

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Escola de Veterinária

Programa de Pós-graduação em Zootecnia

Raphael Nogueira Bahiense

**PRODUÇÃO DO CICLÍDEO
NEOTROPICAL *AMATITLANIA* SP. EM SISTEMA DE
RECIRCULAÇÃO: larvicultura e atividades alimentar e
locomotora de
animais em fase reprodutiva**

Belo Horizonte
2021

Raphael Nogueira Bahiense

**PRODUÇÃO DO CICLÍDEO
NEOTROPICAL *AMATITLANIA* SP. EM SISTEMA DE
RECIRCULAÇÃO: larvicultura e atividades alimentar e
locomotora de animais em fase reprodutiva**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Orientadora: Profa. Dra. Paula Adriane Perez Ribeiro

Coorientador: Prof. Dr. Leandro Santos Costa

Bahiense, Raphael Nogueira, 1989-

B151p Produção do ciclídeo neotropical *Amatitlania* sp. em sistema de recirculação: larvicultura e atividades alimentar e locomotora de animais em fase reprodutiva/ Raphael Nogueira Bahiense. – 2021.

84 f.:il.

Orientadora: Paula Adriane Perez Ribeiro

Coorientador: Leandro Santos Costa

Tese (Doutorado) apresentado à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito para obtenção do grau de Doutor em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição Animal/Aquacultura

Bibliografia: f.26 a 32.

Anexos: f.50 a 59; f.75 a 83.

1. Peixe – Teses – 2. Alimentação e rações - Teses – 3. Desempenho produtivo - Teses –
4. Dieta em Veterinária - Teses - I. Ribeiro, Paula Adriane Perez – II. Costa, Leandro Santos
- III. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária – IV. Título.

CDD – 636 085

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes – CRB2569

Biblioteca da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais



ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG
COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS -GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Av. Antônio Carlos 6627 - CP 567 - CEP 30123 -970 - Belo Horizonte - MG
TELEF ONE (31)-3409-2173

www.vet.ufmg.br/academicos/pg-graduacao

E-mail cpgzootec@vet.ufmg.br

ATA DE DEFESA DE TESE DE ALUNO RAPHAEL NOGUEIRA BAHIENSE

Às 09:00 horas do dia 30 de agosto de 2021, reuniu-se, remotamente, a Comissão Examinadora de Tese, indicada pelo colegiado no dia 06/08/2021, para julgar, em exame final, a defesa da tese intitulada: **“Produção do ciclídeo neotropical *Amatitlania* sp. em sistema de recirculação: larvicultura e atividades alimentar e locomotora de animais em fase reprodutiva”**, como requisito final para a obtenção do Grau de **Doutor em Zootecnia, área de concentração Nutrição Animal**

Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Profa. Paula Adriane Perez Ribeiro, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares da Defesa de Tese, passou a palavra ao (a) candidato (a), para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato (a). Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento da tese, tendo sido atribuídas as seguintes indicações:

| | Aprovada | Reprovada |
|--|----------|--------------------------|
| Prof.(a)/Dr.(a) Rodrigo Fortes da Silva X | | <input type="checkbox"/> |
| | | <input type="checkbox"/> |
| Prof.(a)/Dr.(a) Felipe Guedes de Araújo X | | <input type="checkbox"/> |
| | | <input type="checkbox"/> |
| Prof.(a)/Dr.(a) Renan Rosa Paulino X | | <input type="checkbox"/> |
| | | <input type="checkbox"/> |
| Prof.(a)/Dr.(a) Galileu Crovatto Veras | | X |
| Prof.(a)/Dr.(a) Paula Adriane Perez Ribeiro | | X |

Pelas indicações, o (a) candidato (a) foi considerado (a): Aprovado (a)

Reprovado (a)

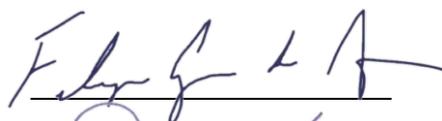
Para concluir o Doutorado, o(a) candidato(a) deverá entregar 03 volumes encadernados da versão final da tese acatando, se houver, as modificações sugeridas pela banca, e a comprovação de submissão de

pelo menos um artigo científico em periódico recomendado pelo Colegiado dos Cursos. Para tanto terá o prazo máximo de 60 dias a contar da data defesa.

O resultado final, foi comunicado publicamente ao (a) candidato (a) pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ata, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora e encaminhada juntamente com um exemplar da tese apresentada para defesa.

Belo Horizonte, 30 de agosto de 2021.

Assinatura dos membros da banca:









RODRIGO FORTES
DA

SILVA:03368180681

Assinado de forma digital por
RODRIGO FORTES DA
SILVA:03368180681
Dados: 2021.09.01 09:14:21
-03'00'

Doutorado/Atadefesa.doc

DEDICATÓRIA

Dedico a minha mãe Maria Margarete Nogueira por todo apoio e sabedoria fundamentais para minha vida.

Dedico aos meus familiares, amigos e às minhas irmãs Priscilla e Camilla que estiveram junto a mim durante a vida.

Dedico também aos meus sobrinhos Miguel e Theo pela alegria proporcionada.

A Deus pela força para superar as dificuldades.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos.

A minha orientadora Professora Dra. Paula Adriane Perez Ribeiro pela oportunidade, ensinamentos, incentivo e por acreditar na minha capacidade ao longo dessa jornada como minha orientadora.

Ao Professor Dr. Leandro Santos Costa, pelos ensinamentos, ajuda e coorientação.

Aos docentes da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), por transmitirem o conhecimento necessário para o meu crescimento intelectual e pessoal.

Ao corpo técnico-administrativo da Escola de Veterinária pelo auxílio em diversos momentos.

Aos membros da banca Prof. Dr. Galileu Crovato Veras, Prof. Dr. Rodrigo Fortes da Silva, Prof. Dr. Felipe Guedes de Araújo e Dr. Renan Rosa Paulino, por aceitarem a participar da banca julgadora e de defesa da presente tese de doutorado.

Ao grupo do Laboratório de Nutrição e Comportamento de peixes, uma equipe que quando precisamos sempre estão à disposição para ajudar, sem a ajuda de todos nada seria possível.

Ao Walisson de Souza e Silva pelo companheirismo, ensinamentos, apoio e amizade.

Aos membros do “Classe executiva” Amanda Hastenreiter do Espírito Santo, Angelica da Silva Ferreira, Camila Gomes de Oliveira, Deliane Cristina Costa, João Paulo Silva Lorenzini, Luanna do Carmo Neves e Walisson de Souza e Silva, pelos momentos de descontração, amizade, risadas, discussões, comilanças e momentos únicos.

Aos amigos de graduação e pós-graduação pela troca de conhecimento e pelos bons momentos.

Aos amigos e familiares que de alguma forma contribuíram diretamente e indiretamente nessa caminhada.

Obrigado a todos que me ajudaram durante a minha caminhada.

“Você diz que tem um sonho... Esse sonho... Você tem de torná-lo realidade. Torne o seu sonho maravilhoso em realidade e ele se tornará a sua verdade. Se alguém pode fazer isso, é você!”

(Satoshi Tajiri)

RESUMO GERAL

O acará do Congo (*Amatitlania* sp.) é considerado uma espécie importante para o mercado de peixes ornamentais, porém é extremamente territorialista e pouco se sabe sobre seu manejo produtivo na larvicultura e seu comportamento alimentar e de locomoção. O objetivo do estudo foi avaliar o manejo produtivo de formas jovens, bem como o comportamento alimentar e locomotor do *Amatitlania* sp., em sistema de recirculação de água. Foram realizados trabalhos para avaliação de densidade de estocagem, taxa de arraçoamento e frequência alimentar na larvicultura, e comportamento alimentar. Para a avaliação da densidade de estocagem foram utilizadas 1500 pós-larvas de *Amatitlania* sp. ($2,22 \pm 0,21$ mg e $5,78 \pm 0,27$ mm, de peso e comprimento total, respectivamente), mantidas em 24 aquários (3 L cada), em sistema de recirculação, com fotoperíodo de 12:12 h (luz:escuro), num delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos (densidades de estocagem: D1: 1 pós-larva L⁻¹, D4: 4 pós-larvas L⁻¹, D8: 8 pós-larvas L⁻¹, D16: 16 pós-larvas L⁻¹, D32: 32 pós-larvas L⁻¹ e D64: 64 pós-larvas L⁻¹) e quatro repetições (aquários). Esse experimento teve duração de 28 dias, com quatro biometrias semanais. O ensaio para avaliar taxa de arraçoamento e frequência alimentar foi realizado com 768 pós-larvas ($2,01 \pm 0,19$ mg e $5,69 \pm 0,22$ mm, de peso e comprimento, respectivamente), alojadas em 64 aquários (3 L cada), em sistema de recirculação, com fotoperíodo de 12:12 h (luz:escuro), num delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x4, com quatro taxas de arraçoamento (10, 30, 50 e 70% do peso vivo dos animais ao dia) e quatro frequências alimentares (1, 2, 4 e 6 vezes ao dia), com quatro repetições (aquários). Foi realizado um ensaio de resistência a exposição ao ar. Esta etapa teve duração de 35 dias, com 5 biometrias semanais. Para ambos os experimentos foram avaliados peso final (PF), comprimento total (CT) e padrão (CP), altura dos animais (A), taxa de crescimento específico (TCE), ganho de peso (GP), ganho de peso diário (GPD) e sobrevivência. Os animais das densidades 1 e 4 pós-larvas L⁻¹ apresentaram maior sobrevivência, PF, GP e GPD. Os animais alimentados com 30, 50 e 70% do seu peso vivo em ração apresentaram os melhores resultados para CT e CP melhor recuperação após o teste de exposição ao ar. As frequências alimentares de 2 e 4 vezes ao dia proporcionaram maior CT e CP, PF, GP e GPD. O ensaio para avaliação do ritmo de alimentação e locomoção foi feito em diferentes grupos sociais do *Amatitlania* sp., utilizando-se 120 animais, distribuídos em quatro grupos sociais, com seis repetições cada, sendo: grupo 1 (1 macho e 1 fêmea por aquário), grupo 2 (três machos e três fêmeas); grupo 3 (seis machos por aquário) e grupo 4 (seis fêmeas por aquário). Sensores de presença foram instalados nos aquários e conectados aos alimentadores. As atividades: alimentar (AA) e locomotora (AL) foram avaliadas mediante o uso de sensores fotoelétricos e alimentadores automáticos. O crescimento dos animais foi avaliado em todos os grupos. Após 30 dias de experimento os peixes estabilizaram as demandas, ajustando o consumo. O *Amatitlania* sp. apresentou AA e AL predominantemente diurnas, independente do grupo social.

Palavras-chave: ciclídeos, comportamento alimentar, manejo produtivo, peixes ornamentais

ABSTRACT

The convict cichlid (*Amatitlania* sp.) is considered an important species for the ornamental fish market. However, it is extremely territorial and little is known about its productive management in larviculture and its feeding and locomotion behavior. The objective of the study was to evaluate the production of young forms, as well as the feeding and locomotion behavior of *Amatitlania* sp. in a recirculating water system. Work was carried out to evaluate stocking density, feeding rate and feeding frequency in larviculture, and feeding behavior. For the evaluation of stocking density, 1500 post-larvae of *Amatitlania* sp. (2.22 ± 0.21 mg and 5.78 ± 0.27 mm, weight and total length, respectively), were kept in 24 tanks (3 L each), in a recirculation system, with a photoperiod of 12:12 h (light:dark), in an entirely randomized design, with six treatments (stocking densities: D1: 1 post-larvae L⁻¹, D4: 4 post-larvae L⁻¹, D8: 8 post-larvae L⁻¹, D16: 16 post-larvae L⁻¹, D32: 32 post-larvae L⁻¹ and D64: 64 post-larvae L⁻¹) and four repetitions (aquarium). This experiment lasted 28 days, with four weekly biometries. The test to evaluate feeding rate and feeding frequency was carried out with 768 post-larvae (2.01 ± 0.19 mg and 5.69 ± 0.22 mm, weight and length, respectively), housed in 64 tanks (3 L each), in recirculation system, with photoperiod of 12: 12 h (light:dark), in an entirely randomized design, in a 4x4 factorial scheme, with four feeding rates (10, 30, 50 and 70% of the live weight of the animals per day) and four feeding frequencies (1, 2, 4 and 6 times per day), with four repetitions (aquariums). This stage lasted 35 days, with 5 weekly biometries. For both experiments, weight (FW), total (TL) and standard length (SL), animal height (H), specific growth rate (SGR), weight gain (WG), daily weight gain (DWG) and survival were evaluated. Animals at densities 1 and 4 post-larvae L⁻¹ showed better results for survival, FW, WG and DWG. Animals fed 30, 50 and 70% of their live weight in feed showed the best results for TL and SL and best recovery after the air exposure test. Feeding frequencies of 2 and 4 times a day gave the best results for total and SL, FW, WG and DWG. The test to evaluate the feeding rate and locomotion was done in different social groups of *Amatitlania* sp., using 120 animals, distributed in four social groups, with six repetitions each, being: group 1 (1 male and 1 female per aquarium), group 2 (three males and three females); group 3 (six males per aquarium) and group 4 (six females per aquarium). Presence sensors were installed in the aquariums and connected to the feeders. The feeding (FA) and locomotor (LA) activities were evaluated using photoelectric sensors and automatic feeders. The growth of the animals was evaluated in all groups. After 30 days of the experiment the fish stabilized their demands, adjusting the consumption. *Amatitlania* sp. showed FA and LA predominantly diurnal, independent of the social group.

Keywords: cichlids, feeding behavior, production management, ornamental fish

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1. Acará do Congo (*Amatitlania* sp.) 21

CAPÍTULO 3

Figura 1. Autoalimentação com comedouros automáticos (a) e sensores infravermelhos para registro de atividade alimentar (b) e registro de atividade locomotora (c), nos diferentes grupos sociais: (G1) casais, (G2) grupo de machos e fêmeas, (G3) machos e (G4) fêmeas 79

Figura 2. Aprendizado da alimentação por demanda de acarás do Congo (*Amatitlania* sp.), em diferentes grupos sociais: (G1) casais, (G2) grupo de machos e fêmeas, (G3) machos e (G4) fêmeas 80

Figura 3. Actogramas de ondas diárias médias, mais erro padrão da média, para ritmos de atividade alimentar de acarás do Congo (*Amatitlania* sp.), em diferentes grupos sociais: (G1) casais n=2, (G2) grupo de machos e fêmeas n= 6, (G3) machos n =6 e (G4) fêmeas n= 6. As barras brancas e pretas na parte superior dos gráficos indicam a duração das fases clara (12 horas) e escura (12 horas), respectivamente. Para comparar a atividade diurna e noturna dentro de cada grupo foi aplicado teste T ($p<0,05$) 82

Figura 4. Consumo médio individual diário em relação a porcentagem do peso vivo (CMID%PV) em diferentes grupos sociais. Letras minúsculas indicam diferenças significativas ($P <0,05$) pelo teste de Tukey. Os dados estão expressos por média \pm desvio padrão. P valor (0,0001) 85

Figura 5. Actogramas de ondas diárias médias, mais erro padrão da média, para ritmos de atividade locomotora de acarás do Congo (*Amatitlania* sp.), em diferentes grupos sociais: (G1) casais n=2, (G2) grupo de machos e fêmeas n= 6, (G3) machos n =6 e (G4) fêmeas n= 6. As barras brancas e pretas na parte superior dos gráficos indicam a duração das fases clara (12 horas) e escura (12 horas), respectivamente. Para comparar a atividade diurna e noturna dentro de cada grupo foi aplicado teste T ($p<0,05$) 75

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

- Tabela 1.** Valores médios de sobrevivência (em %) de pós-larvas de *Amatitlania* sp., em diferentes densidades de estocagem 52
- Tabela 2.** Valores médios de comprimento total (em mm) de pós-larvas de *Amatitlania* sp., em diferentes densidades de estocagem 53
- Tabela 3.** Valores médios de comprimento padrão (em mm) de pós-larvas de *Amatitlania* sp., em diferentes densidades de estocagem 54
- Tabela 4.** Valores médios de altura (em mm) de pós-larvas de *Amatitlania* sp., em diferentes densidades de estocagem 55
- Tabela 5.** Valores médios de peso (em mg) de pós-larvas de *Amatitlania* sp., em diferentes densidades de estocagem 56
- Tabela 6.** Taxa de crescimento específico (em %) de pós-larvas de *Amatitlania* sp., em diferentes densidades de estocagem 57
- Tabela 7.** Ganho de peso (GP, em mg) e ganho de peso diário (GPD, em mg) de pós-larvas de *Amatitlania* sp., em diferentes densidades de estocagem 58
- Tabela 8.** Valores de P e valores médios (\pm desvio padrão) de comprimento total (mm), comprimento padrão (mm), altura (mm), peso final (mg), ganho de peso (mg), ganho de peso diário (mg) e taxa de crescimento específico (TCE) na larvicultura de *Amatitlania* sp. em diferentes taxas de arraçoamento e frequência alimentar 59
-

