (Log 10 UFC g ⁻¹)	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 PEIXES ORNAMENTAIS.....	13
2.2 ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL.....	14
2.3 BETTA (<i>BETTA SPLENDENS</i>)	15
3 OBJETIVOS.....	16
3.1 OBJETIVOS GERAIS.....	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
4 MATERIAIS E MÉTODOS	16
4.1 EXPERIMENTO 1- ESCOLHA DA COR AMBIENTAL	17
4.2 EXPERIMENTO 2- ENSAIO DE DESEMPENHO	19
5 RESULTADOS.....	20
5.1 EXPERIMENTO 1.....	20
5.2 EXPERIMENTO 2	22
6 DISCUSSÃO	22
7 CONCLUSÃO	25
8 REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

O bem-estar animal é um assunto ascendente na comunidade científica internacional (SEIBEL, WEIRUP E SCHULZ, 2020; VEIT E BROWNING, 2021). Os estudos de escolha e preferência são uma forma de avaliar o bem-estar dos animais cultivados (DAWKINS, 2006; VOLPATO ET AL., 2007; VOLPATO ET AL., 2009). A suposição é que o animal está em boas condições de bem-estar quando estiver em um ambiente de sua própria escolha. Estudos estão sendo realizados sobre a preferência entre diferentes dietas (GUGLIELMETTI 2019), temperaturas (REY ET AL., 2015; CERQUEIRA ET AL., 2016), plantas aquáticas (SULLIVAN ET AL., 2016) e cores ambientais (MAIA E VOLPATO, 2017 E 2021; RUCHIN, 2020). Na prática, propostas de enriquecimento ambiental podem ser balizadas por itens que os animais preferem. No entanto, a abordagem de preferência é relativamente nova e requer avaliações e validações adicionais.

O betta (*Betta splendens*) é uma das espécies de peixes ornamentais mais populares do mundo (AMPARYUPA ET AL., 2020). São apreciados em aquários por suas barbatanas exuberantes e cores vibrantes. O comportamento desta espécie foi amplamente estudado, principalmente no aspecto reprodutivo (BRONSTEIN, 1984; BRONSTEIN E JONES-BUXTON, 1996; GIANNECCHINI, 2012; JAROENSUTASINEE E JAROENSUTASINEE, 2001), mas pouco se conhece sobre sua preferência ambiental. Os bettas evoluíram em ambientes alagados com abundância de plantas e são cultivados muito tempo na Ásia nos tanques de cultivo de arroz (JAROENSUTASINEE E JAROENSUTASINEE, 2001). O enriquecimento com macrófitas pode melhorar seu bem-estar durante o cultivo e, possivelmente, aumentar seu desempenho produtivo.

O uso de macrófitas como item de enriquecimento é considerado positivo para peixes. Além do benefício direto de fornecer abrigo e alimento para peixes menores (AMANY, 2021; CASATTI ET AL., 2003), pode alterar as propriedades físico-químicas da água e indiretamente afetar a distribuição de peixes no ambiente (MIRANDA ET AL., 2000, CRISTIAN, 2021). Outras espécies de peixes já demonstraram preferência por ambientes com plantas naturais. No caso do peixe betta, alguns piscicultores relatam que a introdução de macrófitas em tanques de cultivo aumenta as taxas reprodutivas, mas o enriquecimento com macrófitas ainda precisa ser avaliado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. PEIXES ORNAMENTAIS

O comércio global de peixes ornamentais é uma indústria multibilionária, com o comércio legal estimado entre US\$ 15 e 20 bilhões por ano (KING, 2019). A cadeia produtiva de peixes ornamentais é dominada por espécies de peixes de água doce, (90% do mercado), sendo restante compostos por espécies marinhas (KING, 2019). Dentre as espécies cultivadas em água doce mais difundidas estão, o kinguio (*Carassius auratus*), tetra-neon (*Paracheirodon innesi*), guppy (*Poecelia reticulata*), acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*), peixe-zebra (*Danio rerio*) e o acará-disco (*Symphysodon aequifasciatus*). Somente as espécies guppy e tetra-neon representam mais de 25% do mercado em volume e mais de 14% em valor (DEY, 2016). Dos 2 bilhões de peixes transportados por ano, 99% são para aquários amadores, e 1% restante destinado a aquários públicos ou laboratórios de pesquisa (RAJA, 2019). Devido à crescente popularidade de aquários domésticos nas últimas décadas, um aumento substancial no comércio e na demanda por peixes ornamentais se desenvolveu, com o comércio crescendo 14% anualmente desde a década de 1970 (MACEDA, 2016; METAR, 2018).

O Brasil é o 13º maior exportador de peixes ornamentais (EMBRAPA, 2018). Estima-se que o número de peixes ornamentais nos lares brasileiros ultrapasse 19 milhões de exemplares, com crescimento constante e em ritmo acelerado, reflexo do crescimento da indústria no país (ABINPET, 2019). Dentre as regiões brasileiras, o Sudeste corresponde a 53,4% do número de estabelecimentos agropecuários nacionais, com destaque para o estado de Minas Gerais, correspondendo 36% da produção nacional, muito concentrada na região de Patrocínio do Muriaé, Zona da Mata, o maior polo de produção do Brasil (PEIXEBR, 2019). Mais de 100 espécies da bacia amazônica e da Ásia foram produzidas nas últimas décadas (VALENTI, 2021). Segundo o Instituto Brasileiro de Animais de Estimação (ORBE, 2022), o peixe ornamental é o quarto animal de estimação mais popular do país, com aproximadamente 20 milhões de indivíduos podendo ser encontrados nos lares brasileiros.

2.2 ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL

O bem-estar de animais é um tema recorrente tanto no meio acadêmico quanto na sociedade. Animais cativos estão sujeitos negativamente ao comprometimento da sua alimentação, crescimento, saúde, bem-estar, e à elevação dos níveis de estresse por não desempenharem seu comportamento igual em ambiente nativo (STRAND ET AL., 2007). Como promotor de bem-estar, o enriquecimento ambiental é benéfico para animais em cativeiro. Esta técnica é muito utilizada para mamíferos, porém ainda existe pouca informação sobre aplicação do enriquecimento ambiental para organismos aquáticos como os peixes (WILLIANS ET AL., 2009). Há conhecimento sobre algumas práticas na aquacultura sobre o desempenho fisiológico dos peixes, mas com diferentes preferências ambientais e biológicas entre as diversas espécies (WILLIANS ET AL., 2009). É proposto uma definição para bem-estar de peixes, segundo Volpato et al., 2007, baseado em suas preferências de escolha: “o estado interno do peixe quando ele pode permanecer sob condições que foram livremente escolhidas.”