Tabela 9. Valores médios da interação entre taxa de arraçoamento e frequência alimentar (\pm desvio padrão,) na sobrevivência de pós-larvas de *Amatitlania* sp. valores de P e valores médios (\pm desvio padrão) das porcentagens de recuperação à exposição ao ar e sobrevivência na larvicultura de *Amatitlania* sp. em diferentes taxas de arraçoamento e frequência alimentar 60

Tabela 10. Valores de P e valores médios (\pm desvio padrão) das porcentagens de recuperação à exposição ao ar e sobrevivência na larvicultura de *Amatitlania* sp. em diferentes taxas de arraçoamento e frequência alimentar 61

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Ritmo de atividade alimentar de acará do Congo (*Amatitlania* sp.) em diferentes grupos sociais e em diferentes períodos 77

Tabela 2. Ritmo de locomoção do acará do Congo (*Amatitlania* sp.) em diferentes grupos sociais e em diferentes períodos 78

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

| | |
|--------|---|
| °C | Graus Celsius |
| ♀ | Fêmea |
| ♂ | Macho |
| % | Porcentagem |
| AA | Atividade Alimentar |
| AL | Atividade Locomotor |
| ANAVA | Análise de variância |
| CAPES | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior |
| CEUA | Comissão de Ética no Uso de Animais |
| cm | Centímetro |
| CMD%PV | Consumo médio diário em relação a porcentagem do peso vido |
| CNPq | Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico |
| CV | Coefficiente de variação |
| D1 | Densidade de estocagem de 1 pós-larva por litro |
| D16 | Densidade de estocagem de 16 pós-larvas por litro |
| D32 | Densidade de estocagem de 32 pós-larvas por litro |
| D4 | Densidade de estocagem de 4 pós-larvas por litro |
| D64 | Densidade de estocagem de 64 pós-larvas por litro |
| D8 | Densidade de estocagem de 8 pós-larvas por litro |
| DIC | Delineamento inteiramente casualizado |
| DP | Desvio padrão |
| EUA | Estados Unidos da América |
| EV | Escola de Veterinária |
| F | Frequência alimentar |
| F1 | Frequência de alimentação de 1 vez ao dia |
| F2 | Frequência de alimentação de 2 vezes ao dia |
| F4 | Frequência de alimentação de 4 vezes ao dia |
| F6 | Frequência de alimentação de 6 vezes ao dia |
| FAO | <i>Food and Agriculture Organization</i> – Organização para a Alimentação e Agricultura |
| G | Grama |

| | |
|-------|--|
| G1 | Grupo social 1 – casais |
| G2 | Grupo social 2 – grupo de machos e fêmeas |
| G3 | Grupo social 3 – machos |
| G4 | Grupo social 4 - fêmeas |
| GPD | Ganho de peso diário |
| h | hora |
| kcal | quilocaloria |
| kg | quilograma |
| L | Litro |
| Laqua | Laboratório de Aquacultura |
| log | Logaritmo |
| mg | Miligrama |
| mm | Milímetro |
| N | Número de animais |
| ns | <i>Não significativo</i> |
| PB | Proteína bruta |
| pH | Potencial hidrogeniônico |
| PF | Peso final |
| PV | Peso vivo |
| Rs | Resistência ao estresse |
| s | Segundos |
| T | Taxa de arraçoamento |
| T10 | Taxa de arraçoamento de 10 por cento em relação ao peso vivo |
| T30 | Taxa de arraçoamento de 30 por cento em relação ao peso vivo |
| T50 | Taxa de arraçoamento de 50 por cento em relação ao peso vivo |
| T70 | Taxa de arraçoamento de 70 por cento em relação ao peso vivo |
| TCE | Taxa de crescimento específico |
| TxF | Interação da taxa de arraçoamento com a frequência alimentar |
| UFMG | Universidade Federal de Minas Gerais |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| INTRODUÇÃO GERAL..... | 18 |
| CAPÍTULO 1..... | 20 |
| 1 REVISÃO DE LITERATURA..... | 20 |
| 1.1 A espécie <i>Amatitlania</i> sp. | 20 |
| 1.2 Densidade de estocagem..... | 21 |
| 1.3 Taxa de arraçoamento e frequência alimentar | 22 |
| 1.4 Atividade alimentar e de locomoção..... | 23 |
| 1.5 Comportamento social em ciclídeos | 25 |
| 2 OBJETIVOS | 26 |
| 2.1 Objetivo geral | 26 |
| 2.2 Objetivos específicos | 26 |
| 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 26 |
| CAPÍTULO 2..... | 34 |
| DENSIDADE DE ESTOCAGEM, TAXA DE ARRAÇOAMENTO E FREQUÊNCIA ALIMENTAR NA LARVICULTURA DO CICLÍDEO NEOTROPICAL <i>Amatitlania</i> sp. EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO | 34 |
| 1. INTRODUÇÃO | 36 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 37 |
| 2.1 Experimento 1: Densidade de estocagem | 37 |
| 2.2 Experimento 2: Taxa de arraçoamento e frequência alimentar | 39 |
| 2.2.1 Teste de resistência ao estresse | 40 |
| 2.3 Análise estatística | 40 |
| 3 RESULTADOS | 41 |
| 3.1 Experimento 1: Densidade de estocagem | 41 |
| 3.2 Experimento 2: Taxa de arraçoamento e frequência alimentar | 42 |
| 4 DISCUSSÃO | 44 |
| 5 CONCLUSÕES | 45 |
| 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 46 |
| CAPÍTULO 3..... | 60 |
| RITMO ALIMENTAR E LOCOMOTOR DO CICLÍDEO NEOTROPICAL <i>Amatitlania</i> sp. EM DIFERENTES GRUPOS SOCIAIS..... | 60 |
| 1 INTRODUÇÃO | 62 |

| | |
|--|----|
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 63 |
| 2.1 Alojamento dos animais..... | 63 |
| 2.2 Delineamento experimental | 64 |
| 2.3 Atividade alimentar e locomotora..... | 64 |
| 2.4 Estatística | 65 |
| 3 RESULTADOS | 66 |
| 3.1 Adaptação dos animais ao sistema de auto demanda | 66 |
| 3.2 Padrões de atividade alimentar | 66 |
| 3.3 Ritmo de atividade locomotora..... | 66 |
| 4 DISCUSSÃO | 67 |
| 5 CONCLUSÕES | 69 |
| 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 69 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 84 |

INTRODUÇÃO GERAL

A produção de organismos aquáticos atingiu 110,2 milhões de toneladas, no ano de 2016, com valor de venda estimado em US\$ 243,5 bilhões, de acordo com dados da FAO (2018). Até o ano de 2030, a aquicultura será a principal fonte de obtenção de pescado, em função do declínio da captura selvagem. Desta quantidade, cerca de 5 milhões de toneladas são destinadas à aquicultura de organismos ornamentais (FAO, 2018).

A produção de peixes ornamentais é uma indústria global e biodiversificada (Tlustý et al., 2013), envolvendo cerca de 5300 espécies de água doce e 1802 espécies marinhas (Hensen et al., 2010). Dentre os ornamentais de interesse comercial destacam-se espécies da família dos ciclídeos, conhecidos pela variedade de cores (Berra, 2001). Essa família é dividida em quatro categorias, os ciclídeos da Índia (Etroplinae), neotropicais (Cichlinae), Madagascar (Ptychochrominae) e do restante da África (Pseudocrenilabrinae) (Sparks & Smith, 2004).

Para almejar bom desempenho na produção de espécies ornamentais é importante a aplicação de novas tecnologias, sendo que o atual cenário é voltado para sistemas intensivos que levam em consideração o ajuste de densidade de estocagem conforme a espécie cultivada, uma vez que isso afeta diretamente fatores como qualidade da água, e para alimentação (frequência alimentar, canibalismo, conversão alimentar, entre outros), sendo levado em consideração a espécie utilizada e suas particularidades (Nagata et al, Silva et al., 2021).

A densidade de estocagem inadequada pode comprometer o desempenho zootécnico e, conseqüentemente, diminuir os ganhos na produção. Na piscicultura ornamental, tais prejuízos podem refletir animais com coloração indesejada aos padrões da espécie e desuniformidade do lote, com curva de crescimento e taxa de sobrevivência baixas, quando os animais permanecem em densidades de estocagem elevadas (Deon et al., 2017).

A adequação do manejo alimentar na produção de peixes, sobretudo, no que diz respeito à taxa de arraçoamento e frequência alimentar, é fundamental para um melhor aproveitamento da dieta oferecida. Entretanto, os estudos relacionados ao manejo alimentar são escassos, quando comparados às espécies de corte (Nagata et al., 2010; Santos et al, 2014).

Estudos de comportamento para ciclídeos são mais voltados para a reprodução, onde observa-se que esses animais apresentam cuidado parental, territorialismo, podendo apresentar alto grau de agressividade (Keenleyside, 1991). Contudo, estudos relacionados aos comportamentos voltados à alimentação e ritmos circadianos ainda são escassos. A avaliação da atividade alimentar e locomotora dos animais tem sido utilizada para complementar os

estudos de comportamento alimentar (Almáida-Pagán et al., 2008; Montoya et al., 2011; Fortes-Silva & Sánchez-Vázquez, 2012; Brännäs & Strand, 2015).

A adequação de fatores como densidade de estocagem, taxa de arraçamento e frequência alimentar, bem como a observação de parâmetros comportamentais, como atividade alimentar e locomotora e autosseleção de dietas, são estratégias importantes na definição do manejo a ser adotados aos animais no cativeiro, visando resultados satisfatórios na produção animal.

CAPÍTULO 1

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 A espécie *Amatitlania sp.*

Cerca de 1900 espécies de peixes registradas são pertencentes à família Cichlidae (Weyl et al., 2010). Os ciclídeos estão distribuídos entre Oriente Médio, América Central e do Sul, África e parte do Sudeste asiático (Berra, 2001).

No Brasil, o *Amatitlania sp.* é uma espécie popularmente conhecida como acará zebra, acará nigro, Guatemala ou acará do Congo. Pertencente à família Cichlidae, é muito apreciado por aquarofilistas e pescadores. São animais de ambientes lênticos, territorialistas, com comportamento agressivo e cuidado biparental (Baumgartner et al., 2012; Queiroz, 2013). Apresentam dimorfismo sexual, sendo que as fêmeas durante o período reprodutivo possuem coloração amarela mais intensa na parte ventral, enquanto os machos são maiores, com nadadeiras ventral e dorsal alongadas, e podem apresentar calo na cabeça (Baumgartner et al., 2012).

Os acarás do Congo apresentam natação em cardume durante a fase jovem, porém, quando em formação de casais, passam a nadar em casal, tornando-se extremamente agressivos, não permitindo a aproximação de outros peixes, ainda que da mesma espécie (Suriyampola e Eason, 2015). Em ambiente natural, a desova ocorre em rochas planas ou em ninhos escavados no substrato; em cativeiro, para estimular a desova são utilizados substratos como canos, pedras ou outras superfícies planas, os ovos dessa espécie são adesivos (Grant et al., 2011).

De acordo com Ishikawa e Tachihara (2010), fêmeas de acará do Congo desovam durante o ano inteiro, produzindo entre 50 e 1000 ovos, conforme o tamanho das fêmeas, alimentação, tamanho do aquário, entre outros fatores. Os animais desta espécie podem atingir de 10 cm (fêmeas) a 15 cm (machos) (Schmitter-Soto, 2007).

Ciclídeos são geralmente reconhecidos como peixes diurnos. Espécies como o acará do congo (*Amatitlania sp.*), acará severo (*Heros severus*) e ciclídeo arco-íris (*Herotilapia multispinosa*), apresentam pouca atividade natatória no período noturno (Tobler e Borbély, 1985). Durante a fase de reprodução, as fêmeas dessas espécies cuidam de seus ovos e atacam qualquer invasor que se aproxime (Reebs e Colgan, 1991; Reebs, 1994). O acará do Congo possui sensores visuais para se orientar durante o cuidado com a desova e como mecanismo de

alerta quanto à presença de invasores durante o dia, sendo que no período noturno, são os sensores químicos que auxiliam o animal na percepção de possíveis predadores (Reebs e Colgan, 1992; Reebs, 1994).

Reebs e Colgam (1991), trabalhando com observação visual do acará do Congo, reportaram que durante os cuidados com os ovos, as fêmeas ventilam os mesmos para obter sucesso na eclosão, oxigenando e evitando patógenos. Esse evento foi percebido, por esses autores, com maior frequência no período noturno, uma vez que as fêmeas não têm interferência de predadores e outros peixes no território do ninho.

Reebs (1994) observou que os acarás do Congo exibem mecanismos de antecipação noturna, onde saem do ninho em busca de alimentos e voltam rapidamente a fim de evitar predadores, durante a fase de cuidado parental, destacando a presença de um relógio endógeno para sinalizar aos animais que o período de luz está prestes a terminar.



Figura 1. Acará do Congo (*Amatitlania* sp.)

Fonte: Arquivo pessoal

1.2 Densidade de estocagem

A densidade de estocagem é um dos fatores de criação mais importantes na produção de peixes, podendo afetar diretamente no desempenho dos animais, levando a ganhos ou perdas nos índices zootécnicos (Deon et al., 2017). Ainda são poucos os estudos sobre densidade de estocagem na produção de peixes ornamentais, devido à alta quantidade de espécies cultivadas. Trabalhos analisando a densidade de estocagem em peixes de corte e ornamentais comprovam que com o aumento no adensamento de animais pode aumentar consideravelmente a competitividade por área útil, oxigênio dissolvido e consumo de ração (Nagata et al. 2010; Deon et al., 2017; Costa et at., 2019).

O comportamento dos peixes também pode ser afetado pela densidade, visto que algumas espécies apresentam características territorialistas, como a tilápia nilótica. Assim, tilápias mantidas em alta densidade de estocagem apresentam diminuição no comportamento

agressivo, fator relevante na criação em cativeiro. Para outros ciclídeos territorialistas, como *Amatitlania sp.* por exemplo, pode ser interessante a adequação da densidade de estocagem, para minimizar efeitos negativos do comportamento agressivo em cativeiro (Bhujel, 2000).

Barcellos et al. (2000) observaram que altas densidades em ambientes fechados, comprometem a qualidade da água, uma vez que os animais excretam resíduos nitrogenados que, quando acumulados, podem diminuir a imunidade dos peixes, facilitando o aparecimento de doenças. Esses autores ainda observaram que animais mantidos em baixa densidade de estocagem podem apresentar maior acúmulo de gordura corporal, em função da ausência ou baixa competitividade entre os indivíduos por alimento.

Na produção de peixes ornamentais os sistemas mais utilizados são os intensivos e semi-intensivos, o que torna a densidade de estocagem um fator determinante na criação, sendo sua adequação em função da espécie, primordial para a manutenção da qualidade de água e do bom desempenho dos animais (Nagata et al., 2010).

As particularidades de cada espécie devem ser atendidas de acordo com sua fisiologia, sendo fundamental o conhecimento das limitações da densidade, territorialidade, comportamento alimentar e atividade locomotora, proporcionando melhor produtividade (Faria et al., 2011; Júnior et al., 2013).

1.3 Taxa de arraçoamento e frequência alimentar

A taxa de arraçoamento e frequência alimentar ideal para o desenvolvimento satisfatório dos peixes varia conforme a espécie, idade e parâmetros de qualidade da água.

Frequências de alimentação insuficientes ou excessivas interferem negativamente no desempenho produtivo, bem como no comportamento social dos peixes, o que pode prejudicar a qualidade dos animais e elevar o custo de produção (Lee, 2000). Segundo Wang et al. (1998) a frequência alimentar adequada proporciona aumento e homogeneização no consumo de alimento, redução do comportamento agressivo de algumas espécies e uma menor desuniformidade dos lotes.

O ajuste na quantidade e tempo de alimentação evita que os peixes ingiram grandes quantidades de alimento em cada refeição e, conseqüentemente, melhora o aproveitamento dos nutrientes da ração (Rabe e Brown, 2000; Luz e Portela, 2005). Carneiro e Mikos (2015) relataram que o hábito alimentar de cada espécie e sua fisiologia tem grande influência na determinação da melhor frequência e taxa de arraçoamento. Segundo esses autores, peixes onívoros têm tendência a buscar mais o alimento, em função da baixa capacidade de

armazenamento gástrico, visto que possuem estômago menor; já para espécies carnívoras, cujo estômago é maior, a busca por alimento é menos frequente, uma vez que sua capacidade de armazenamento gástrico é maior.