Algumas técnicas de enriquecimento ambiental já são utilizadas para peixes. Os procedimentos de enriquecimento ambiental geralmente utilizados consistem em pedras no fundo do aquário e/ou plantas artificiais. A presença de abrigo para algumas espécies de peixes parece ser essencial para seu comportamento, não só como preferência (JENSEN E PEDERSEN, 2008). A coloração do fundo do aquário é um importante fator de promoção de bem-estar em peixes, sendo benéfico contra estresse e melhora no desempenho reprodutivo (VOLPATO ET AL., 2001). A sobrevivência e crescimento de peixes também foi influenciada positivamente pela cor do aquário ou do tanque dos viveiros (BARCELLOS ET AL., 2009). Ainda, há indicação de que peixes preferem habitats e cardumes que combinam com sua própria cor (RODGERS ET AL., 2013). Existem possíveis vantagens quanto ao enriquecimento ambiental proporcionado por plantas, sendo útil como cobertura dos animais (NÄSLUND, J. AND JOHNSON, J.I. 2016), fornece substrato de desova e simula seu habitat natural (ARECHAVALA-LOPEZ ET AL., 2022) Como desvantagens deste enriquecimento, pode-se citar a diminuição do campo de visão dos peixes, os animais podem ficar emaranhados, diminuir a visão do produtor/tutor e consequentemente atrasar a observação de alguma doença (WILLIANS ET AL., 2009).

Testes de preferência de escolha são um dos meios de avaliar o bem-estar de peixes (DAWKINS, 2006). Assim, é possível avaliar a preferência dos peixes de acordo com suas escolhas individuais em relação ao ambiente: espaço ocupado, intensidade de luz e cor, horário de alimentação, quantidade ingerida de alimento, necessidade de sombra, coluna de profundidade d'água, fluxo de água e outros (VOLPATO ET AL., 2007). Antes de realizar esse teste é necessário investigar qualquer condição que possa interferir na escolha do peixe, seja do ambiente externo (luz, som, marcas na parede) ou do próprio viveiro (labirinto, abrigo, posição do tanque/aquário) (VOLPATO ET AL., 2007). Deve-se ainda levar em conta que escolhas predominantes podem ser diferentes em outras condições, e, por isso, devem ser feitos testes sucessivos para melhor compreender o que leva à preferência de escolha dos peixes (VOLPATO ET AL., 2007).

Para medir e avaliar a preferência são utilizadas algumas variáveis: tempo antes de fazer uma escolha, o tempo que passou relativo à escolha e a frequência dessa escolha (VOLPATO ET AL., 2007). Além disso, é necessário determinar a importância de uma escolha em particular (teste motivacional), segundo Duncan (2006). Ou seja, inferir o quanto de esforço o animal fez para obter sua escolha (DAWKINS E BEARDSLEY 1986, MASON ET AL. 1998, 2001). Ainda devem-se levar em conta fatores intrínsecos do animal: filogenia, ritmo biológico, ecologia, condição em grupo e individual, bem como personalidade, sexo, tensão (VOLPATO ET AL., 2007). Os testes de preferência ainda podem ser afetados por uma especialização do lado direito ou esquerdo do cérebro (VALERIA, 2004). *Gambusia holbrooki*, *Xenotoca eiseni*, e *Betta splendens* tiveram em comum a preferência de usar o olho direito quando atacam um reflexo do espelho ou um rival vivo (BISAZZA E SANTI, 2003).

Pesquisas realizadas com peixe-zebra (*Danio rerio*) e barbo xadrez (*Puntius oligolepis*) mostraram que estas espécies preferem ambientes com vegetação quando foi lhes dada oportunidade de escolha (Kistler et al., 2011; Schroeder et al., 2014). Ainda, experimentos de preferência mostraram que o kinguio (*Carassius auratus*) passou 90% do seu tempo em ambiente enriquecido com plantas e apenas 10% no que não tinha nenhum tipo de substrato, mas não houve diferença entre o tempo passado em compartimentos com plantas reais e artificiais (SULLIVAN ET AL., 2016). Já nos testes motivacionais, os kinguios não mostraram diferença quanto a necessidade de acessar espaço extra, independente da presença de substrato ou não, o que pode ser explicado pela necessidade da espécie de explorar ambientes (SULLIVAN ET AL., 2016).

Tabela 1. Trabalhos que utilizaram enriquecimento ambiental no cultivo de peixes

Autores	Espécie	Enriquecimento ambiental
BARCELLOS, 2009	<i>Rhamdia quelem</i>	Influência da cor de fundo
RODGERS, 2013	<i>Poecilia reticulata</i>	Utilização de diferentes substratos artificiais
SCHROEDER, 2014	<i>Danio rerio</i>	Utilização de substratos, plantas artificiais e pedras porosas
STRAND ET AL., 2007	<i>Perca fluviatilis</i>	Cor do tanque e intensidade de luz
SULLIVAN, 2016	<i>Carassius auratus</i>	Utilização de plantas naturais, artificiais, aplicação de corrente de água para teste motivacional
VOLPATO, 2001	<i>Oreochromis niloticus</i>	Efeito da luz azul, verde e branca no tanque de cultivo

2.3 BETTA (*BETTA SPLENDENS*)

Betta splendens, também conhecido como betta ou peixe lutador siamês, foi descrito pela primeira vez como uma espécie em 1910 por C. T. Regan (SMITH, 1945). Nos últimos tempos é uma das espécies de peixes ornamentais mais populares do mundo (AMPARYUPA ET AL., 2020), porém há pouco conhecimento sobre suas preferências. Estes peixes geralmente são vendidos em lojas pet ou agropecuárias em aquários pequenos e transparentes, também chamados de “beteira”. Bettas são originais da Tailândia e seu habitat natural consiste em águas rasas de lagoas e arrozais com muita vegetação (PLEEGING E MOONS, 2017), essa vegetação fornece cobertura contra aves que se alimentam de peixes como garças e martins-pescadores (JAROENSUTASINEE E JAROENSUTASINEE, 2001). A espécie é conhecida pela sua agressividade e comportamento territorial do peixe macho (FARIA, 2006; SANTILLÁN, 2007). As plantas podem ser um bom aliado do bem-estar desses animais como enriquecimento ambiental, visto que estão presentes em seu ambiente nativo (SMITH, 1945). O enriquecimento ambiental permite que estes tenham maior controle sobre seu ambiente e demonstra reduzir o risco de estresse crônico (WEISS, 1972; MORGANA E TROMBORG, 2007). Também se sabe que geram um efeito positivo no desenvolvimento

de peixes jovens (KIHSLINGER E NEVITT, 2006; SALVANES ET AL., 2013; MANUEL ET AL., 2015).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVOS GERAIS

Avaliar o efeito do uso do enriquecimento ambiental como promotor de bem-estar e desempenho zootécnico para bettas.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Determinar a preferência entre diferentes enriquecimentos ambientais (compartimento branco neutro, compartimento verde, compartimento com planta aquática *Eloдея* e compartimento com *Eloдея* artificial) por bettas machos e fêmeas.

b) Avaliar o efeito dos diferentes tipos de enriquecimento sobre o desempenho de bettas.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no Setor de Piscicultura do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Campus Lages. O projeto foi aprovado no Comitê de Ética e Experimentação Animal da universidade sobre o número de protocolo 6646131221. Foram realizados dois experimentos. No primeiro experimento foi determinada a preferência entre diferentes enriquecimentos ambientais com plantas aquáticas por bettas machos e fêmeas. No segundo experimento foi avaliado o desempenho produtivo de fêmeas nos diferentes enriquecimentos testados no teste de preferência.

4.1 Experimento 1: Escolha da cor ambiental

Bettas adultos, resultantes do cruzamento seletivo para cores brilhantes e nadadeiras longas, foram mantidos em aquários individuais com capacidade de 1 litro durante 30 dias antes do experimento. Esses animais foram selecionados por critério de coloração (azul predominante) para evitar possíveis interferências nos resultados. Os peixes foram alimentados com ração comercial (Poitara®) floculada (32% PB), duas vezes ao dia até a saciedade aparente. A água dos aquários foi totalmente renovada duas vezes

por semana e as médias dos parâmetros foram: temperatura $26^{\circ}\text{C} \pm 4,63$; amônia tóxica $3,4 \pm 2,06$ (NH_3), pH $6,8 \pm 1,10$ e com fotoperíodo de 12h luz e 12h de ausência de luz.

Nas avaliações foi utilizado um tanque circular de 6 litros (figura 1), onde os peixes eram avaliados individualmente de forma intercalada. O tanque foi subdividido em um compartimento central neutro (transparente) e quatro compartimentos laterais: compartimento branco, compartimento verde, compartimento com planta aquática *Elodea* e compartimento com *Elodea* artificial. O compartimento verde foi recoberto com papel autocolante e está cor foi escolhida para simular a cor das plantas. Dez machos (1,15 g) e dez fêmeas (1,64 g) foram testados individualmente. Cada peixe foi introduzido no aquário através de um cilindro transparente posicionado na área central por 15 minutos. Este período é necessário para o peixe ajustar-se ao tanque e observar todos os compartimentos. O cilindro foi removido cuidadosamente e o peixe foi gravado em vídeo por 30 minutos.



Figura 1. Aquário experimental

Nas gravações a posição do peixe foi registrada a cada 15 segundos, fornecendo a frequência de ocupação de cada compartimento. O peixe foi considerado dentro de um compartimento quando sua cabeça entrou completamente no compartimento. Para cada indivíduo foram conduzidas cinco seções de avaliação durante cinco dias seguidos, de forma a corroborar a consistência da escolha. A posição dos compartimentos era

intercalada ao longo dos dias e as avaliações foram realizadas no mesmo horário para evitar influência do período do ciclo circadiano.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (fatores tempo, sexo e compartimento), com dez repetições, sendo que cada peixe foi considerado uma repetição. Os dados foram submetidos à análise de variância, com medidas repetidas ao longo do tempo, utilizando o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS®. Os dados foram previamente para normalidade de resíduos pelo procedimento UNIVARIATE do pacote estatístico SAS 9.4®, usando o teste de Shapiro-Wilk com significância de 0,05. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey-Kramer a 5% de significância.

4.2 Experimento 2: Ensaio de desempenho

Foram utilizados 80 bettas fêmeas (peso médio de 1,12 g) aclimatadas as condições do laboratório durante 30 dias antes do início do experimento. Os peixes foram então distribuídos em vinte aquários com capacidade de 4 litros de água na densidade de quatro peixes por aquário. Os peixes foram divididos de acordo com faixa de peso (blocos). Cada aquário continha um dos enriquecimentos testados no experimento anterior: branco, verde, *Elodea* natural e *Elodea* artificial. Os aquários estavam dispostos sobre bancada em sala fechada com iluminação artificial e fotoperíodo controlado (12h luz 12h escuro). Os peixes permaneceram nessas condições durante 56 dias.



Figura 2: Sistema de recirculação experimental, experimento 2.

Os peixes foram alimentados com ração comercial extrusada (32% PB) de forma manual duas vezes ao dia (09:00; 17:00) até saciedade aparente. Os recipientes foram mantidos em banho termostatzado em sistema de recirculação de água para manutenção da temperatura (29°C). Diariamente 50% da água foi renovada para retirada de excreta. A temperatura foi monitorada diariamente ($31,06^{\circ}\text{C} \pm 1,05$) e os demais parâmetros de qualidade da água foram monitorados semanalmente (oxigênio dissolvido, pH e amônia), as médias foram respectivamente: oxigênio $7,51 \pm 1,35$; amônia total (NH_3) $0,43 \mu\text{l} \pm 0,05$, amônia tóxica 0,006 (NH_3) e pH $7,26 \pm 0,24$. Esses parâmetros mantiveram-se dentro dos recomendados para o cultivo dos peixes (BOYD, 1998). No final do experimento foi realizada a pesagem dos animais para a avaliação dos seguintes parâmetros de desempenho produtivo: peso final, ganho de peso ($\text{GP} = \text{peso final} - \text{peso inicial}$), consumo de ração ($\text{C} = \text{peso ração inicial} / \text{peso ração final}$), conversão alimentar ($\text{CA} = \text{consumo ração} / \text{ganho de peso}$) e sobrevivência ($\text{S} = [\text{total final de animais} / \text{animais iniciais totais}] \times 100$) de cada unidade experimental.