A fase de desenvolvimento também influencia na frequência e taxa de arraçoamento. Animais em fase de larvicultura apresentam metabolismo acelerado e crescimento rápido, exigindo, portanto, maior frequência e taxa de arraçoamento. O avanço ao longo dos estágios de desenvolvimento permite redução na frequência de alimentação (Kubitza, 1997).

Em ambiente natural, o desenvolvimento dos animais é influenciado pela disponibilidade de alimento, frequência de alimentação, metabolismo, saciedade do animal, qualidade da água, dentre outros (Kestemont e Baras, 2001).

Taxas de arraçoamento elevadas podem determinar diminuição da digestibilidade dos nutrientes, por interferirem no trânsito do alimento no trato digestivo (Johnston et al., 2003; Carneiro e Mikos, 2005).

1.4 Atividade alimentar e de locomoção

A maior parte dos animais apresenta atividade claramente diurna ou noturna, sendo raros aqueles que mantêm atividade durante 24 horas. Essa atividade se dá em função de processos evolutivos e, para a maioria das espécies, o comportamento alimentar e de locomoção são definidos geneticamente. No entanto, em peixes, esse comportamento é relativamente flexível, sendo que algumas espécies se mostram aptas, em determinada fase da vida, a expressar tanto comportamento diurno, quanto noturno, sendo consideradas “duais”. Esse tipo de comportamento ocorre em função da existência de um marca-passo circadiano e do efeito que a luminosidade exerce sobre o organismo do peixe (Fortes-Silva e Rosa, 2012).

Algumas espécies podem manifestar plasticidade na atividade alimentar, de locomoção ou ambas. Essa plasticidade se dá quando o peixe apresenta ritmo diurno e noturno, na alimentação e/ou locomoção (Sánchez-Vázquez et al., 1995; Sánchez-Vázquez et al., 1996; Fortes-Silva et al., 2010).

Sánchez-Vázquez (1996), trabalhando com kinguios (*Carassius auratus*) determinou que para ser definida a atividade locomotora, os peixes devem apresentar uma taxa de ativação superior a 65%. Sánchez-Vázquez et al. (1997) observaram, ainda, que kinguios alimentados exclusivamente no período diurno, noturno ou afásico, fixam a alimentação numa determinada fase.

A alimentação adequada dos peixes em cativeiro depende não apenas do conhecimento de seu metabolismo, mas também de seu comportamento alimentar. Esse conhecimento prévio nos permite realizar um manejo mais adequado às espécies cultivadas (Fortes-Silva et al., 2010).

As espécies de peixes podem ser divididas em: diurnas, nas quais seus marca-passos circadianos estão sincronizados com a fase de iluminação, onde a luz estimula o comportamento alimentar; noturnas, cujos marca-passos circadianos estão sincronizados com a fase escura, isso é, onde a falta de luz estimula o comportamento alimentar; espécies duais, onde o marca-passo circadiano pode sincronizar as duas fases, de luz e escuro, sendo que a luz exerce efeito estimulador ou inibitório, de acordo com a fase comportamental em que o peixe se encontra, podendo a mesma espécie inverter esse comportamento; espécies crepusculares e ainda indivíduos noturnos e diurnos no mesmo grupo (Fortes-Silva e Rosa, 2012).

Em tilápias nilóticas (*Oreochromis niloticus*) o comportamento dual foi observado por Fortes-Silva et al. (2010), onde os animais foram colocados individualmente em tanques experimentais com fotoperíodo de 12:12 (luz:escuro). Esta espécie, até então considerada diurna, mudou seu comportamento e passou a se alimentar no período noturno. Este comportamento pode estar relacionado a um ou mais fatores em conjunto, como evitar predadores, aproveitar mudanças na disponibilidade de alimento, bem como ao período reprodutivo.

O manejo alimentar adotado nos sistemas de produção animal pode limitar o desempenho dos peixes, uma vez que os horários definidos para o fornecimento de ração favorecem o esquema de trabalho dos funcionários da propriedade, desconsiderando, muitas vezes, a biologia e capacidade adaptativa das espécies cultivadas (Kotani e Fushimi, 2011).

A metodologia empregada para registro de atividade locomotora normalmente utiliza fotocélulas infravermelhas, alocadas nos aquários, podendo ser feita também por meio de filmagens, com análise automatizada das imagens de vídeo (Hurd e Cahill, 2002), método direto (*scan visual*) (Massicotte e Dodson, 1991; Zhdanova et al., 2001) e obstáculos com sensores de batida (Davis e Bardach, 1965).

A atividade locomotora dos peixes pode ser determinada por vários fatores, sendo eles: espécie, habitat e adaptação. Hobson (1965) relatou que espécies diurnas e noturnas permanecem imóveis e podem até ser abordadas e estressadas com alguma iluminação ou feixes de luzes no período noturno onde a ausência de luz à noite. Esse fato sugere que as espécies, independentemente de serem diurnas ou noturnas, reagem a feixes de luz durante a noite, sendo que algumas apresentam reação de choque leve e outras não, entrando, portanto, em disparo rápido quando iluminadas à noite, sendo aconselhável introduzir lentamente a luz para diminuir

esses disparos ao fazer observação ou mudança de um turno diurno para noturno, artificialmente (Reebs et al., 1984; Collins e Hinch, 1993; Popiel et al., 1996; Mussen e Peeke, 2001).

1.5 Comportamento social em ciclídeos

Os ciclídeos, de forma geral, apresentam complexidade no comportamento social, sendo influenciado pela espécie e local onde se encontram, o que pode determinar o grau de agressividade dos animais, definir o cuidado parental ou biparental e a territorialidade (Dewsbury, 1982; Keenleyside, 1991).

Ciclídeos africanos normalmente manifestam cuidado parental, não apresentam monogamia, as fêmeas incubam os ovos dentro da boca no intuito de cuidar da desova, possuem dimorfismo sexual, com machos de coloração exuberante para atrair as fêmeas, e são considerados mais agressivos dentre outros ciclídeos (Dewsbury, 1982; Alonso et al., 2012; Maruska, 2014).

Os ciclídeos americanos, por outro lado, são monogâmicos, apresentam cuidado biparental, formando um casal estável por várias desovas (Baylis, 1974; McKaye, 1977; Dupuis e Keenleyside, 1982; Keenleyside, 1991). O dimorfismo sexual não é muito definido na maioria das espécies dessa família e, são animais menos agressivos em comparação aos ciclídeos africanos.

Os ciclídeos americanos, da fase de jovem até a reprodução, convivem em cardumes e podem permanecer com outros peixes de diferentes espécies em aquários, porém, ao entrarem na fase reprodutiva e darem início à formação de casais, manifestam comportamento agressivo e territorialista, a fim de proporcionarem um local para desova e cria da prole sem interferência de outros peixes (Barlow, 1974; Keenleyside, 1991).

O *Amatitlania* sp., apesar de ser um ciclídeo americano, apresenta maior agressividade e dimorfismo sexual bem definido, manifestam cuidado biparental, com desova durante todo o ano (Zurlo e Schleser, 2002; Queiroz, 2013).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este trabalho teve como objetivo avaliar a produção de formas jovens, o comportamento alimentar e locomotor do *Amatitlania* sp. em sistema de recirculação de água.

2.2 Objetivos específicos

- . Determinar a densidade de estocagem na larvicultura do *Amatitlania* sp.;
- . Determinar a taxa de arraçoamento e a frequência alimentar na larvicultura do *Amatitlania* sp.;
- . Avaliar a resistência e recuperação de pós-larvas de *Amatitlania* sp., mantidas sob diferentes estratégias alimentares, após a exposição ao ar;
- . Avaliar atividade alimentar do *Amatitlania* sp., em diferentes densidades de estocagem;
- . Avaliar atividade locomotora do *Amatitlania* sp., em diferentes densidades de estocagem.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almaida-Pagán, P. F., Seco-Rovira, V., Hernández, M. D. (2008). Energy intake and macronutrient selection in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) challenged with fat dilution and fat deprivation using encapsulated diets. *Physiology and Behavior*, 93, 474-480. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.10.006>
- Alonso, F., Honji, R.M., Moreira, R.G., Pandolfi, M., (2012). Dominance hierarchies and social status ascent opportunity: Anticipatory behavioral and physiological adjustments in a Neotropical cichlid fish. *Physiol. Behav.* 106, 612–618. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2012.04.003>
- Barcellos, L. J., Nicolaiewsky, S., de Souza, S. M.G., Lulhier, F., (1999). The effects of stocking density and social interaction on acute stress response in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings. *Aquac. Res.* 30, 887–892. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2109.1999.00419.x>.

- Barlow, G. W. (1974). Contrasts in social behaviour between Central American cichlids and coral-reef surgeon fishes. *Amer. Zool.* 14, 09-34.
- Baumgartner, G., Pavanelli, C. S., Baumgartner, D., Bifi, A. G., Debona, T., Frana, V. A. (2012). Peixes do baixo rio Iguaçu. *Perciformes*. Maringá: Eduem., 169-182.
- Baylis, J.R. (1974). The behavior and ecology of *Herotilapia multispinosa* (Teleostei, Cichlidae). *Z. Tierpsychol*, 34, 115-146.
- Berra, T. M. (2001)., *Freshwater fish distribution*. Academic Press, San Diego, California, EUA: Academic Press. 1–660.
- Bhujel, R. C. (2000). A review of strategies for the management of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish in seed production systems, especially hapa-based systems. *Aquaculture*, 181, 37 – 59.
- Brännäs, E., Strand, Å. (2015). A test of “nutritional wisdom” in perch (*Perca fluviatilis*) by self-selection of encapsulated macronutrients. *Applied Animal Behaviour Science*, 171, 219–225. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.08.009>
- Carneiro, P. C. F.; Mikos, J. D. (2005). Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. *Ciência Rural*, 35(1), 187-191.
- Collins, N. C., Hinch, S. G. (1993). Diel and seasonal variation in foraging activities of pumpkinseeds in an Ontario pond. *Transactions of the American Fisheries Society*, 122, 357–365. <https://doi.org/10.1577/1548-8659>
- Costa, O. T. F.; Dias, L. C.; Malmanna, C. S. Y.; Ferreira, C. A. L.; Carmo, I. B.; Wischneska, A. G.; Sousa, R. L.; Cavero, B. A. S.; Lameiras, J. L. V.; Santos, M. C. (2019). The effects of stocking density on the hematology, plasma protein profile and immunoglobulin production of juvenile tambaqui (*Colossoma macropomum*) farmed in Brazil. *Aquaculture*, 499, 260–268. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.09.040>

- Davis, R. E., Bardach, J. E. (1965). Time-co-ordinated prefeeding activity in fish. *Animal Behavior*, 13, 154–162. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(65\)90086-2](https://doi.org/10.1016/0003-3472(65)90086-2)
- Deon, M. P. P.; Sousa, P. H. A. A.; Arauco, L. R. R.; Lima, B. S. L. (2017). Influência da densidade de estocagem no desempenho produtivo do acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*) cultivado em gaiolas. *Boletim de Industria Animal*, 74, 156-161.
- Dewsbury, D.A., (1982). Dominance rank, copulatory behavior, and differential reproduction. *Rev. Biol.* 57, 135–159. <https://doi.org/10.1086/412672>
- Dupuis, H. M. C., Keenleyside, M. H. A. (1982). Egg-care behaviour of *Aequidens paraguayensis* (Pisces, Cichlidae) in relation to predation pressure and spawning substrate. *Can. J. Zool.*, 60, 1794-1799.
- FAO (2018). The State of World Fisheries and Aquaculture Contributing to Food Security and Nutrition for all. In: FAO. Rome, Italy.
- Faria, P. M. C.; Luz, R. K.; Prado, S.A.; Turra, E.M.; Lana, A.M.Q.; Teixeira, E.A., (2011). Produção do híbrido "cachadia" em diferentes densidades de estocagem em sistema de recirculação de água. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 63, 1208-1214.
- Fortes-Silva, R., Martínez, F. J., Villarroel, M., Sánchez-Vázquez, F. J. (2010). Daily rhythms of locomotor activity, feeding behavior and dietary selection in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Comparative Biochemistry and Physiology: Part A: Molecular and Integrative Physiology*. 156, 445–450. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2010.03.031>
- Fortes-Silva, R.; Rosa, P. V. (2012). Autosseleção de dietas: um novo enfoque para estudos de nutrição e frequência alimentar em peixes marinhos e de água doce. *Revista Eletrônica Nutritime*, 09, 1740–1754.
- Fortes-Silva, R., Sánchez-Vázquez, F. J. (2012). Use of self-feeders to evaluate macronutrient self-selection and energy intake regulation in Nile tilapia. *Aquaculture*, 326–329, 168–172.

- Gonçalves Júnior, L. P.; Pereira, S. L.; Matiolo, M. D.; Mendonça, P. P. (2013). Efeito da densidade de estocagem no desenvolvimento inicial do acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 65, 1176-1182.
- Grant, J. W. A., Lee, G., Comolli, P. (2011). Dominant convict cichlids (*Amatitlania nigrofasciata*) grow faster than subordinates when fed an equal ration. Behaviour, 148, 877–887. <https://doi.org/10.1163/000579511X581747>
- Hensen, R. R., Ploeg, A., Fossa, S. A. (2010). Standard names for freshwater fishes in the ornamental aquatic industry. Ornamental Fish International, Maarsse, Netherlands, 146. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.11.017>
- Hobson, E. S. (1965). Diurnal-nocturnal activity of some inshore fishes in the Gulf of California. Copeia, 291–302.
- Hurd, M. W., Cahill, G. M. (2002). Entraining signals initiate behavioral circadian rhythmicity in larval zebrafish. Journal of Biological Rhythms, 17, 307–314. <https://doi.org/10.1177/074873002129002618>
- Ishikawa, T., Tachihara, K. (2010). Life history of the nonnative convict cichlid *Amatitlania nigrofasciata* in the Haebaru Reservoir on Okinawa-jima Island, Japan. Environmental Biology of Fishes, 88, 283–292. <https://doi.org/10.1007/s10641-010-9641-x>
- Johnston, G.; Kaiser, H.; Hecht, T.; Oellermann, L. (2003). Effect of ration size and feeding frequency on growth, size distribution and survival of juvenile clownfish, *Amphiprion percula*. Journal of Applied Ichthyology, 19, 40-43.
- Keenleyside, M. H. A. (1991). Cichlid fishes behavior, ecology, and evolution. London: Chapman and Hall 271.
- Kestemont, P.; Baras, E. (2001). Environmental factors and feed intake: mechanisms and interactions. In: Houlihan D et al (eds) Food intake in fish. Blackwell, Oxford, 131–156.