Para a análise microbiológica da água, foram coletadas amostras de 5 ml de cada repetição, em seguida foram feitas diluições seriadas em tubo de vidro, contendo 9 ml de água destilada esterilizada salina em cada tubo, com uma pipeta foi coletado 1 ml da solução principal e foi feita diluições suscetivelmente para as concentrações de 10^{-2} , 10^{-3} e 10^{-4} . Após as diluições seriadas, as amostras foram inoculadas em placas esterilizadas contendo MRS ágar (É recomendado para cultivo, enriquecimento e isolamento de *Lactobacillus* spp. de todos os tipos de materiais), TSA (é um meio de cultivo, isolamento e manutenção de microrganismos fastidiosos (exigentes), sendo bactérias heterotróficas totais) e TCBS (É amplamente usado para isolar cultivar diversas espécies do gênero *Vibrio*). Em seguida as placas inoculadas foram colocadas em estufa a 36°C , as placas contendo o meio MRS foram incubadas invertidas, para que as bactérias se fixem no ágar. As placas contendo os meios de TSA e TCBS por 24 horas e 48 horas respectivamente. Após esse período foi realizada a contagem das colônias típicas das placas. A análise foi realizada em triplicata e o resultado foi expresso em Log 10 unidades formadoras de colônia por grama (UFC g^{-1}).

O experimento foi conduzido em um delineamento em blocos casualizados. Os dados foram submetidos a análise de variância com medidas repetidas no tempo, utilizando o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS®, sendo previamente testados para normalidade de resíduos pelo procedimento UNIVARIATE do pacote

estatístico SAS[®], usando o teste de Shapiro-Wilk com significância de 0,05 e as médias comparadas pelo teste de Tukey-Kramer ao nível de 5%.

5 RESULTADOS

5.1 Experimento 1

Não foi observada diferença significativa para o fator tempo e nenhuma interação envolvendo este fator ($P>0,05$). Houve interação entre o sexo e os diferentes compartimento (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância das variáveis no teste de preferência entre diferentes cores ambientais pelos bettas.

	Valores de P
Efeito do sexo (S)	0,8493NS
Efeito do compartimento (C)	<0,001*
Interação S x C	<0,001*

*: $P<0,05$; NS: não significativo.

Houve interação entre sexo e os compartimentos (Figura 1). Na comparação entre os sexos, os machos acessaram mais ($P<0,05$) as plantas naturais do que as fêmeas. Na comparação entre os compartimentos dentro dos sexos, para os machos houve diferenças ($P<0,05$) de acessos entre todos os compartimentos. O compartimento com plantas naturais foi mais ($P<0,05$) acessado, seguido pelas plantas artificiais. O menos acessado ($P<0,05$) foi o branco. As fêmeas acessaram mais ($P<0,05$) o compartimento de planta natural e o compartimento central em relação aos outros compartimentos. Para as fêmeas não houve diferença ($P>0,05$) entre os compartimentos de planta artificial e verde. O compartimento branco foi o menos ($P<0,05$) acessado pelas fêmeas.

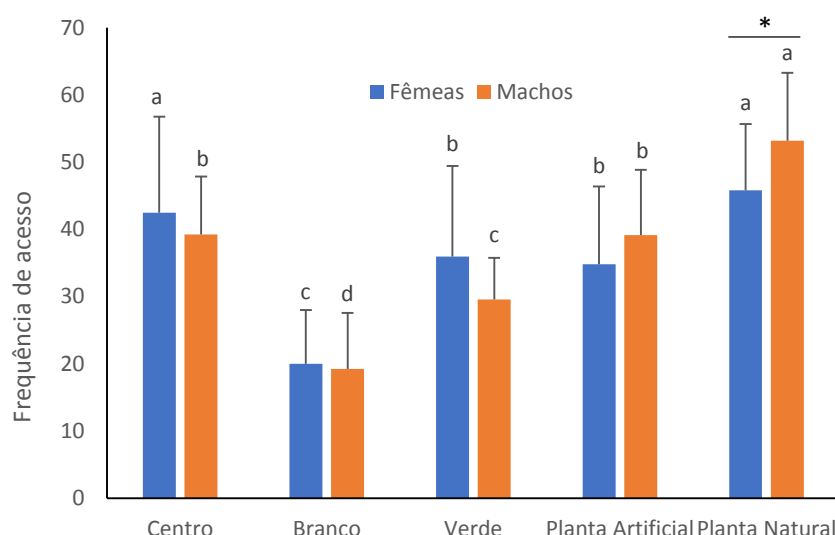


Figura 3. Médias (\pm desvio padrão) da frequência de acesso aos diferentes compartimentos por bettas machos e fêmeas. As médias acompanhadas da mesma letra não mostraram diferença entre os compartimentos de acordo com o teste de Tukey ($P > 0,05$). As médias acompanhadas de um asterisco mostram diferenças entre os sexos de acordo com o teste T ($P < 0,05$).

5.2 Experimento 2

A utilização de diferentes tipos de enriquecimento não afetou ($P > 0,05$) o desempenho produtivo das fêmeas de betta (Tabela 3) e a contagem de microrganismos da água dos tanques (Tabela 4).

Tabela 3. Desempenho de fêmeas de bettas em diferentes tipos de enriquecimento.

	Branco	Verde	Planta natural	Planta artificial
GP (g)	0,66 \pm 0,30	0,65 \pm 0,25	0,45 \pm 0,24	0,51 \pm 0,20
C (g)	6,60 \pm 1,38	7,25 \pm 0,99	6,90 \pm 0,16	5,59 \pm 0,51
CA	3,66 \pm 2,08	3,38 \pm 0,74	6,21 \pm 4,56	4,12 \pm 2,78
S (%)	75 \pm 17,67	85 \pm 22,36	75 \pm 17,67	75 \pm 17,67

Ausência de letras indica que não houve diferença entre os tratamentos ($P < 0,05$). GP = Ganho de peso; C = Consumo individual; CA = Conversão alimentar; S = Sobrevivência.