- Kotani, T., Fushimi, H. (2011). Determination of appropriate feeding schedule from diel feeding rhythm in finfish larviculture. *Aquaculture*, 315, 104-113. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.10.032>
- Kubitza, F. (1997). Qualidade do alimento, qualidade da água e manejo alimentar na produção de peixes. In: Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Peixes, Piracicaba. Anais... Piracicaba: CBNA, 63-116.
- Lee, S.; Hwang, U.; Cho, S. H. (2000). Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*). *Aquaculture*, 187, 99-409. [http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(00\)00318-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00318-5).
- Luz, R. K.; Portella, M. C. (2002). Larvicultura de trairão (*Hoplias lacerdae*) em água doce e água salinizada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31, 829-834.
- Maruska, K. P., (2014). Social regulation of reproduction in male cichlid fishes. *Gen. Comp. Endocrinol.* 207, 2–12. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2014.04.038>
- Massicotte, B., Dodson, J. J. (1991). Endogenous activity rhythms in tomcod (*Microgadus tomcod*) post-yolk-sac larvae. *Canadian Journal of Zoology*, 69, 1010–1016.
- McKaye, K. R. (1977). Competition for breeding sites between the cichlid fishes of Lake Jiloá, Nicaragua. *Ecology*, 58, 291-302.
- Montoya, A., Alves Martins, D., Yúfera, M., Sánchez-Vázquez, F. J. (2011). Self-selection of diets with different oil oxidation levels in gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 314, 282–284. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.01.041>
- Mussen, T. D., Peeke, H. V. S. (2001). Nocturnal feeding in the marine threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.): modulation by chemical stimulation. *Behavior*, 138, 857–871. <https://doi.org/10.1163/156853901753172683>

- Nagata, M.M.; Takahashi, L.S.; Gimbo, R.Y.; Kojima, J.T.; Biller, J.D. (2010). Influência da densidade de estocagem no desempenho produtivo do acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). Boletim do Instituto de Pesca, 36, 9-16.
- Popiel, S.A., Pérez-Fuentetaja, A., McQueen, D.J. and Collins, N.C. (1996). Determinants of nesting success in the pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*): a comparison of two populations under different risks from predation. Copeia, 649–656.
- Rabe, J.; Brown, J. A. (2000). A pulse feeding strategy for rearing larval fish: an experiment with yellowtail flounder. Aquaculture, 191, 289-302.
- Reebs, S. G., Colgan, P. W. (1991). Nocturnal care of eggs and circadian rhythms of fanning activity in two normally diurnal cichlid fishes, *Cichlasoma nigrofasciatum* and *Herotilapia multispinosa*. Animal Behavior, 41, 303–311.
[https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(05\)80482-8](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80482-8)
- Reebs, S. G., Colgan, P. W. (1992). Proximal cues for nocturnal egg care in convict cichlids, *Cichlasoma nigrofasciatum*. Animal Behavior, 43, 209–214.
[https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(05\)80216-7](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80216-7)
- Reebs, S. G. (1994). Nocturnal mate recognition and nest-guarding by female convict cichlids (Pisces, Cichlidae, *Cichlasoma nigrofasciatum*). Ethology, 96, 303–312.
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1994.tb01018.x>
- Reebs, S. G., Whoriskey, F. G., FitzGerald, G. J. (1984). Diel patterns of fanning activity, egg respiration, and the nocturnal behavior of male threespined sticklebacks, *Gasterosteus aculeatus* L. (f. *trachurus*). Canadian Journal of Zoology, 62, 329–334.
<https://doi.org/10.1139/z84-051>
- Sánchez-Vázquez, F. J., Madrid, J. A. and Zamora, S. (1995). Circadian rhythms of feeding activity in sea bass, *Dicentrarchus labrax* L.: dual phasing capacity of diel demand-feeding pattern. Journal of Biological Rhythms, 10, 256–266.
<https://doi.org/10.1177/074873049501000308>

- Sánchez-Vázquez, F. J., Madrid, J. A., Zamora, S., Tabata, M. (1997). Feeding entrainment of locomotor activity rhythms in the goldfish is mediated by a feeding-entrainable circadian oscillator. *Journal of Comparative Physiology A*, 181, 121–132. <https://doi.org/10.1007/s003590050099>
- Sánchez-Vázquez, F. J., Madrid, J. A., Zamora, S., Igo, M., Tabata, M. (1996). Demand-feeding and locomotor circadian rhythms in the goldfish, *Carassius auratus*, dual and independent phasing. *Physiology and Behavior*, 60, 665–674. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(96\)80046-1](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(96)80046-1)
- Santos, M. M.; Calumby, J. A.; Coelho Filho, P. A.; Soares, E. C.; Gentelini, A.L. (2015). Nível de Arraçamento e Frequência Alimentar no Desempenho de Alevinos de Tilápia-do-Nilo. *Bol. Inst. Pesca*, 41, 387–395.
- Schmitter-Soto, J. J. (2007). A systematic revision of the genus *Archocentrus* (Perciformes: Cichlidae), with the description of two new genera and six new species. *Zootaxa*, 1603, 1–78. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1603.1.1>
- Sparks, J. S., Smith, W. L. (2004). Phylogeny and biogeography of cichlid fishes (Teleostei: Perciformes: Cichlidae). *Cladistics*, 20, 501–517. <https://doi.org/10.1111/j.1096-0031.2004.00038.x>
- Suriyampola, P. S., Eason, P. K. (2015). The Effects of Landmarks on Territorial Behavior in a Convict Cichlid, *Amatitlania siquia*. *Ethology*, 121, 785–792. <https://doi.org/10.1111/eth.12393>
- Tlusty, M., Rhyne, A. L., Kaufman, L., Hutchins, M., Reid, G. M., Andrews, C., Boyle, P., Hemdal, J., McGilvray, F., Dowd, S. (2013). Opportunities for public aquariums to increase the sustainability of the aquatic animal trade. *Zoo Biology*, 32, 1–12. <https://doi.org/10.1002/zoo.21019>.
- Tobler, I., Borbély, A. A. (1985). Effect of rest deprivation on motor activity of fish. *Journal of Comparative Physiology A*, 157, 817–822. <https://doi.org/10.1007/bf01350078>

Weyl, O. L. F., Ribbink, A. J., Tweddle, D. (2010). Lake Malawi: fishes, fisheries, biodiversity, health and habitat. *Aquatic Ecosystem Health*, 13, 241–254. <https://doi.org/10.1080/14634988.2010.504695>

Zhdanova, I. V., Wang, S. Y., Leclair, O. U., Danilova, N. P. (2001). Melatonin promotes sleep-like state in zebrafish. *Brain Research*, 903, 263–268. [https://doi.org/10.1016/S0006-8993\(01\)02444-1](https://doi.org/10.1016/S0006-8993(01)02444-1)

Zurlo, G.; Schleser, D. M. (2002). *Cichlids: Everything about Purchase, Care, Nutrition, Behavior, and Training*, 95.

CAPÍTULO 2

DENSIDADE DE ESTOCAGEM, TAXA DE ARRAÇOAMENTO E FREQUÊNCIA ALIMENTAR NA LARVICULTURA DO CICLÍDEO NEOTROPICAL *Amatitlania* sp. EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar densidade de estocagem, taxa de arraçoamento e frequência alimentar na larvicultura do *Amatitlania* sp., em sistema de recirculação de água. O trabalho foi subdividido em dois experimentos. O primeiro avaliou diferentes densidades de estocagem, utilizando 1500 pós-larvas ($2,22 \pm 0,21$ mg e $5,78 \pm 0,27$ mm, de peso e comprimento total, respectivamente), mantidas em 24 aquários (3 L cada), em sistema de recirculação, com fotoperíodo de 12:12 h (luz:escuro). Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos (densidades de estocagem: D1: 1 pós-larva L⁻¹, D4: 4 pós-larvas L⁻¹, D8: 8 pós-larvas L⁻¹, D16: 16 pós-larvas L⁻¹, D32: 32 pós-larvas L⁻¹ e D64: 64 pós-larvas L⁻¹) e quatro repetições (aquários). O experimento teve duração de 28 dias com quatro biometrias por semana. No segundo experimento foram utilizadas 768 pós-larvas ($2,01 \pm 0,19$ mg e $5,69 \pm 0,22$ mm, de peso e comprimento, respectivamente), alojadas em 64 aquários (3 L cada), em sistema de recirculação, com fotoperíodo de 12:12 h (luz:escuro). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x4, com quatro taxas de arraçoamento (10, 30, 50 e 70% do peso vivo dos animais ao dia) e quatro frequências alimentares (1, 2, 4 e 6 vezes ao dia), com quatro repetições (aquários), com animais mantidos numa densidade de 4 pós-larvas L⁻¹. O experimento teve duração de 35 dias, com 5 biometrias semanais. Foram avaliados peso, comprimento total e padrão, altura dos animais, taxa de crescimento específico (TCE), ganho de peso (GP), ganho de peso diário (GPD) e sobrevivência. Os animais das densidades 1 e 4 pós-larvas L⁻¹ apresentaram melhores resultados ao final do experimento para sobrevivência, peso final, ganho de peso, ganho de peso diário. Para as demais variáveis, a densidade de 1 pós-larva L⁻¹ apresentou os melhores resultados. Os animais alimentados com 30, 50 e 70% do seu peso vivo em ração apresentaram os melhores resultados para comprimento total e padrão e melhor recuperação após o teste de exposição ao ar. As frequências alimentares de 2 e 4 vezes ao dia, proporcionaram melhores resultados para comprimento total e padrão, peso final, ganho de peso e ganho de peso diário. Recomenda-se a utilização de densidades de estocagem de 1 e 4 pós-larvas L⁻¹, visando melhor desempenho dos animais. Nessa fase de produção, o fornecimento de 30% do peso vivo dos animais em ração, de duas a quatro vezes ao dia, é indicado como forma de assegurar bom desenvolvimento e menor gasto com alimentação.

Palavras-chave: ciclídeos, manejo de produção, manejo alimentar, peixe ornamental

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate stocking density, feeding rate and feeding frequency in the larviculture of *Amatitlania* sp. in a recirculating water system. The work was subdivided into two experiments. The first evaluated different stocking densities, using 1500 post-larvae (0.00222 ± 0.00021 g and 5.78 ± 0.27 mm, weight and total length, respectively), kept in 24 tanks (3 L each), in a recirculation system. An entirely randomized design was used, with six treatments (stocking densities: D1: 1 post-larvae L⁻¹, D4: 4 post-larvae L⁻¹, D8: 8 post-larvae L⁻¹, D16: 16 post-larvae L⁻¹, D32: 32 post-larvae L⁻¹, and D64: 64 post-larvae L⁻¹) and four replicates (tanks). The experiment lasted 28 days, with four weekly biometries. In the second experiment, 768 post-larvae were used (0.00201 ± 0.00019 g and 5.69 ± 0.22 mm, weight and length, respectively), housed in 64 tanks (3 L each), in a recirculation system, with a 12:12 h photoperiod (light:dark). The experimental design was entirely randomized, in a 4x4 factorial scheme, with four feeding rates (10, 30, 50 and 70% of the live weight of the animals per day) and four feeding frequencies (1, 2, 4 and 6 times per day), with four repetitions (tanks), with animals kept at a density of 4 post-larvae L⁻¹. The experiment lasted 35 days, with 5 weekly biometries. Weight, total and standard length, animal height, specific growth rate (SGR), weight gain (WG), daily weight gain (DWG) and survival were evaluated. Animals of densities 1 and 4 post-larvae L⁻¹ showed better results at the end of the experiment for survival, final weight, weight gain, daily weight gain. For the other variables, the density of 1 post-larvae L⁻¹ showed the best results. The animals fed with 30, 50 and 70% of their live weight in feed showed the best results for total and standard length and best recovery after the air exposure test. Feeding frequencies of 2 and 4 times a day gave the best results for TL, SL, FW, WG, DWG. We recommend the use of stocking densities of 1 and 4 post-larvae L⁻¹, aiming for better animal performance. In this production phase, the supply of 30% of the live weight of the animals in feed, two to four times a day, is indicated as a way to ensure good development and less expenditure with feed.

Keywords: cichlids, feed management, production management, ornamental fish

1. INTRODUÇÃO

O acará do Congo (*Amatitlania* sp.) é uma espécie de peixe de interesse ao ornamental, pertencente a família dos ciclídeos, endêmico da América Central, apresentando comportamento territorialista, agressivo e cuidado biparental (Alonzo et al., 2001; Kullander, 2003). De maneira geral, os ciclídeos são considerados agressivos e a avaliação de grupos e interação social se torna relevante (Moss et al., 2015).

A densidade de estocagem é um dos fatores de criação mais importantes na produção de peixes, podendo afetar diretamente no desempenho dos animais, levando a ganhos ou perdas nos índices zootécnicos (Deon et al., 2017). Altas densidades de estocagem comprometem a qualidade da água (Barcellos et al., 1999).

Na produção de peixes ornamentais os sistemas mais utilizados são os intensivos e semi-intensivos, o que torna a densidade de estocagem um fator determinante na criação, sendo sua adequação em função da espécie, primordial à manutenção da qualidade de água e do bom desempenho dos animais (Nagata et al., 2010).

As particularidades de cada espécie devem ser atendidas conforme sua fisiologia, sendo fundamental o conhecimento das limitações da densidade, territorialidade, comportamento alimentar e atividade locomotora, proporcionando melhor produtividade (Faria et al., 2011; Gonçalves Júnior et al., 2013). Para ciclídeos territorialistas, como o *Amatitlania* sp., a adequação da densidade de estocagem é fundamental para minimizar efeitos negativos do comportamento agressivo em cativeiro (Bhujel, 2000).

Frequências de alimentação insuficientes ou excessivas interferem negativamente no desempenho produtivo, bem como no comportamento social dos peixes, o que pode prejudicar a qualidade dos animais e elevar o custo de produção. A adequação da frequência alimentar pode proporcionar aumento e homogeneização no consumo de alimento, redução do comportamento agressivo e menor desuniformidade dos lotes (Lee, 2000; Wang et al., 1998).

O ajuste na quantidade e tempo de alimentação evita que os peixes ingiram grandes quantidades de alimento em cada refeição e, conseqüentemente, melhora o aproveitamento dos nutrientes da ração (Rabe e Brown, 2000; Luz e Portela, 2005).

Carneiro e Mikos (2015) relataram que o hábito alimentar de cada espécie e sua fisiologia tem grande influência na determinação da melhor frequência e taxa de arraçoamento. Segundo esses autores, peixes onívoros têm tendência a buscar mais o alimento, em função da baixa capacidade de armazenamento gástrico, visto que possuem estômago menor; já para

espécies carnívoras, cujo estômago é maior, a busca por alimento é menos frequente, uma vez que sua capacidade de armazenamento gástrico é maior.

A fase de desenvolvimento também influencia na frequência e taxa de arraçoamento. Animais em fase de larvicultura apresentam metabolismo acelerado e crescimento rápido, exigindo, portanto, maior frequência e taxa de arraçoamento. O avanço ao longo dos estágios de desenvolvimento permite redução na frequência de alimentação (Kubitza, 1997).

Taxas de arraçoamento elevadas podem determinar diminuição da digestibilidade dos nutrientes, por interferirem no trânsito do alimento no trato digestivo (Johnston et al., 2003; Carneiro e Mikos, 2015). Contudo, ainda são escassos os estudos relacionados aos manejos iniciais do *Amatitlania* sp. em sistemas de recirculação.

O objetivo deste estudo foi avaliar densidade de estocagem, taxa de arraçoamento e frequência alimentar na larvicultura do *Amatitlania* sp., em sistema de recirculação de água.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi subdividido em dois experimentos. O primeiro foi um estudo de diferentes densidades de estocagem do *Amatitlania* sp. e o segundo para determinação da melhor frequência alimentar e taxa de arraçoamento dessa espécie, em sistema de recirculação de água. Ambos os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Aquicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Brasil, seguindo os protocolos definidos pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Viçosa (Protocolo 26/2020).

2.1 Experimento 1: Densidade de estocagem

Foram utilizadas 1500 pós-larvas de *Amatitlania* sp., com cinco dias pós-eclosão, obtidas de desovas no próprio laboratório, com peso médio de $2,22 \pm 0,21$ mg, comprimento total médio de $5,78 \pm 0,27$ mm, comprimento padrão médio de $4,99 \pm 0,25$ mm e altura média de $1,76 \pm 0,1515$ mm. As pós-larvas foram alimentadas com dieta comercial extrusada e triturada em pó (46% de proteína bruta e 3600 Kcal Kg⁻¹ de energia digestível, Acqualine SUPRA®, Anápolis, Goiás, Brasil).

Os animais foram alojados em 24 aquários de vidro, com volume útil de 3 L cada, mantidos em sistema de recirculação de água, sem oxigenação auxiliar. O fotoperíodo foi de 12:12 (luz:escuro), controlado por timer digital (Key West Group DNI Digital Timer[®], São Paulo, São Paulo), com acendimento da luz às 07:00 h e interrupção da luz às 19:00 h.

Durante o período de adaptação e na fase experimental, os parâmetros de qualidade de água foram aferidos três vezes por semana, às 8:00 h. A temperatura e o oxigênio dissolvido foram medidos com o auxílio de oxímetro Hanna Instruments HI9146 (Hanna Instruments Brasil[®], São Paulo, São Paulo, Brasil), mantendo-se em $30 \pm 0,45^{\circ}\text{C}$ e $5,40 \pm 0,25 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente. O pH foi medido com auxílio de pHmetro digital portátil pH009 (pHnew[®], China), mantendo-se em $7,19 \pm 0,13$. A amônia total foi determinada por meio de kit colorimétrico comercial Labcon test (Alcon[®], Camboriú, Santa Catarina, Brasil), com valores médios de $0,22 \pm 0,07 \text{ mg L}^{-1}$.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos (densidades de estocagem) e quatro repetições (aquários), com duração de 28 dias. As densidades de estocagem avaliadas foram: D1 - 1 pós-larva L^{-1} , D4 - 4 pós-larvas L^{-1} , D8 - 8 pós-larvas L^{-1} , D16 - 16 pós-larvas L^{-1} , D32 - 32 pós-larvas L^{-1} e D64 - 64 pós-larvas L^{-1} .