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 4. Contagem de microrganismos na água (Log 10 UFC g⁻¹)

	Branco	Verde	Planta natural	Planta artificial
MRS	4,048±0,55	3,80±0,37	3,98±0,32	3,43±0,77
TSA	3,81±0,50	5,04±0,48	4,99±0,37	4,51±0,26
TCBS	ND	ND	ND	ND

Ausência de letras indica que não houve diferença entre os tratamentos pelo teste de Tukey (P<0,05). ND (Não detectável).

Fonte: Elaborado pela autora.

6 DISCUSSÃO

Não houve efeito do dia de observação sobre a distribuição dos peixes nos compartimentos, demonstrando que a escolha foi consistente ao longo do tempo. Alguns autores realizaram uma única observação por animal nos testes de preferência (SCHLÜTER ET AL. 1998; WEBSTER E HART, 2004), mas já foi demonstrado que pode haver variação na preferência entre diferentes dias de observação (SHIELDS ET AL., 2004; GOMEZ-LAPLAZA, 2005). Para validar os resultados de preferência, estudos semelhantes realizaram três a dez dias consecutivos de observação com cada peixe (SULLIVAN ET AL., 2016; MAIA E VOLPATO, 2016; MAIA E VOLPATO, 2017). Cinco dias de observação foram realizados no presente estudo e foram suficientes para a detecção de diferença entre os diferentes tipos de enriquecimento. É importante ainda destacar que a posição dos compartimentos era intercalada aleatoriamente ao longo dos dias, para isolar o efeito da posição do compartimento.

O compartimento com plantas naturais foi mais acessado por bettas de ambos os gêneros em relação aos outros compartimentos. Os bettas evoluíram em ambientes alagados, com plantas abundantes (JAROENSUTASINEE E JAROENSUTASINEE, 2001). Essa condição naturalmente reforça a escolha por plantas naturais aqui relatadas. Em cativeiro as plantas naturais são comumente utilizadas como enriquecimento ambiental, mas o uso de plantas como enriquecimento para peixes não foi avaliado. O kingiuio (*Carassius auratus*) também demonstrou preferência por ambientes com plantas naturais (SULLIVAN ET AL., 2016). Na comparação entre os sexos os machos acessaram mais o compartimento com plantas naturais em relação as fêmeas. Este resultado pode estar associado ao compartimento reprodutivo da espécie. Os machos constroem ninhos de bolhas na superfície da água para abrigar a prole durante os estágios iniciais de desenvolvimento (RAINWATER E MILLER, 1966; BRONSTEIN, 1982; BRONSTEIN,

1984). Plantas naturais comumente sustentam esses ninhos de bolhas (HAUNG E CHENG, 2006) e também fornecem proteção para os filhotes (CASATTI ET AL. 2003; PELICICE E AUGUSTINE, 2006).

As plantas artificiais foram menos acessadas que as plantas naturais, demonstrando que os bettas são capazes de fazer a diferenciação entre os enriquecimentos. Resultados semelhante foram obtidos para o kinguio (SULLIVAN ET AL., 2016). Cabe destacar que mesmo a planta natural estando disponível os peixes também acessaram as plantas artificiais, o que demonstra interesse pelo enriquecimento. Além disso, o compartimento com plantas artificiais e o compartimento verde foram mais acessados que o compartimento branco. Isto demonstra que na impossibilidade de usar plantas naturais outros tipos de enriquecimento podem ser utilizados. O uso de plantas artificiais é relatado em condições laboratoriais (LICHAK ET AL., 2022). Para os machos houve diferença na frequência de acesso entre o compartimento com plantas artificiais e o verde, o que não ocorreu com as fêmeas. Como discutido anteriormente, as plantas são recursos importante para o comportamento reprodutivo dos machos, o que pode levar a um maior rigor na escolha do ambiente

O compartimento central foi bastante acessado por ambos os sexos, para as fêmeas foi tão acessado quando o compartimento com plantas naturais. O acesso pode se explicar em parte pela posição do compartimento, era necessário passar pelo centro para acessar os outros compartimento. Além disso, por se tratar de uma espécie territorial (BRONSTEIN, 1981; BRONSTEIN, 1982; BRONSTEIN, 1984) é possível que a escolha pelo compartimento central seja um comportamento defensivo. As divisórias do tanque de teste não permitiam a visibilidade dos compartimentos laterais e o centro do tanque era o único local onde os peixes tinham uma percepção ampla de todo o ambiente. Tradicionalmente, o territorialismo é atribuído aos bettas machos, que têm como parte de seu comportamento reprodutivo estabelecer um território que defendem contra outros bettas (BRONSTEIN, 1981). A maior frequência de acesso ao compartimento central por parte das fêmeas sugere que o controle do território também é importante para o sexo feminino.

Não houve efeito dos diferentes tipos de enriquecimento ambiental sobre o crescimento das fêmeas de betta. Não existem estudos avaliando o efeito do enriquecimento ambiental sobre o crescimento de bettas. Para a truta arco-íris com o uso de enriquecimento contendo bolas coloridas e hastes de alumínio penduradas verticalmente nos tanques de cultivo, houve um aumento na taxa de crescimento

(KIENTZ, 2016; 2018). No presente estudo as boas condições de cultivo podem ter mascarado os resultados. É importante salientar que a falta de diferença é positiva, pois mostra os enriquecimentos podem ser utilizados sem prejuízo para os animais. Além disso existem evidências que o enriquecimento ambiental pode diminuir comportamentos agressivos (ZHANG, 2020), afetar a neurogênese, a plasticidade sináptica e a potencialização de longo prazo no hipocampo podendo aumentar a capacidade de aprendizado dos peixes (SELVANES, 2013). Avaliações mais aprofundadas ainda são necessárias para confirmar estas alterações em bettas.