A taxa de arraçoamento foi de 100% do peso vivo (pv), na primeira semana de experimentos, seguido de 50% pv, 25% pv e 10% do pv dos animais, na segunda, terceira e quarta semanas, respectivamente. A dieta foi fornecida na frequência alimentar de quatro vezes ao dia (8:30, 11:15, 14:00 e 16:45 horas). Os aquários foram sifonados duas vezes ao dia, pela manhã, antes da primeira alimentação, e à tarde, antes da última alimentação do dia.

Foram realizadas quatro biometrias ao longo do período experimental, foram utilizados 10% dos animais por tratamento, para determinação de peso, comprimento total, comprimento padrão e altura dos animais e foram realocados para os aquários de seus respectivos tratamentos. O peso foi determinado com auxílio de balança analítica Marte AY220 (precisão de 0,0001 mg) e as medidas corporais por meio de um paquímetro digital (Paquímetro Universal Digital IP54 à Prova D'Água 150 mm - ZAAS-10016).

Foram calculados: taxa de crescimento específico (TCE) = $(\log \text{ peso final} - \log \text{ peso inicial}) / (\text{número de dias experimentais} \times 100)$; ganho de peso (GP) = peso final - peso inicial; ganho de peso diário (GPD) = $(\text{peso final} - \text{peso inicial}) / \text{número de dias experimentais}$ e sobrevivência dos animais, em cada densidade de estocagem.

2.2 Experimento 2: Taxa de arraçoamento e frequência alimentar

No segundo experimento foram utilizadas 768 pós-larvas de *Amatitlania* sp., com cinco dias pós-eclosão, obtidas de desovas no próprio laboratório, com peso médio de $2,01 \pm 0,19$ mg, comprimento total médio de $5,69 \pm 0,22$ mm, comprimento padrão médio de $4,88 \pm 0,23$ mm e altura média de $1,75 \pm 0,14$ mm. As pós-larvas foram alimentadas com dieta comercial extrusada e triturada (46% de proteína bruta e 3600 Kcal Kg⁻¹ de energia digestível, Acqualine SUPRA[®], Anápolis, Goiás, Brasil).

Os animais foram alojados em 64 aquários de vidro, com volume útil de 3 L cada, mantidos em sistema de recirculação de água, sem oxigenação auxiliar. O fotoperíodo foi de 12:12 (luz:escuro), controlado por timer digital (Key West Group DNI Digital Timer[®], São Paulo, São Paulo), com acendimento da luz às 07:00 h e interrupção da luz às 19:00 h.

Durante o período experimental, os parâmetros de qualidade de água foram aferidos três vezes por semana, às 8:00 h. A temperatura e o oxigênio dissolvido foram medidos com o auxílio de oxímetro Hanna Instruments HI9146 (Hanna Instruments Brasil[®], São Paulo, São Paulo, Brasil), mantendo-se em $29 \pm 0,65^{\circ}\text{C}$ e $5,20 \pm 0,35$ mgL⁻¹, respectivamente. O pH foi medido com pHmetro portátil pH009 (pHnew[®], China), mantendo-se em $7,32 \pm 0,11$. A amônia total foi determinada por meio de kit colorimétrico comercial Labcon test (Alcon[®], Camboriú, Santa Catarina, Brasil), com valores médios de $0,21 \pm 0,09$ mg L⁻¹.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x4, sendo quatro taxas de arraçoamento (10, 30, 50 e 70% do peso vivo dos animais ao dia) e quatro frequências alimentares (uma vez ao dia: 8:00 h; duas vezes ao dia: 8:00 e 16:00 h; quatro vezes ao dia: 8:00, 10:45, 13:30, 16:00; e seis vezes ao dia: 8:00, 9:30, 12:00, 13:00, 14:30, 16:00 h), com quatro repetições (aquários), totalizando 64 unidades experimentais, cada uma com 12 pós-larvas, numa densidade de 4 animais/L⁻¹, com duração de 35 dias.

Foram realizadas cinco biometrias ao longo do período experimental, para determinação de peso, comprimento total, comprimento padrão e altura dos animais. O peso foi determinado com auxílio de balança analítica Marte AY220 (precisão de 0,0001 mg) e as medidas corporais por meio de um paquímetro digital (Paquímetro Universal Digital IP54 à Prova D'Água 150 mm - ZAAS-10016).

Foram calculados, ainda, taxa de crescimento específico (TCE) = $(\log \text{ peso final} - \log \text{ peso inicial}) / (\text{número de dias experimentais} \times 100)$; ganho de peso (GP) = peso final - peso inicial; ganho de peso diário (GPD) = $(\text{peso final} - \text{peso inicial}) / \text{número de dias experimentais}$.

2.2.1 Teste de resistência ao estresse

Foi realizado um pré-teste de exposição ao ar, com peixes que não estavam sendo utilizados no experimento, a fim de determinar o tempo de exposição ao ar a ser utilizado para avaliar a resistência dos animais ao estresse por hipóxia. Foram utilizados 72 animais, com peso médio de 12 ± 1 mg e $9,38 \pm 0,38$ mm de comprimento, mantidos em jejum durante 12 horas antes da exposição ao ar. Após esse período, foram pesados e medidos individualmente. Os períodos testados foram: 1, 2, 4, 6, 8 min e um tratamento controle (sem exposição ao ar). Utilizou-se 12 animais por tempo de exposição. A taxa de sobrevivência foi observada 24, 48 e 72 h após o teste (Luz et al., 2012; Neves et al., 2020, Silva et al., 2021). Após o teste, os animais de cada grupo foram alocados em aquários contendo 3 L de água, em sistema de recirculação, com temperatura mantida em $28,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Não houve mortalidade nos tratamentos controle, 1, 2 e 4 min, até 24 h após o teste de exposição ao ar. Foi observada mortalidade nas primeiras 24 h, para animais expostos ao ar por 6 e 8 min. Foi concluído no pré-teste que as pós-larvas de *Amatitlania* sp. conseguem resistir até 4 minutos em exposição ao ar, sem que haja elevação da mortalidade.

O teste de exposição ao ar foi realizado ao final do período experimental, com a finalidade de observar a resistência das pós-larvas aos tratamentos submetidos (taxa de arraçoamento e frequência alimentar). Foram utilizados 6 peixes de cada repetição, mantidos em jejum durante 12 h e expostos ao ar, em seguida, por 4 min. A sobrevivência e o tempo de recuperação dos animais, foi determinada pela quantidade de animais recuperados após 72 horas do teste de exposição ao ar. Os animais após exposição foram recolocados nos aquários com água, conforme o tratamento ao qual pertenciam, e assim que apresentaram retomada dos movimentos natatórios foram considerados recuperados. O tempo necessário para a recuperação foi mensurado com auxílio de um cronômetro digital portátil (SportWatch XL021).

2.3 Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados com auxílio do software InfoStat® (InfoStat®, versão 2016, Universidade de Cordoba, Cordoba, Argentina), sendo previamente submetidos aos testes de homocedasticidade (Shapiro-Wilk) e normalidade (Levene). Os dados de comprimento total, comprimento padrão, altura, peso final, ganho de peso, ganho de peso diário da densidade de estocagem, foram analisados por ANOVA de uma via e, quando significativos, submetidos ao teste de Scott Knott ($p < 0,05$). Os dados relativos à sobrevivência da densidade

de estocagem foram transformados em Log^{10} e, posteriormente, analisados por ANOVA de uma via e submetidos ao teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Os dados de comprimento total, comprimento padrão, altura, peso final, ganho de peso, ganho de peso diário e tempo de recuperação após exposição ao ar, do experimento de taxa de arraçoamento e frequência alimentar foram analisados por ANOVA de uma via e, quando significativos, submetidos ao teste de Tukey ($p < 0,05$). Para a sobrevivência no período experimental e sobrevivência após exposição ao ar, os dados foram transformados em Log^{10} e, posteriormente, submetidos à ANOVA de uma via, com comparação de médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS

3.1 Experimento 1: Densidade de estocagem

Os dados referentes à sobrevivência dos animais estão apresentados na Tabela 1. Ao final dos 28 dias de experimento, a sobrevivência dos animais mantidos nas densidades de estocagem de 1 e 4 pós-larvas L^{-1} foi mais alta em relação às demais densidades testadas ($p < 0,05$). As densidades de 8, 16, 32 e 64 pós-larvas L^{-1} não diferiram entre si, em relação à sobrevivência do *Amatitlania* sp. em sistema de recirculação de água ($p > 0,05$).

Para a variável comprimento total, os animais das densidades 1 e 4 apresentaram melhores resultados, até a segunda semana experimental ($p < 0,05$). Porém, a partir da terceira semana de experimento, os peixes mantidos na densidade 1 mostraram maior comprimento corporal, em comparação aos demais (Tabela 2).

Na última semana experimental, os animais de todas as densidades estudadas diferiram estatisticamente em comprimento padrão, sendo que a densidade de 1 pós-larva L^{-1} determinou o melhor comprimento dos peixes desde a segunda semana do estudo ($p < 0,05$). Conforme aumento na densidade de estocagem, observou-se redução no desempenho do comprimento padrão dos animais durante as semanas estudadas (Tabela 3).

A altura dos animais não apresentou diferença entre os tratamentos de densidade 1, 4, 8 e 16 pós-larvas L^{-1} testados na primeira semana experimental ($p > 0,05$). Entretanto, a partir da segunda semana, o melhor resultado referente à altura foi observado para os animais mantidos na densidade de 1 pós-larva L^{-1} , e conforme aumento na densidade de estocagem, foi possível observar redução nos valores de altura dos peixes ($p < 0,05$) (Tabela 4).

O peso médio dos peixes, ao longo do período experimental, está apresentado na Tabela 5. Na primeira semana não foram observadas diferenças significativas no peso dos animais em função das densidades de estocagem avaliadas ($p > 0,05$). Na segunda semana observou-se que os animais das densidades 1, 4 e 8 pós-larvas L^{-1} não mostraram diferença no peso, entre si, mas foram estatisticamente mais pesados em relação aos animais das demais densidades estudadas ($p < 0,05$). Os animais mantidos nas densidades de 16, 32 e 64 pós-larvas L^{-1} também não apresentaram diferença estatística entre si, nesta fase experimental ($p > 0,05$) experimental. Os animais mantidos nas densidades de 1 e 4 pós-larvas L^{-1} apresentaram maior peso em relação aos demais, na terceira e quarta semana de estudo.

A taxa de crescimento específico das pós-larvas de *Amatitlania* sp., mantidas em diferentes densidades de estocagem, encontra-se apresentada na Tabela 6. Na segunda e terceira semana de experimento, as densidades de 1, 4 e 8 pós-larvas L^{-1} , apresentaram maiores taxas de crescimento específico em relação aos demais tratamentos ($p < 0,05$), porém, na quarta semana, apenas os animais mantidos na densidade de 1 pós-larva L^{-1} apresentaram melhor taxa de crescimento específico, em relação aos demais ($p < 0,05$).

Os resultados de ganho de peso (GP) e ganho de peso diário (GPD) das pós-larvas de *Amatitlania* sp., mantidas em diferentes densidades de estocagem, estão apresentados na Tabela 7. O ganho de peso total e diário dos animais mostrou-se melhor para pós-larvas mantidas nas densidades de 1 e 4 animais L^{-1} , quando comparadas às demais ($p < 0,05$). Animais produzidos em densidades de estocagem de 8, 16, 32 e 64 pós-larvas L^{-1} não mostraram diferenças significativas no ganho de peso, durante os 28 dias de estudo ($p > 0,05$).

3.2 Experimento 2: Taxa de arraçoamento e frequência alimentar

A Tabela 8 mostra os dados de desempenho (comprimento total, comprimento padrão, altura, peso final, ganho de peso, ganho de peso diário e taxa de crescimento específico), para as pós-larvas de *Amatitlania* sp.

Para as variáveis comprimento total e padrão, a taxa de arraçoamento de 10% determinou menores valores, em comparação aos demais tratamentos ($p < 0,05$).

O comprimento total e padrão dos animais submetidos à frequência alimentar de uma vez ao dia mostrou-se menor em relação aos animais dos demais tratamentos ($p < 0,05$).

Para altura dos peixes, as taxas de arraçoamento de 50 e 70%, promoveram os melhores resultados em relação às demais ($p < 0,05$).

Animais alimentados duas e quatro vezes ao dia apresentaram maior altura, em comparação aos peixes submetidos às demais frequências alimentares avaliadas ($p < 0,05$).

O peso final e ganho de peso dos peixes foi maior quando os animais receberam 50 e 70% do seu peso vivo em ração ($p < 0,05$).

Observou-se que animais alimentados duas e quatro vezes ao dia, apresentaram maior peso final e ganho de peso, em relação aos demais ($p < 0,05$).

O ganho de peso diário foi melhor para peixes submetidos às taxas de arraçoamento de 50 e 70% ($p < 0,05$).

Para ganho de peso diário em relação a frequência alimentar, as frequências de 1 e 6 vezes ao dia, apresentam a menor em relação as demais frequências ($p < 0,05$).

A interação entre a taxa de arraçoamento e a frequência alimentar avaliadas mostrou significância em relação à sobrevivência dos animais ($p < 0,05$) (Tabela 9). O fornecimento de ração na quantidade de 10% do peso vivo dos animais, numa frequência de uma vez ao dia, proporcionou maior sobrevivência em comparação com às demais frequências alimentares ($p < 0,05$). Já para uma taxa de arraçoamento de 30% do peso vivo, a frequência de quatro vezes ao dia determinou a menor sobrevivência dos animais, em relação as demais frequências alimentares ($p < 0,05$). O fornecimento de 50% do peso vivo em ração, permite uma maior sobrevivência dos peixes quando oferecido uma vez ou seis vezes ao dia ($p < 0,05$). A taxa de arraçoamento de 70% do peso vivo, quando oferecida duas, quatro ou seis vezes ao dia determina sobrevivência maior aos animais em sistema de recirculação de água ($p < 0,05$).

A sobrevivência dos animais após o teste de exposição ao ar não teve influência dos tratamentos avaliados ($p > 0,05$).

Não houve interação significativa entre taxa de arraçoamento e frequência alimentar sobre o tempo de recuperação das pós-larvas após o teste de exposição ao ar ($p > 0,05$).

Pós-larvas de *Amatitlania* sp. alimentadas com 30% do seu peso vivo apresentaram menor tempo de recuperação após o teste de exposição ao ar, quando comparadas àquelas alimentadas com 10% do seu peso vivo em ração ($p < 0,05$) (Tabela 10).

O tempo de recuperação dos animais após a exposição ao ar não foi influenciado pelas frequências alimentares avaliadas ($p > 0,05$).

4 DISCUSSÃO

As densidades de estocagem no cultivo variam em função da espécie, idade, alimentação e sistema de cultivo (Gomes et al., 2000; Maeda et al., 2006; Silva et al., 2021). A densidade de estocagem tem grande influência na larvicultura do *Amatitlania* sp., na qual, durante o experimento a densidade de 1 pós-larva L⁻¹ mostrou melhores resultados para as variáveis analisadas. Contudo, a densidade de 4 pós-larvas L⁻¹, também apresentou melhores resultados para algumas variáveis (peso final, ganho de peso, sobrevivência), na quarta semana de experimento.

No presente estudo, as densidades de 1 e 4 pós-larvas L⁻¹, na quarta semana de experimento, não apresentaram diferença significativa, com sobrevivência superior a 72%, sugerindo serem adequadas ao cultivo do *Amatitlania* sp., em sistema de recirculação de água. A sobrevivência é uma variável importante na produção comercial, sobretudo para o *Amatitlania* sp., uma vez que é uma espécie ornamental, cuja venda se dá por valor unitário e, portanto, quanto maior a sobrevivência, maior a lucratividade do produtor. Chapman (2000) destaca que na produção de espécies ornamentais, para melhor lucratividade dos produtores a sobrevivência deve ser superior a 85%. No entanto, Moreira et al. (2011), trabalhando com *Carassius auratus* em sistema de recirculação, alimentados com dieta natural, obtiveram sobrevivência de 72,5%.

A densidade de estocagem afetou o desempenho do *Amatitlania* sp., durante todo o período experimental, sendo que a cada semana avaliada, as menores densidades proporcionaram o melhor desempenho. Assim, deve-se levar em consideração o manejo de repicagem periódica dos animais, como alternativa de cultivo. Silva et al. (2021) verificaram que os animais mantidos nas menores densidades de estocagem apresentaram melhor desempenho ao longo das semanas de cultivo.

As taxas de arraçoamento de 30, 50 e 70% do peso vivo proporcionaram os melhores índices de desempenho aos animais. Santos et al. (2015) obtiveram melhor conversão alimentar para animais alimentados com 6 e 9% do seu peso vivo em ração, proporcionando redução de consumo de ração de 49 e 35%, respectivamente. Sendo assim, a taxa de arraçoamento 30% do peso vivo, no presente estudo, irá permitir uma redução no fornecimento de ração, com ganhos em desempenho iguais às taxas de 50 e 70% do peso vivo.

As frequências de duas e quatro alimentações diárias foram as variáveis que apresentaram os melhores resultados no desempenho. Isso pode ser explicado pelo fato dessas

frequências proporcionarem melhor eficiência da digestão e absorção dos nutrientes da dieta pelos animais. Resultados similares onde a frequência alimentar de duas e quatro vezes ao dia apresentaram melhor desempenho dos animais para pós-larvas de lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*), carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) onde obtiveram maiores comprimento e peso médios finais utilizando quatro e cinco arraçoamento diários (Hayashi et al. 2004; Marques et al. 2008).

A frequência alimentar e a taxa de arraçoamento propostas não influenciaram na resistência dos animais à exposição ao ar, não sendo observada mortalidade no período de 72 horas avaliado. Entretanto, animais alimentados com 10% do seu peso vivo em ração demandaram mais tempo para se recuperarem do estresse por hipóxia ($387,68 \pm 84,12$ segundos), em relação àqueles cuja taxa de arraçoamento ofertada foi de 30% do peso vivo ($208,60 \pm 85,14$ segundos). A resistência ao estresse tem como uma de suas finalidades avaliar o efeito dos tratamentos propostos sobre a saúde dos peixes e a tolerância ao tempo de exposição ao ar, utilizado no manejo desses animais em cativeiro, o que no presente estudo, os animais passaram por estresse durante as biometrias (Luz e Portella, 2005).

Trabalhos com peixes amazônicos em fase de juvenis, mostraram que os peixes possuem uma capacidade de exposição ao ar de 20 minutos para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e 75 minutos para o tambaqui (*Colossoma macropomum*), e no caso da tilápia (*Oreochromis niloticus*), um ciclídeo, mas de porte superior ao ciclídeo do nosso estudo, 10 minutos de exposição ao ar (Abreu et al., 2009; Luz et al., 2012; Silva et al., 2019; Silva et al., 2021). O baixo tempo de exposição ao ar tolerado pelo *Amatitlania* sp., associado tempo necessário para sua recuperação, pode estar relacionado ao ambiente natural onde essa espécie é encontrada, caracterizado por rios com maior movimentação de água e, conseqüentemente, maior teor de oxigênio dissolvido (Reebs e Colgan, 1991).

5 CONCLUSÕES

Recomenda-se a utilização de densidades de estocagem de 1 e 4 pós-larvas por litro, na larvicultura de *Amatitlania* sp., em sistema de recirculação, visando melhor desempenho dos animais. Nessa fase de produção, o fornecimento de 30% do peso vivo dos animais em ração, de duas a quatro vezes ao dia, é indicado como forma de agregar bom desenvolvimento e menor gasto com alimentação.

Assim, o fornecimento de 30% do peso vivo dos animais em ração pode ser indicado na produção comercial do *Amatitlania* sp., em sistema de recirculação.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, J. S., Takahashi, L. S., Hoshiba, M. A., Urbinati, E. C. (2009). Biological indicators of stress in pacu (*Piaractus mesopotamicus*) after capture. *Braz J Biol* 69, 415–421. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842009000200026>
- Alonzo, J.J., McKaye, K.R., van den Berghe, E.P., (2001). Parental defense of young by the convict cichlid, *Archocentrus nigrofasciatus*, in Lake Xiloá, Nicaragua. *J. Aquac. Aquat. Sci.* 9, 208–227.
- Barcellos, L. J., Nicolaiewsky, S., de Souza, S. M.G., Lulhier, F., (1999). The effects of stocking density and social interaction on acute stress response in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings. *Aquac. Res.* 30, 887–892. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2109.1999.00419.x>.
- Bhujel, R. C. (2000). A review of strategies for the management of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish in seed production systems, especially hapa-based systems. *Aquaculture*, 181, 37 – 59.
- Carneiro, P. C. F.; Mikos, J. D. (2005). Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. *Ciência Rural*, 35(1), 187-191.
- Chapman, F.A. (2000). Ornamental fish culture, Freshwater. In: Stickney, R.R. (Ed.). *Encyclopedia of Aquaculture*. Nova York: Wiley-Interscience. P.602-610.
- Deon, M. P. P.; Sousa, P. H. A. A.; Arauco, L. R. R.; Lima, B. S. L. (2017). Influência da densidade de estocagem no desempenho produtivo do acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*) cultivado em gaiolas. *Boletim de Industria Animal*, 74, 156-161.

- Faria, P. M. C.; Luz, R. K.; Prado, S.A.; Turra, E.M.; Lana, A.M.Q.; Teixeira, E.A., (2011). Produção do híbrido “cachadia” em diferentes densidades de estocagem em sistema de recirculação de água. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 63, 1208-1214.
- Gomes, L.C.; Baldisserotto, B.; Senhorini, J.A. (2000). Effect of stocking density on water quality, survival and growth of larvae of the matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae), in ponds. *Aquaculture*, 183, 73-81.
- Gonçalves Júnior, L. P.; Pereira, S. L.; Matielo, M. D.; Mendonça, P. P. (2013). Efeito da densidade de estocagem no desenvolvimento inicial do acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 65, 1176-1182.
- Hayashi, C.; Meurer, F.; Boscolo, W.R.; Lacerda, C.H.F.; Kavata, L.C.B. (2004). Frequência de arraçoamento para alevinos de lambari do rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33, 21-26.
- Johnston, G.; Kaiser, H.; Hecht, T.; Oellermann, L. (2003). Effect of ration size and feeding frequency on growth, size distribution and survival of juvenile clownfish, *Amphiprion percula*. *Journal of Applied Ichthyology*, 19, 40-43.
- Kubitza, F. (1997). Qualidade do alimento, qualidade da água e manejo alimentar na produção de peixes. In: Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Peixes, Piracicaba. Anais... Piracicaba: CBNA, 63-116.
- Kullander, S.O., (2003). Family Cichlidae (Cichlids). In: Reis, R.E., Kullander, S.O., Ferraris Jr, C.J, Eds. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, 605–654.
- Lee, S.; Hwang, U.; Cho, S. H. (2000). Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*). *Aquaculture*, 187, 99-409. [http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(00\)00318-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00318-5).

- Luz, R. K. (2007). Resistência ao estresse e crescimento de larvas de peixes neotropicais alimentados com diferentes dietas. *Pesq Agropec Bras* 42, 65–72. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000100009>
- Luz, R. K., Portella, M. C. (2005). Tolerance to the air exposition test of *Hoplias lacerdae* larvae and juvenile during its initial development. *Braz Arch Biol Technol* 48, 567–573. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132005000500009>
- Luz, R.K., Ribeiro, P. A. P., Ikeda, A. L., Santos, A. E. H., Melillo-Filho, R., Turra, E. M., Teixeira, E. A. (2012). Performance and stress resistance of Nile tilapias fed different crude protein levels. *R Bras Zootec* 41, 457–461. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000200031>
- Maeda, H.; Silva, P.C.; Aguiar, M.S.; Padua, D.M.C.; Oliveira, R.P.C.; Machado, N.P.; Rodrigues, V.; Silva, R.H. (2006). Efeitos da densidade de estocagem na segunda alevinagem de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), em sistema raceway. *Ciência Animal Brasileira*, 7(3), 265-272.
- Marques, N.R.; Hayashi, C.; Galdioli, E. M.; Soares, T.; Fernandes, C.E.B. 2008. Frequência de alimentação diária para alevinos de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*, V.), *Boletim do Instituto de Pesca*,34(2), 311-317.
- Moreira, R. L.; Da Costa, J. M.; Teixeira, E. G.; Moreira, A. G. L.; Moura, P. S.; Rocha, R. S.; Vieira, R.H.S.F. (2011). Performance of *Carassius auratus* with diferents food strategies in water recirculation system. *Archivos de Zootecnia*, 60(232), 1203-1212.
- Moss, S., Tittaferrante, S., Way, G. P., Fuller, A., Sullivan, N., Ruhl, N., & McRobert, S. P. (2015). Interactions between aggression, boldness and shoaling within a brood of convict cichlids (*Amatitlania nigrofasciatus*). *Behavioral Processes*, 121, 63– 69. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2015.10.012>.

- Nagata, M.M.; Takahashi, L.S.; Gimbo, R.Y.; Kojima, J.T.; Biller, J.D. (2010). Influência da densidade de estocagem no desempenho produtivo do acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). Boletim do Instituto de Pesca, 36, 9-16.
- Neves, L. C., Favero, G. C., Beier, S. L., Ferreira, N. S., Palheta, G. D., Melo, N. F., Luz, R. K. (2020). Physiological and metabolic responses in juvenile *Colossoma macropomum* exposed to hypoxia. Fish Physiol Biochem 46, 2157–2167. <https://doi.org/10.1007/s10695-020-00868-8>
- Rabe, J.; Brown, J. A. (2000). A pulse feeding strategy for rearing larval fish: an experiment with yellowtail flounder. Aquaculture, 191, 289-302.
- Reebs, S. G., Colgan, P. W. (1991). Nocturnal care of eggs and circadian rhythms of fanning activity in two normally diurnal cichlid fishes, *Cichlasoma nigrofasciatum* and *Herotilapia multispinosa*. Animal Behavior, 41, 303–311. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(05\)80482-8](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80482-8)
- Santos, M. M.; Calumby, J. A.; Coelho Filho, P. A.; Soares, E. C.; Gentelini, A.L. (2015). Nível de Arraçoamento e Frequência Alimentar no Desempenho de Alevinos de Tilápia-do-Nilo. Bol. Inst. Pesca, 41, 387–395.
- Silva, W. S, Costa, L. S., López-Olmeda, J. F., Costa, N. C. S., Santos, W. M., Ribeiro, P. A. P., Luz, R. K. (2019). Gene expression, enzyme activity and performance of Nile tilapia larvae fed with diets of different CP levels. Animal 13, 1376–1384. <https://doi.org/10.1017/S175173111800318X>
- Silva, W. D. S., Ferreira, A. L., do Carmo Neves, L., Ferreira, N. S., Palheta, G. D. A., Takata, R., & Luz, R. K. (2021). Effects of stocking density on survival, growth and stress resistance of juvenile 49ambaqui (*Colossoma macropomum*) reared in a recirculating aquaculture system (RAS). Aquaculture International, 29(2), 609-621.
- Wang, Y., Heigenhauser, G. J., & Wood, C. M. (1994). Integrated responses to exhaustive exercise and recovery in rainbow trout white muscle: acid-base, phosphogen, carbohydrate, lipid, ammonia, fluid volume and electrolyte metabolism. The Journal of experimental biology, 195(1), 227-258.

Tabela 1. Valores médios de sobrevivência (em %) de pós-larvas de *Amatitlania* sp., em diferentes densidades de estocagem.

| Densidade estocagem (pós-larva L ⁻¹) | Semanas de experimento ¹ | | | |
|---|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | 1 ^a | 2 ^a | 3 ^a | 4 ^a |
| 1 | 100 ± 0 ^a | 88,89 ± 15,77 ^a | 88,89 ± 15,77 ^a | 88,89 ± 15,77 ^a |
| 4 | 77,77 ± 14,16 ^b | 72,22 ± 10,39 ^b | 72,22 ± 10,40 ^b | 72,22 ± 10,39 ^a |
| 8 | 73,61 ± 5,20 ^b | 62,50 ± 9,00 ^b | 61,11 ± 7,08 ^b | 61,11 ± 7,08 ^b |
| 16 | 80,56 ± 6,87 ^b | 67,36 ± 4,28 ^b | 64,58 ± 7,79 ^b | 63,19 ± 8,56 ^b |
| 32 | 74,65 ± 12,03 ^b | 56,25 ± 8,88 ^b | 53,83 ± 7,23 ^b | 53,13 ± 6,96 ^b |
| 64 | 73,86 ± 5,96 ^b | 59,65 ± 5,44 ^b | 57,01 ± 3,70 ^b | 56,31 ± 3,10 ^b |

¹Médias com letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa pelo teste de Scott Knott (p<0,05).

Tabela 2. Valores médios de comprimento total (em mm) de pós-larvas de *Amatitlania* sp., em diferentes densidades de estocagem.

| Densidade de estocagem (pós-larva L ⁻¹) | Semanas de experimento ¹ | | | |
|--|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 1 ^a | 2 ^a | 3 ^a | 4 ^a |
| 1 | 7,26 ± 0,53 ^a | 9,56 ± 0,86 ^a | 12,72 ± 1,32 ^a | 16,13 ± 1,78 ^a |
| 4 | 7,05 ± 0,42 ^a | 9,18 ± 0,92 ^a | 11,69 ± 1,18 ^b | 14,89 ± 1,18 ^b |
| 8 | 6,65 ± 0,52 ^b | 8,65 ± 0,76 ^b | 10,83 ± 1,03 ^c | 13,62 ± 1,37 ^c |
| 16 | 6,78 ± 0,55 ^c | 8,06 ± 0,72 ^c | 9,97 ± 1,30 ^d | 12,40 ± 0,97 ^d |
| 32 | 6,61 ± 0,49 ^c | 7,88 ± 0,65 ^c | 9,77 ± 0,83 ^d | 11,70 ± 0,99 ^e |
| 64 | 6,46 ± 0,46 ^d | 7,62 ± 0,75 ^d | 9,31 ± 0,85 ^e | 11,09 ± 1,03 ^f |

¹ Médias com letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa pelo teste de Scott Knott (p<0,05).

Tabela 3. Valores médios de comprimento padrão (em mm) de pós-larvas de *Amatitlania* sp., em diferentes densidades de estocagem.

| Densidade de estocagem (pós-larva L ⁻¹) | Semanas de experimento ¹ | | | |
|--|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 1 ^a | 2 ^a | 3 ^a | 4 ^a |
| 1 | 6,22 ± 0,63 ^a | 8,06 ± 0,68 ^a | 10,56 ± 0,96 ^a | 12,88 ± 1,34 ^a |
| 4 | 5,93 ± 0,33 ^a | 7,67 ± 0,73 ^b | 9,63 ± 0,88 ^b | 11,95 ± 1,18 ^b |
| 8 | 5,58 ± 0,52 ^b | 7,40 ± 0,68 ^b | 9,01 ± 0,94 ^c | 11,08 ± 1,10 ^c |
| 16 | 5,65 ± 0,47 ^b | 6,89 ± 0,63 ^c | 8,45 ± 1,01 ^d | 10,23 ± 0,82 ^d |
| 32 | 5,51 ± 0,41 ^b | 6,73 ± 0,63 ^c | 8,31 ± 0,66 ^d | 9,58 ± 0,86 ^e |
| 64 | 5,39 ± 0,42 ^c | 6,46 ± 0,60 ^d | 7,97 ± 0,62 ^e | 9,13 ± 0,82 ^f |

¹ Médias com letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa pelo teste de Scott Knott (p<0,05).

Tabela 4. Valores médios de altura (em mm) de pós-larvas de *Amatitlania* sp., em diferentes densidades de estocagem.

| Densidade de estocagem (pós-larva L ⁻¹) | Semanas de experimento ¹ | | | |
|--|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 1 ^a | 2 ^a | 3 ^a | 4 ^a |
| 1 | 2,09 ± 0,15 ^a | 2,87 ± 0,34 ^a | 3,44 ± 0,33 ^a | 4,58 ± 0,45 ^a |
| 4 | 1,95 ± 0,20 ^a | 2,58 ± 0,23 ^b | 3,03 ± 0,31 ^b | 4,02 ± 0,35 ^b |
| 8 | 1,95 ± 0,14 ^a | 2,51 ± 0,31 ^b | 3,03 ± 0,42 ^b | 3,73 ± 0,44 ^c |
| 16 | 1,94 ± 0,16 ^a | 2,35 ± 0,23 ^c | 2,89 ± 0,81 ^b | 3,44 ± 0,36 ^d |
| 32 | 1,87 ± 0,16 ^b | 2,30 ± 0,26 ^c | 2,71 ± 0,25 ^c | 3,22 ± 0,31 ^e |
| 64 | 1,90 ± 0,16 ^b | 2,22 ± 0,59 ^d | 2,64 ± 0,26 ^c | 3,04 ± 0,30 ^f |

¹ Médias com letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa pelo teste de Scott Knott (p<0,05).