O enriquecimento com plantas aquáticas não afetou a contagem de microrganismos na água de cultivo das fêmeas de betta. As plantas servem de substrato para microrganismos (LISHANI, 2022). Na superfície das plantas é formado o perifíton (biofilme) que associados, estão entre os organismos mais eficientes na remoção de nutrientes dissolvidos no ecossistema aquático, como o NH_3 e o fósforo (CRISPIM, 2009). Com a ciclagem de nutriente, há formação de colônias de bactérias heterotróficas que contribuem amplamente para a ciclagem desses nutrientes no ambiente (HEMPEL, 2009). Neste sentido, poderia ter havido favorecimento de bactérias benéficas presentes na água. Por outro lado, as plantas poderiam ser uma fonte de patógenos e contaminação, mas também não houve aumento nos *Vibrios* e na mortalidade dos peixes. Mais estudos ainda são necessários compreender melhor a relação das plantas aquáticas com os microrganismos da água no cultivo de peixes ornamentais.

7 CONCLUSÃO

A partir dos resultados é possível concluir que houve uma gradação na escolha entre os diferentes tipos de enriquecimento e que os bettas possuem preferência por ambientes com plantas naturais.

O uso de diferentes enriquecimentos ambientais não afetou o desempenho de fêmeas de bettas. Plantas naturais e artificiais, assim como ambientes com a cor verde podem ser utilizados durante a criação sem prejuízo para o desempenho zootécnico.

9 REFERÊNCIAS

- AMANY M. HAROON, RADWAN G. ABD ELLAH, Variability response of aquatic macrophytes in inland lakes: A case study of Lake Nasser, The Egyptian Journal of Aquatic Research, Volume 47, Issue 3, 2021, Pages 245-252, ISSN 1687-4285, <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2021.07.004>.
- ARECHAVALA-LOPEZ, P, CABRERA-ÁLVAREZ, MJ, MAIA, CM, SARAIVA, JL. Environmental enrichment in fish aquaculture: A review of fundamental and practical aspects. *Rev Aquac.* 2022; 14: 704– 728. <https://doi.org/10.1111/raq.12620>
- BARCELLOS L.J.G., KREUTZ L.C., QUEVEDO R.M, DA ROSA J.G.S, KOAKOSKI G., CENTENARO L., POTTKER E., Influence of color background and shelter availability on jundiá (*Rhamdia quelen*) stress response, *Aquaculture*, Volume 288, Issues 1–2, 2009, Pages 51-56, ISSN 0044-8486, <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.11.002>.
- BISAZZA, A.; SANTI DE A. (2003) Lateralization of aggression in fish. *Behav. Brain Res.* 141:131–136
- BRONSTEIN PM (1982) Breeding, paternal behaviour, and their interruption in *Betta splendens*. *Anim Learn Behav* 10(2):145–151
- BRONSTEIN, P.M. Agonistic and reproductive interactions in *Betta splendens*. *Journal of Comparative Psychology*, v.98, n.4, p.421-431, 1984.
- BRONSTEIN, P.M. AND JONES-BUXTON, R.A. (1996), Sensitization of escape in female *Betta splendens*. *Aggr. Behav.*, 22: 431-435. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2337\(1996\)22:6<431::AID-AB3>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2337(1996)22:6<431::AID-AB3>3.0.CO;2-K)
- CARDOSO, R. S., LANA, A. M. Q., TEIXEIRA, E. A., LUZ, R. K., & FARIA, P. M. C. (2012). Caracterização socioeconômica da aquicultura ornamental na região da Zona da Mata Mineira. *Boletim Instituto Pesca*, 38(1), 89-96.
- CAROLINE MARQUES MAIA, GILSON LUIZ VOLPATO, VICTORIA ANNE BRAITHWAITE, A Psychological Aversive Condition Does Not Change Individual Zebrafish Preference For Background Color or Artificial Plant Enrichments , *Journal of Applied Animal Welfare Science* , 10.1080/10888705.2021.1980726 , (1-12) , (2021) .
- CASATTI, L.; MENDES, H.F.; FERREIRA, K.M. (2003) Aquatic macrophytes as feeding site for small fishes in the Rosana reservoir, Paranapanema River, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 63, p. 213-222. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2020.08.007>
- CERQUEIRA, M., REY, S., SILVA, T., FEATHERSTONE, Z., CRUMLISH, M. AND MACKENZIE, S. (2016), Thermal preference predicts animal personality in Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *J Anim Ecol*, 85: 1389-1400. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12555>

CRISTIAN ALBERTO ESPINOSA-RODRÍGUEZ, S.S.S. SARMA, S. NANDINI, Zooplankton community changes in relation to different macrophyte species: Effects of *Egeria densa* removal, *Ecohydrology & Hydrobiology*, Volume 21, Issue 1, 2021, Pages 153-163, ISSN 1642-3593, <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2020.08.007>.

DAWKINS, M.S. (2006). A user's guide to animal welfare science. *Trends in Ecology & Evolution*, 21(2), 77-82.

DAWKINS, M.S.; BEARDSLEY, T. (1986). Reinforcing properties of access to litter in hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 15(4), 351-364.

DEY, V. K. The global trade in ornamental fish. *Infofish International*, v. 4, n. 16, p. 23-29, 2016.

DUNCAN, I.J.H. (2006) The changing concept of animal sentience. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 100:11–19

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (2018). Brasil é 13º na exportação de peixes ornamentais. Brasil. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/37829679/brasile-13-na-exportacao-de-peixes-ornamentais>>. Acesso em: 14/05/2021.

FARIA, P.M.C.; CREPALDI, D.V.; TEIXEIRA, E.A.; RIBEIRO, L.P.; SOUZA, A.B. DE; CARVALHO, D.C.; MELO, D.C. DE; SALIBA, E.O.S. (2006) Criação, manejo e reprodução do peixe *Betta splendens*. *Rev Bras Reprod Anim* 30 (3/4): 134-149.