Tabela 5. Valores médios de peso (em mg) de pós-larvas de *Amatitlania* sp., em diferentes densidades de estocagem.

| Densidade estocagem (pós-larva L ⁻¹) | Semanas de experimento ¹ | | | |
|---|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 1 ^a | 2 ^a | 3 ^a | 4 ^a |
| 1 | 5,2 ± 1,5 ^a | 13,2 ± 3,9 ^a | 32,3 ± 11,4 ^a | 71,8 ± 25,1 ^a |
| 4 | 5,2 ± 0,005 ^a | 12,3 ± 1,6 ^a | 25,9 ± 3,4 ^a | 53,1 ± 9,3 ^a |
| 8 | 4,7 ± 0,6 ^a | 10,8 ± 1,0 ^a | 20,9 ± 2,3 ^b | 38,8 ± 5,1 ^b |
| 16 | 4,5 ± 0,2 ^a | 8,6 ± 0,6 ^b | 16,0 ± 1,5 ^b | 30,0 ± 2,5 ^b |
| 32 | 4,2 ± 0,7 ^a | 6,9 ± 1,7 ^b | 14,6 ± 1,6 ^b | 26,5 ± 3,5 ^b |
| 64 | 3,8 ± 0,7 ^a | 6,7 ± 1,2 ^b | 13,1 ± 1,7 ^b | 23,0 ± 1,9 ^b |

¹ Médias com letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa pelo teste de Scott Knott (p<0,05).

Tabela 6. Taxa de crescimento específico (em %) de pós-larvas de *Amatitlania* sp., em diferentes densidades de estocagem.

| Densidade estocagem (pós-larva L ⁻¹) | Semanas de experimento ¹ | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | 1 ^a | 2 ^a | 3 ^a | 4 ^a |
| 1 | 11,55 ± 3,09 ^a | 12,41 ± 1,70 ^a | 8,28 ± 1,13 ^a | 12,20 ± 0,92 ^a |
| 4 | 10,32 ± 0,13 ^a | 11,31 ± 0,97 ^a | 7,54 ± 0,65 ^a | 10,86 ± 0,60 ^b |
| 8 | 10,48 ± 0,61 ^a | 11,29 ± 0,56 ^a | 7,53 ± 0,37 ^a | 10,20 ± 0,37 ^b |
| 16 | 10,12 ± 1,37 ^a | 9,66 ± 0,32 ^b | 6,44 ± 0,21 ^b | 9,30 ± 0,10 ^c |
| 32 | 8,89 ± 1,53 ^a | 7,91 ± 1,20 ^b | 5,27 ± 0,80 ^b | 8,82 ± 0,21 ^c |
| 64 | 7,54 ± 3,09 ^a | 7,84 ± 1,70 ^b | 5,23 ± 1,13 ^b | 8,34 ± 0,92 ^c |

¹ Médias com letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa pelo teste de Scott Knott (p<0,05).

Tabela 7. Ganho de peso (GP, em mg) e ganho de peso diário (GPD, em mg) de pós-larvas de *Amatitlania* sp., em diferentes densidades de estocagem.

| Densidade estocagem (pós-larva L ⁻¹) | GP | GPD |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 69,6 ± 24,0 ^a | 2,486 ± 0,9 ^a |
| 4 | 50,6 ± 9,3 ^a | 1,806 ± 0,3 ^a |
| 8 | 36,6 ± 5,0 ^b | 1,307 ± 0,2 ^b |
| 16 | 27,8 ± 2,4 ^b | 0,994 ± 0,0 ^b |
| 32 | 24,2 ± 3,3 ^b | 0,865 ± 0,1 ^b |
| 64 | 20,7 ± 1,7 ^b | 0,739 ± 0,0 ^b |

¹ Médias com letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa pelo teste de Scott Knott (p<0,05).

Tabela 8. Valores de P e valores médios (\pm desvio padrão) de comprimento total (mm), comprimento padrão (mm), altura (mm), peso final (mg), ganho de peso (mg), ganho de peso diário (mg) e taxa de crescimento específico (TCE) na larvicultura de *Amatitlania* sp. em diferentes taxas de arraçoamento (T) e frequência alimentar (F).

| Estatística | Valor de p | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| | Comprimento total (mm) | Comprimento padrão (mm) | Altura (mm) | Peso final (mg) | Ganho de peso (mg) | Ganho de peso diário (mg) | TCE |
| Taxa de arraçoamento (T) | < 0,0001 | < 0,0001 | 0,0523 ns | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 |
| Frequência alimentar (F) | < 0,0001 | < 0,0001 | 0,9677 ns | 0,0009 | < 0,0010 | 0,0010 | 0,0001 |
| Interação Tx F | 0,7309 ns | 0,6977 ns | 0,4036 ns | 0,7115 ns | 0,7177 ns | 0,7177 ns | 0,5229 ns |
| Tratamentos | Médias da T | | | | | | |
| T ₁₀ | 12,48 \pm 1,26 ^b | 10,09 \pm 1,10 ^b | 3,36 \pm 0,41 | 32,2 \pm 0,83 ^c | 30,3 \pm 8,2 ^c | 0,9 \pm 0,2 ^c | 7,95 \pm 0,77 ^c |
| T ₃₀ | 13,49 \pm 1,54 ^a | 10,94 \pm 1,11 ^a | 3,80 \pm 0,35 | 42,1 \pm 1,29 ^b | 40,2 \pm 12,9 ^b | 1,1 \pm 0,4 ^b | 8,72 \pm 0,89 ^b |
| T ₅₀ | 14,42 \pm 1,41 ^a | 11,65 \pm 1,14 ^a | 4,56 \pm 2,34 | 54,6 \pm 1,60 ^a | 52,8 \pm 16,0 ^a | 1,5 \pm 0,5 ^a | 9,48 \pm 0,82 ^a |
| T ₇₀ | 14,36 \pm 1,27 ^a | 11,53 \pm 0,95 ^a | 4,07 \pm 0,36 | 54,8 \pm 0,92 ^a | 52,9 \pm 9,2 ^a | 1,5 \pm 0,3 ^a | 9,57 \pm 0,49 ^a |
| | Médias da F | | | | | | |
| F ₁ | 12,33 \pm 1,36 ^b | 9,99 \pm 1,26 ^b | 4,09 \pm 2,52 | 36,5 \pm 12,7 ^b | 34,7 \pm 12,9 ^b | 1,0 \pm 0,4 ^b | 8,20 \pm 1,02 ^b |
| F ₂ | 13,93 \pm 1,52 ^a | 11,25 \pm 1,13 ^a | 3,89 \pm 0,47 | 49,6 \pm 18,3 ^a | 47,7 \pm 18,3 ^a | 1,4 \pm 0,5 ^a | 9,18 \pm 1,01 ^a |
| F ₄ | 14,64 \pm 0,92 ^a | 11,81 \pm 0,68 ^a | 4,04 \pm 0,28 | 51,7 \pm 10,3 ^a | 49,8 \pm 10,3 ^a | 1,4 \pm 0,3 ^a | 9,38 \pm 0,59 ^a |
| F ₆ | 13,78 \pm 1,33 ^a | 11,12 \pm 0,88 ^a | 3,85 \pm 0,31 | 45,6 \pm 13,5 ^{ab} | 43,7 \pm 13,5 ^{ab} | 1,2 \pm 0,4 ^{ab} | 8,95 \pm 0,87 ^a |

Médias seguidas das mesmas letras na vertical não diferiram pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ns (não significativo).

Tabela 9. Valores médios da interação entre taxa de arraçoamento (T) e frequência alimentar (F) (\pm desvio padrão,) na sobrevivência de pós-larvas de *Amatitlania* sp.

| Taxa de arraçoamento (T)/ | T ₁₀ | T ₃₀ | T ₅₀ | T ₇₀ |
|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Frequência alimentar (F) | Sobrevivência (%) | | | |
| F ₁ | 95,83 \pm 4,16 ^{Aa} | 100 \pm 0,0 ^{Aa} | 95,83 \pm 4,16 ^{Aa} | 79,17 \pm 4,16 ^{Bb} |
| F ₂ | 83,33 \pm 0,0 ^{Bb} | 91,67 \pm 8,33 ^{Aa} | 83,33 \pm 8,33 ^{Bb} | 91,67 \pm 8,33 ^{Aa} |
| F ₄ | 87,50 \pm 4,16 ^{Bb} | 75 \pm 8,33 ^{Bb} | 83,33 \pm 8,33 ^{Bb} | 100 \pm 0,0 ^{Aa} |
| F ₆ | 87,50 \pm 12,5 ^{Bb} | 91,67 \pm 8,33 ^{Aa} | 91,67 \pm 8,33 ^{Aa} | 91,67 \pm 8,33 ^{Aa} |

Médias seguidas pelas mesmas letras (maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal) não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 10. Valores de P e valores médios (\pm desvio padrão) das porcentagens de recuperação à exposição ao ar e sobrevivência na larvicultura de *Amatitlania* sp. em diferentes taxas de arraçamento (T) e frequência alimentar (F).

| Estatística | Valor de p | |
|--------------------------|-----------------------|-------------------|
| | Tempo Recuperação (s) | Sobrevivência (%) |
| Taxa de arraçamento (T) | 0,0052 | 0,2227 ns |
| Frequência alimentar (F) | 0,0958 ns | 0,6344 ns |
| Interação TxF | 0,2976 ns | 0,6819 ns |

| Tratamentos | Médias da T | |
|-----------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| | T ₁₀ | 387,68 \pm 84,12 ^b |
| T ₃₀ | 208,60 \pm 85,14 ^a | 81,94 \pm 24,02 |
| T ₅₀ | 333,15 \pm 176,98 ^{ab} | 91,66 \pm 12,72 |
| T ₇₀ | 287,73 \pm 79,06 ^{ab} | 95,83 \pm 7,22 |

| | Médias da F | |
|----------------|---------------------|---------------------|
| | F ₁ | 316,75 \pm 113,85 |
| F ₂ | 336,54 \pm 160,30 | 87,50 \pm 22,69 |
| F ₄ | 222,78 \pm 90,28 | 91,66 \pm 12,73 |
| F ₆ | 341,09 \pm 114,51 | 94,44 \pm 10,39 |

Médias seguidas das mesmas letras na vertical não diferiram pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ns (não significativo).

CAPÍTULO 3

RITMO ALIMENTAR E LOCOMOTOR DO CICLÍDEO NEOTROPICAL *Amatitlania* sp. EM DIFERENTES GRUPOS SOCIAIS

RESUMO

O acará do Congo (*Amatitlania* sp.) é considerado uma espécie importante para o mercado de peixes ornamentais, porém é extremamente territorialista e pouco se sabe sobre seu comportamento alimentar. Objetivou-se avaliar a atividade alimentar e ritmo de atividade locomotora diária do *Amatitlania* sp., em diferentes grupos sociais. Avaliou-se também o consumo diário de ração dos diferentes grupos sob o sistema de autoalimentação. Foram utilizados 120 animais, distribuídos em quatro grupos sociais, com seis repetições cada, sendo: grupo 1 (1 macho e 1 fêmea por aquário), grupo 2 (três machos e três fêmeas); grupo 3 (seis machos por aquário) e grupo 4 (seis fêmeas por aquário). Sensores infravermelhos de presença foram instalados nos aquários e conectados aos alimentadores. As atividades: alimentar (AA) e locomotora (AL) foram avaliadas mediante o uso de sensores fotoelétricos e alimentadores automáticos. O crescimento dos animais foi avaliado em todos os grupos. Após 30 dias de experimento, os peixes estabilizaram as demandas ajustando o consumo. O *Amatitlania* sp. Apresentou AA e AL predominantemente diurnas. Todos os grupos mostraram um pico de atividade no acender e apagar a luz. Em resumo, o *Amatitlania* sp. apresenta atividade alimentar e locomotora predominantemente diurna, independente do grupo social. Os casais e os grupos de machos e fêmeas juntos consomem menos alimento em relação aos demais, em função de estarem em comportamento reprodutivo. Esses dados podem auxiliar no aprimoramento do manejo alimentar deste ciclídeo ornamental.

Palavras-chave: autoalimentação, comportamento alimentar, interação social, peixes ornamentais, ciclídeos

ABSTRACT

Although *Amatitlania* sp. is considered an important species for the ornamental fish market, it is extremely territorial and little is known about its feeding behavior. The aim of the study was to evaluate the daily feeding activity and the rhythm of the locomotor activity of *Amatitlania* sp. in different social groups. Daily feed consumption under a self-feeding system was also evaluated for the different groups. A total of 120 animals were distributed among six repetitions of four social groups, as follows: Group 1 with one male and one female per tank; Group 2 with three males and three females per tank; Group 3 with six males per tank; and Group 4 with six females per tank. Feeding activity (FA) and locomotor activity (LA) were evaluated using photoelectric presence-sensors connected to automatic feeders. Animal growth was evaluated for all groups. After 30 days of experimentation, the fish stabilized their demands by adjusting their consumption. *Amatitlania* sp. showed predominantly diurnal FA and LA. All groups showed a peak of activity when the light was turned on and when it was turned off. In summary, FA and LA of *Amatitlania* sp. is predominantly diurnal and independent of social group. Pairs and groups of males and females together consume less food, compared to groups of just males or just females, as a function of their reproductive behavior, while the latter consume more food due to the lack of reproductive stimulus, and thus prioritize growth. These results may support good feeding management practices for this ornamental cichlid.

Keywords: cichlid fish, food feed, self-feeding, social interaction, ornamental fish, cichlid

1 INTRODUÇÃO

De forma simplificada, considera-se que os animais apresentam atividade alimentar diurna ou noturna, contudo, podem apresentar essas duas atividades alimentares (Fortes-Silva e Rosa, 2012). Porém, os peixes possuem uma maior variabilidade de comportamentos alimentares, em comparação aos animais terrestres (Fortes-Silva, 2015; Mattos et al., 2017). O padrão diário de comportamento em uma espécie pode apresentar individualidade entre os animais, podendo ser comportamento diurno ou noturno e, em alguns casos, apresentar flexibilidade na fase (Sánchez-Vázquez et al., 1996). A tilápia quando criada individualmente apresenta comportamento noturno (Fortes-Silva et al., 2010), apesar de ser considerada uma espécie diurna. Ciclicidade diurna, com observação de picos no período da tarde, foi observada em grandes tanques contendo machos de tilápia territorialistas (Munro e Singh, 1987). A taxa entre indivíduos macho e fêmea também pode influenciar o comportamento alimentar e a utilização do alimento (Toguyene et al., 1997). O padrão diário de atividade diferia entre indivíduos com comportamento arritmico diurno, noturno ou noturno, caracterizando, por sua vez, uma plasticidade no sistema circadiano da tilápia (Vera et al., 2009). Portanto, um primeiro passo para abordar a questão comportamental e evolutiva é caracterizar a variação nos traços comportamentais dentro e entre os indivíduos (Kniel e Godin, 2019). De maneira prática, o manejo alimentar dos peixes tem o fornecimento de ração e o ritmo alimentar pré-determinados pelo produtor e não pelo animal, sendo que o produtor decide quando e com que frequência os animais serão alimentados, levando em consideração estimativas da saciedade aparente dos mesmos (Cho, 1992) (Pedrosa et al., 2019). Alimentações fixas podem alterar o comportamento inato de forrageamento e até a taxa de passagem do alimento no intestino (Reis et al., 2019).

Métodos de monitoramento e quantificação do comportamento são fundamentais para a avaliação do status de alimentação para uma nova espécie de peixe cultivada (Zion, 2012). Esses métodos permitem obter uma nova perspectiva dos processos que afetam o padrão comportamental de uma determinada espécie. A metodologias de auto-demanda, onde o peixe é capaz de acionar o alimentador, esta sendo utilizada para estudos de ritmo de alimentação em espécies de interesse na aquicultura (Mattos et al., 2017). Rubio et al. (2004) testaram diferentes gatilhos de disparo do alimento (sensor de estiramento) pela mordida do sea bass (*Dicentrarchus labrax*), verificando características comportamentais importantes, como o comportamento dual desta espécie antes não identificado. O método de auto-demanda por sensores fotoelétricos foi utilizado pela primeira vez em zebrafish (*Danio rerio*), uma espécie

ornamental de pequeno porte e de grande interesse científico (Del Pozo et al., 2011). Porém, para grande parte das espécies de interesse ornamental, como o acará do Congo (*Amatitlania* sp.), tais estudos ainda não foram realizados. O acará do Congo é um ciclídeo de ambientes lênticos, apreciado pelo mercado ornamental e por pescadores (Kullander, 2003). São animais endêmicos da América Central, sobretudo Nicarágua e Costa Rica, com comportamento territorialista, agressivo e cuidado biparental (Alonzo et al., 2001). De maneira geral, os ciclídios são considerados agressivos e a avaliação de grupos e interação social se torna relevante (Moss et al., 2015). As diferenças observadas no comportamento alimentar entre machos e fêmeas sugerem um efeito das interações sociais na alimentação e crescimento da tilápia (Toguyeni et al., 1997). É fundamental a definição de ensaios comportamentais que permitam uma medição mais confiável do comportamento em ciclídeos neotropicais (Moss et al., 2015).