FERREIRA V. A. M., RODRIGUES T. T. E., SILVA P. G., FREITAS C. E. C. Y YAMAMOTO K. C. (2020): “Avaliação do comércio de peixes ornamentais no estado do Amazonas – Brasil”, *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana* (marzo 2020). En línea: <<https://www.eumed.net/rev/oel/2020/03/avaliacao-comercio-peixes.html>>

GIANNECCHINI, L. G., MASSAGO, H., & FERNANDES, J. B. K.. (2012). Effects of photoperiod on reproduction of Siamese fighting fish *Betta splendens*. *Revista Brasileira De Zootecnia*, 41(4), 821–826. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000400001>

GILSON L. VOLPATO, Challenges in Assessing Fish Welfare, *ILAR Journal*, Volume 50, Issue 4, 2009, Pages 329–337, <https://doi.org/10.1093/ilar.50.4.329>

GUGLIELMETTI, R. ET AL. Diet of benthivorous fish and prey availability in streams of the Pirapó River basin-PR. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 2019, vol. 31, e7.

HAUNG, W., AND FANG-LIN CHENG. "Effects of Temperature and Floating Materials on Breeding by the Paradise Fish (*Macropodus opercularis*) in the Non-reproductive Season." *Zoological studies* 45.4 (2006): 475-482.

HEMPEL M, GROSSART HP, GROSS EM (2009) Community composition of bacterial biofilms on two submerged macrophytes and an artificial substrate in a pre-alpine lake. *Aquat Microb Ecol* 58:79-94. <https://doi.org/10.3354/ame01353>

JAROENSUTASINEE, M. AND JAROENSUTASINEE, K. (2001), Sexual size dimorphism and male contest in wild Siamese fighting fish. *Journal of Fish Biology*, 59: 1614-1621. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2001.tb00225.x>

JAROENSUTASINEE, M.; JAROENSUTASINEE, K. Bubble nest habit and characteristics of wild Siamese Fighting fish. *J. Fish Biol.*, v. 58, p. 1311-1319, 2001.

JENSEN, M.B.; PEDERSEN, L.J. (2008) Using motivation tests to assess ethological needs and preferences. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 113, 340–356.

KANG; C.K.; LEE, T.H. (2013) The Pharyngeal Organ in the Buccal Cavity of the Male Siamese Fighting Fish, *Betta splendens*, Supplies Mucus for Building Bubble Nests. *Zoological Science* 27(11):861-866.

KIENTZ, J.L.; BARNES, M.E. Structural complexity improves the rearing performance of rainbow trout in circular tanks. *N. Am. J. Aquacult.* 2016, 78, 203–207.

KIENTZ, J.L.; CRANK, K.M.; BARNES, M.E. Enrichment of circular tanks with vertically suspended strings of colored balls improves Rainbow Trout rearing performance. *N. Am. J. Aquacult.* 2018, 80, 162–167.

KIHSLINGER, R.L.; NEVITT, G.A. (2006) Early rearing environment impacts cerebellar growth in juvenile salmon. *The Journal of Experimental Biology* 209, 504-509.

KING T. Wild caught ornamental fish: a perspective from the UK ornamental aquatic industry on the sustainability of aquatic organisms and livelihoods. *J Fish Biol.* 2019; 94(6): 925- 936. [10.1111/jfb.13900](https://doi.org/10.1111/jfb.13900)

KISTLER, C.; HEGGLIN, D.; WÜRBEL, H.; KÖNIG, B. (2011). Preference for structured environment in zebrafish (*Danio rerio*) and checker barbs (*Puntius oligolepis*). *Applied Animal Behaviour Science* 135, 318–327.

LICHAK, MADISON R. ET AL. Cuidados e Uso de Peixes Brigadeiros Siameses (*Betta splendens*) para Pesquisa. *Medicina Comparada*, v. 72, n. 3, pág. 169-180, 2022. See More

LISHANI WIJEWARDENE, NAICHENG WU, NICOLA FOHRER, TENNA RIIS, Epiphytic biofilms in freshwater and interactions with macrophytes: Current understanding and future directions, *Aquatic Botany*, Volume 176, 2022, 103467, ISSN 0304-3770, <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2021.103467>

MACEDA-VEIGA A, DOMÍNGUEZ O, ESCRIBANO-ALACID J, LYONS J. The aquarium hobby: can sinners become saints in freshwater fish conservation? *Fish Fish (Oxf)*. 2016; 17: 860- 874. [10.1111/faf.12097](https://doi.org/10.1111/faf.12097)

MANUEL, R.; GORISSEN, M.; STOKKERMANS, M.; ZETHOF, J.; EBBESSON, L.O.E.; VIS, H. VAN DE; FIK G.; BOS R. VAN DEN. (2015) The effects of

environmental enrichment and age-related differences on inhibitory avoidance in zebrafish (*Danio rerio* Hamilton). *Zebrafish* 12, 152-165.

MASON, G.; COOPER, J; CLAREBROUGH, C; (2001) Frustrations in fur-farmed mink. *Nature* 410:35–36

MASON, G.; MCFARLAND, D.; GARNER, J. (1998) A demanding task: using economic techniques to assess animal priorities. *Anim Behav* 55:1071–1075

METAR S, CHOGALE N, SHINDE K, ET AL. Transportation of live marine ornamental fish. *J Adv Agric Technol*. 2018; 2(2): 206- 208.

MIRANDA, L.E.; DRISCOLL, M.P.; ALLEN, M.S. (2000) Transient physicochemical microhabitat facilitated fish survival in inhospitable aquatic plant stand. *Freshwater Biology*, v. 44, p. 617-628. <https://doi.org/10.1046/J.1365-2427.2000.00606.X>.

MORGANA K.N., TROMBORG C.T. (2007) Sources of stress in captivity. *Applied Animal Behaviour Science* 102, 262-302.

NÄSLUND, J. AND JOHNSON, J.I. (2016), Environmental enrichment for fish in captive environments: effects of physical structures and substrates. *Fish Fish*, 17: 1-30. <https://doi.org/10.1111/faf.12088>

ORBE. Orbe-ri.com, 2022. Mercado Pet: Tendência de crescimento para 2022?. Disponível em: <https://www.orbe-ri.com/post/mercado-pet-crescimento-2022>. Acesso em: 09/06/2023.

PEIXEBR. (2019). Anuário PeixeBR da Piscicultura 2019. Texto Comunicação Corporativa. p. 148.

PELICICE, F.M.; AGOSTINHO, A.A. (2006) Feeding ecology of fishes associated with *Egeria* spp. Patches in a tropical reservoir, Brazil. *Ecology of Freshwater Fish*, v. 15, p. 10-19, 2006.

PITI AMPARYUP, WALAIORN CHAROENSAPSRI, NUSREE SAMALUKA, PARICHAT CHUMTONG, PATCHARI YOCAWIBUN, CHANPRAPA IMJONGJIRAK. Transcriptome analysis identifies immune-related genes and antimicrobial peptides in Siamese fighting fish (*Betta splendens*), *Fish & Shellfish Immunology*, Volume 99, 2020, Pages 403-413, ISSN 1050-4648, <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2020.02.030>.

PLEEGING, C.C.F.; MOONS, C. (2017). Potential welfare issues of the Siamese fighting fish (*Betta splendens*) at the retailer and in the hobbyist aquarium. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, 86(4), 213-223.

RAINWATER FL, MILLER RJ (1966) Courtship and reproductive behavior of the Siamese fighting fish, *Betta splendens* Regan (Pisces, Belontiidae). *Proc Okla Acad Sci* For 98–114

RAJA K, AANAND P, PADMAVATHY S, SAMPATHKUMAR JS. Present and future market trends of Indian ornamental fish sector. *Int J Fish Aquat Stud*. 2019; 7(2): 6- 15.

REY S, HUNTINGFORD FA, BOLTAN A S, VARGAS R, KNOWLES TG, MACKENZIE S. (2015). Fish can show emotional fever: stress-induced hyperthermia in zebrafish. *Proc. R. Soc. B* 282, 20152266. (doi:10.1098/rspb. 2015.2266)

RODGERS, G.M.; GLADMAN, N.W.; CORLESS H.F.; MORRELL, L.J. (2013) Costs of colour change in fish: food intake and behavioural decisions, *J. Exp. Biol.* 216 (2013) 2760–2767.

RUCHIN, A.B. (2020), Environmental colour impact on the life of lower aquatic vertebrates: development, growth, physiological and biochemical processes. *Rev Aquacult*, 12: 310-327. <https://doi.org/10.1111/raq.12319>

SALVANES A.G.V.; MOBERG O.; EBBESSON L.O.E.; NILSEN T.O.; JENSEN K.H.; BRAITHWAITE V.A. (2013). Environmental enrichment promotes neural plasticity and cognitive ability in fish. In: *Proceedings Biological Sciences* 280. <http://doi.org/10.1098/rspb.2013.1331>

SANTILLÁN, R.D.B. Reprodução do *Betta splendens*. 2007. Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica RJ.

SCHROEDER, P.; JONES, S.; YOUNG, I.S.; SNEDDON, L.U. (2014). What do zebrafish want? Impact of social grouping, dominance and gender on preference for enrichment. *Laboratory Animals* 48, 328-337.

SEIBEL, H., WEIRUP, L. & SCHULZ, C. FISH WELFARE – Between Regulations, Scientific Facts and Human Perception. *Food ethics* 5, 4 (2020). <https://doi.org/10.1007/s41055-019-00063-3>

SMITH, H.M. (1945). Fresh Water Fishes of Siam. Smithsonian Libraries.

STRAND, Å.; ALANÄRÄ, A.; STAFFAN, F.; MAGNHAGEN, C. (2007). Effects of tank colour and light intensity on feed intake, growth rate and energy expenditure of juvenile Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L. *Aquaculture*, 272(1-4), 312-318.

SULLIVAN M., LAWRENCE C., BLACHE D., Why did the fish cross the tank? Objectively measuring the value of enrichment for captive fish, *Applied Animal Behaviour Science*, Volume 174, 2016, Pages 181-188, <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.10.011>.

WAGNER C. VALENTI, HELENICE P. BARROS, PATRICIA MORAES-VALENTI, GUILHERME W. BUENO, RONALDO O. CAVALLI, *Aquaculture in Brazil: past, present and future*, *Aquaculture Reports*, Volume 19, 2021, 100611, ISSN 2352-5134, <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100611>.

VALERIA ANNA SOVRANO, Visual lateralization in response to familiar and unfamiliar stimuli in fish, *Behavioural Brain Research*, Volume 152, Issue 2, 2004, Pages 385-391, ISSN 0166-4328, <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2003.10.022>.

VEIT, W., BROWNING, H. Perspectival pluralism for animal welfare. *Euro Jnl Phil Sci* **11**, 9 (2021). <https://doi.org/10.1007/s13194-020-00322-9>

VOLPATO, G.L.; BARRETO, R.E. (2001) Environmental blue light prevents stress in the fish Nile tilapia. *Braz J Med Biol Res* 34:1041–1045

VOLPATO, G.L.; GONÇALVES-DE-FREITAS, E.; FERNANDES-DE-CASTILHO, M. (2007). Insights into the concept of fish welfare. *Diseases of Aquatic Organisms*, 75(2), 165-171.

WEISS J.M. (1972). Psychological factors in stress and disease. *Scientific American* 226, 104-113.

WHITFIELD AK (2020) Littoral habitats as majores nursery areas for fish species in estuaries: a reinforcement of the reduced predation paradigm. *Mar Ecol Prog Ser* 649:219-234. <https://doi.org/10.3354/meps13459>

WILLIAMS, T.D.; READMAN, G.D.; OWEN, S.F. (2009). Key issues concerning environmental enrichment for laboratory-held fish species. *Laboratory Animals*, 43(2), 107-120.

ZHANG Z., XIUWEN XU, YIHANG WANG, XIUMEI ZHANG. Effects of environmental enrichment on growth performance, aggressive behavior and stress-induced changes in cortisol release and neurogenesis of black rockfish *Sebastes schlegelii*, *Aquaculture*, Volume 528, 2020, 735483, ISSN 0044-8486, <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735483>.



Assinaturas do documento



Código para verificação: **7K1P5KU2**

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:



THIAGO EL HADI PEREZ FABREGAT (CPF: 224.XXX.108-XX) em 11/09/2023 às 10:28:43

Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2018 - 12:34:16 e válido até 30/03/2118 - 12:34:16.

(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo/conferencia-documento/VURFU0NfMTlwMjJfMDAwMzk0MDVfMzk0MzhfMjAyM183SzFQNUtVMg==> ou o site <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo> e informe o processo **UDESC 00039405/2023** e o código **7K1P5KU2** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.