O objetivo deste estudo foi avaliar a atividade alimentar e ritmo de atividade locomotora diária do acará do Congo (*Amatitlania* sp.), mantido em diferentes grupos sociais (agrupados e alojados individualmente, macho ou fêmea), sob sistema de autoalimentação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Alojamento dos animais

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Brasil. Foram utilizados 120 juvenis de *Amatitlania* sp., com peso médio de $8,02 \pm 0,90$ g e $6,43 \pm 0,61$ g, respectivamente. Os peixes eram oriundos do próprio laboratório e foram alimentados com dieta comercial extrusada (46% de proteína bruta e 3600 Kcal Kg⁻¹ de energia digestível, Acqualine SUPRA[®], Anápolis, Goiás, Brasil). Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Viçosa (protocolo número 043/2020).

Antes do início do experimento os animais foram adaptados às instalações por 10 dias. Durante este período os peixes foram mantidos em aquários de 40 L, em sistema de recirculação total de água e aeração suplementar. O fotoperíodo foi de 12:12 (luz:escuro), controlado por timer digital (Key West Group DNI Digital Timer[®], São Paulo, São Paulo), com acendimento da luz às 07:00 h e interrupção da luz às 19:00 h.

Durante o período de adaptação e na fase experimental, os parâmetros de qualidade de água foram aferidos três vezes por semana, às 8:00 h. A temperatura e o oxigênio dissolvido foram medidos com o auxílio de oxímetro Hanna Instruments HI9146 (Hanna Instruments Brasil[®], São Paulo, São Paulo, Brasil), mantendo-se em $29,5 \pm 0,45^{\circ}\text{C}$ e $5,40 \pm 0,25 \text{ mgL}^{-1}$, respectivamente. O pH foi medido com pHmetro portátil pH009 (pHnew[®], China), mantendo-se em $7,19 \pm 0,13$. A amônia total foi determinada por meio de kit colorimétrico comercial Labcon test (Alcon[®], Camboriú, Santa Catarina, Brasil), com valores médios de $0,22 \pm 0,07 \text{ mg L}^{-1}$.

2.2 Delineamento experimental

O experimento, em delineamento inteiramente casualizado, teve duração de 32 dias. Os animais foram distribuídos em quatro grupos sociais (tratamentos), com seis repetições cada (aquários), utilizando-se um total de 24 aquários (40 L cada). Os grupos sociais avaliados foram: grupo 1 (G1) = um macho e uma fêmea, grupo 2 (G2) = três machos e três fêmeas por aquário; grupo 3 (G3) = seis machos por aquário; e grupo 4 (G4) = seis fêmeas por aquário (Figura 1). As densidades de estocagem utilizadas em cada grupo social foram baseadas em estudos com *Amatitlania* sp. (Schweitzer et al., 2015, Bloch et al., 2016). Os pesos e comprimentos médios individuais, padronizados dentro de cada grupo foram: G1 (♂: $19 \pm 0,50 \text{ g}$ e $9,06 \pm 0,77 \text{ cm}$; ♀: $10,9 \pm 0,54 \text{ g}$ e $7,01 \pm 0,68 \text{ cm}$); G2 (♂: $15,85 \pm 1,27 \text{ g}$ e $8,15 \pm 0,40 \text{ cm}$; ♀: $8,25 \pm 0,89 \text{ g}$ e $6,59 \pm 0,24 \text{ cm}$); G3 (♂: $7,90 \pm 0,76 \text{ g}$ e $6,86 \pm 0,30 \text{ cm}$) e G4 (♀: $4,82 \pm 0,51 \text{ g}$ e $5,62 \pm 0,28 \text{ cm}$). Os peixes foram pesados em balança digital (Shimadzu[®] BL3200S, precisão de 0,1 g, São Paulo, Brasil).

2.3 Atividade alimentar e locomotora

Para alcançar os objetivos deste estudo, foi sugerido o uso de sensores de presença (luz infravermelha) para avaliar o ritmo de atividade alimentar e locomotora dos animais. Estes sensores são adaptados para animais de pequeno porte como peixes ornamentais (Fortes-Silva et al., 2016). Em cada aquário foi instalado um alimentador automático (EHEIM 3581, Deizisau, Stuttgart, Alemanha), conectado a sensores “fotocélula infravermelha” (modelo Omron, E3SAD62, Japão). Os sensores foram localizados a 3 cm abaixo da superfície da água, logo abaixo de cada alimentador, para avaliação do ritmo de atividade alimentar.

Para o registro da atividade locomotora, outros sensores foram instalados (um por tanque), dispostos a 15 cm do fundo do aquário. Todos os sensores de atividade alimentar e locomotora foram conectados a um sistema computacional para registro (usb-1024ls da Measurement Computing, EUA), com auxílio do software DIO98USB (Universidade de Múrcia, Espanha).

Inicialmente foi observada a adaptação dos peixes ao sistema de auto alimentação, durante 10 dias. Cada vez que um animal cruzava o feixe de luz infravermelha da fotocélula, o alimentador era ativado para fornecer de 3 a 5 péletes de ração. Os registros seguiram após a fase de avaliação da adaptação ao sistema, por mais 32 dias. Os alimentadores foram preenchidos diariamente com 30 g de ração comercial extrusada (Santos et al., 2019), contendo 46% de proteína bruta e 3600 Kcal Kg⁻¹ de energia digestível (Acqualine SUPRA[®], Anápolis, Goiás, Brasil). O consumo foi calculado utilizando a fórmula: consumo médio diário individual pela porcentagem do peso vivo (CMD%PV) = consumo médio diário individual*100/ média de peso do grupo. Os cálculos foram realizados considerando a diferença entre as sobras recolhidas no alimentador, no dia seguinte ao fornecimento, e a quantidade fornecida no dia anterior.

2.4 Estatística

Os dados obtidos foram analisados com auxílio do software Temps (v.1, 179 Dr. Diez Noguera, Barcelona). Os dados de atividade alimentar e locomotora foram duplamente plotados, para melhor visualização por meio de actogramas. Os registros de alimentação e locomoção foram exportados para Microsoft Excel e expressos como média ± erro padrão (SEM), para cada grupo. Todos os dados foram analisados com auxílio do software InfoStat[®] (InfoStat[®], versão 2016, Universidade de Cordoba, Cordoba, Argentina), sendo previamente submetidos aos testes de homocedasticidade (Shapiro-Wilk) e normalidade (Levene). Na análise entre os diferentes grupos, para a atividade de alimentação e de locomoção, houve transformação dos dados em log₁₀. Para comparar a atividade diurna e noturna dentro de cada grupo foi aplicado teste T (p<0,05). O consumo diário foi analisado por ANOVA de uma via e, quando significativo, submetido ao teste de Tukey (p<0,05).

3 RESULTADOS

3.1 Adaptação dos animais ao sistema de auto demanda

Os sistemas de autoalimentação devem ser previamente avaliados quando uma nova espécie é estudada, já que a adaptabilidade a cada sensor é espécie-específica. O *Amatitlania* sp. ativou os alimentadores desde o primeiro dia de observação, em todos os grupos sociais estudados. Contudo, no início do período experimental houve uma alta ativação, seguida por um período de diminuição desta ativação, até que a mesma se estabilizasse (Figura 2). Não houve mortalidade durante o período experimental.

3.2 Padrões de atividade alimentar

Todos os grupos sociais apresentaram um padrão similar de atividade alimentar. Foi observada uma alta ativação dos alimentadores durante a fase de luz ($p > 0,05$) (Tabela 1 e Figura 3). De maneira geral, os grupos mostraram uma peculiaridade da espécie estudada, onde foi observado um pico de alimentação ao mudar da fase clara para a fase escura (Figura 3). O consumo médio individual diário de ração em relação a porcentagem do peso vivo (CMID%PV) (Figura 4), foi maior para os grupos formados exclusivamente de machos $3,43 \pm 0,52\%$ (G3) e de fêmeas $2,83 \pm 0,5\%$ (G4) ($p = 0,0001$).

A quantidade de sobras diárias de ração nos sistemas de auto demanda foi considerada baixa, para todos os tratamentos, sem diferença estatisticamente significativa ($0,0201 \pm 0,0047$ g dia⁻¹) ($p > 0,05$). Esse dado pode demonstrar a capacidade adaptativa dos animais ao sistema.

3.3 Ritmo de atividade locomotora

Os animais, em todos os grupos sociais, apresentaram comportamento locomotor diurno (Tabela 2). Em todos os grupos, próximo ao início da fase clara, os animais mostraram um pico no ritmo de atividade locomotora (Figura 5). Ao final do período experimental o peso médio dos animais foi $7,99 \pm 2,48$ g para as fêmeas e $14,56 \pm 4,99$ g para os machos, considerado um peso ideal para a idade reprodutiva.

4 DISCUSSÃO

Todos os grupos demonstraram capacidade de ativação dos alimentadores, desde o início do período experimental. Mattos et al. (2016) relataram, também, que os peixes se adaptam ao sistema de autoalimentação ao longo do tempo, estabilizando as ativações dos alimentadores e minimizando as sobras de ração nos aquários. Segundo Forbes (2001), esse tipo de ação é denominado aprendizagem associada à recompensa. Esse processo de aprendizagem varia conforme a espécie, como demonstrado em estudos com *Carassius auratus* (Sánchez-Vázquez et al., 1998), *Oncorhynchus mykiss* (Sánchez-Vázquez et al., 1999) e *Sparus aurata* (Montoya et al., 2012).

Estudos de atividade alimentar com ciclídeos ornamentais são escassos, com poucas informações sobre o comportamento dessas espécies.

O ritmo alimentar diurno, observado para o *Amatitlania* sp. neste estudo, também foi relatado para outro ciclídeo, a tilápia do Nilo (Toguyene et al., 1997). Um padrão diurno era semelhante ao ritmo encontrado num grande número de alimentadores de algas marinhas no ciclídeo *Tropheus moori* (Sturmbauer e Dallinger, 1994). Isso poderia sugerir uma relação diurna com a abundância do alimento preferido pela espécie. Além disso, tanto machos, quanto fêmeas isoladas ou não, apresentaram um pico de atividade alimentar na transição da fase clara para escura. Esse pico de atividade também é caracterizado como um comportamento crepuscular. Fortes-Silva et al. (2010), observaram esse mesmo comportamento em um grupo de machos e fêmeas de tilápia do Nilo. A atividade de forragear foi no máximo entre 12:30 h e 16:30 h de fase de luz em *T. moori* (Sturmbauer e Dallinger, 1994). Esses estudos mostram o quão plástico é o comportamento dos ciclídeos, porém, com tendências diurnas. O pico de atividade na transição da fase clara para a escura está relacionado ao comportamento reprodutivo do *Amatitlania* sp. observado na natureza (Reebs e Colgan, 1991), na qual esses animais buscam alimento na transição de fase luminosa, para evitar predadores de ovos e larvas. Quando os machos foram retirados do aquário, as fêmeas aumentam os seus níveis de ventilação para os acarás do Congo. Além disso, a espécie estudada apresenta comportamento de cuidado biparental, na qual, machos e fêmeas cuidam da prole até a maturidade (Lavery e Reebs, 1994).

Para os grupos exclusivos de machos ou fêmeas, houve um maior consumo alimentar diário. Esse resultado pode estar alinhado com a hipótese de percepção dos animais ao isolamento dos sexos e esses grupos estarem com o consumo voltado para o crescimento e não para a reprodução. Essa falta de estímulo sexual poderia então sugerir um aumento do consumo

de alimento. Os demais grupos com machos e fêmeas presentes no mesmo ambiente apresentaram menor consumo alimentar, uma vez que estavam em processo de formação de casal para reprodução. Foi sugerido que machos de *Neolamprologus tetracanthus* tendem a proteger as áreas de forrageamento das fêmeas, de modo que possam promover a maturação gonadal feminina e favorecer a reprodução (Matsumoto e Kohda, 2007).

Outro resultado interessante do presente estudo é que casais formados por apenas um macho e uma fêmea, apresentaram padrão similar de comportamento se comparados ao grupo formado por três machos e três fêmeas. Seria plausível sugerir que grupos menores podem alterar seu comportamento pela associação ao sentimento de vulnerabilidade a um possível predador. No entanto, curiosamente, o zebrafish alojado individualmente mostrou um cortisol plasmático mais baixo para perseguir o stress do que os peixes controlados, embora algumas alterações fisiológicas tenham sido evidenciadas (Forsatkar, 2017).

Essa periodicidade diária com pico de atividade na transição de luminosidade pode ser uma resposta adaptativa que minimiza a exposição visual à caça em peixes (Flecker, 1992). Wright et al. (2019), sugeriram que a expressão da opsina tem um papel potencial para a plasticidade fenotípica na otimização do desempenho visual em ciclídeo *Pundamilia* sp. Nesse sentido, a sensibilidade visual atrelada ao risco à predação parece ser mais evidente em momentos que os animais apresentam picos de ativação ao terminar ou iniciar o período luminoso.

Sánchez-Vázquez (1996), trabalhando com kinguios *Carassius auratus*, determinou que para ser definido ritmo de atividade locomotora, os peixes devem apresentar uma taxa de ativação, em um determinado período, superior a 65%. O *Amatitlania* sp., no presente estudo, mostrou ritmo locomotor claramente diurno, independente do grupo social ao qual foi submetido, uma vez que a taxa de ativação média para todos os grupos foi acima de 70,12%. Várias espécies de ciclídeos foram caracterizados por apresentar atividade locomotora diurna em seus habitats (Aragón-Flores et al., 2017). Provavelmente esse padrão no ritmo diário alimentar esteja associado à expressão de genes relacionados a órgãos sensitivos visuais dos ciclídeos. A expressão de diferentes opsinas segue um ciclo diurno diário muito semelhante no ciclídeo *Pelmatolapia mariae* (Yourick et al., 2019).

Algumas espécies de peixes apresentam o ritmo da atividade locomotora e alimentar estritamente diurna. Ebrahini et al. (2017) testaram a espécie *Schizothorax pelzami* com a alimentação programada e livre e os animais demonstraram que, independentemente do horário que o alimento é fornecido, o peixe tem sua locomoção livre em período diurno. No presente

estudo, os animais tiveram alimentação livre e apresentaram comportamento diurno nos diferentes grupos sociais, o que indica que grupos sociais não alteram o comportamento de locomoção desses animais. Kujur et al. (2020), testaram o ritmo de locomoção e alimentar em diferentes agrupamentos sociais do bagre *Heteropneustes fossilis* e concluíram que os diferentes grupos sociais não interferem na atividade de locomoção, fato este observado também neste estudo com *Amatitlania* sp.

5 CONCLUSÕES

O *Amatitlania* sp., quando em diferentes grupos sociais, demonstram ritmo de atividade alimentar estritamente diurno, apresentando uma similaridade com o ritmo de atividade locomotora.

Os casais e os grupos de machos e fêmeas juntos consomem menos alimento em relação aos demais, provavelmente por estarem em comportamento reprodutivo. Em contrapartida, machos e as fêmeas separados, consomem mais alimento, pois não apresentam estímulo reprodutivo, priorizando, assim o crescimento.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonzo, J.J., McKaye, K.R., van den Berghe, E.P., (2001). Parental defense of young by the convict cichlid, *Archocentrus nigrofasciatus*, in Lake Xiloá, Nicaragua. J. Aquac. Aquat. Sci. 9, 208–227.
- Aragón-Flores, E. A.; Martínez-Cárdenas, L.; Hernández-González, C.; Barba-Quintero, G.; Zavala-Leal, O. I.; Ruiz-Velazco, J. M; Hernández-Almeida, O. U.; Juárez-López, P. (2017). Effect of light intensity and photoperiod on growth and survival of the Mexican cichlid, *Cichlasoma beani* in culture conditions. Lat. Am. J. Aquat. Res., 45(2), 293-301.

- Bloch, A.N., Estela, V.J., Leese, J.M., Itzkowitz, M., (2016). Male mate preference and size-assortative mating in convict cichlids: A role for female aggression?. *Behav. Process.*, 130, 81–85. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2016.07.010>
- Cho, C.Y., (1992). Feeding systems for rainbow trout and other salmonids with reference to current estimates of energy and protein requirements. *Aquaculture* 100, 107–123. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(92\)90353-M](https://doi.org/10.1016/0044-8486(92)90353-M)
- Del Pozo, A., Sánchez-Férez, J.A., Sánchez-Vázquez, F.J., (2011). Circadian rhythms of self-feeding and locomotor activity in zebrafish (*Danio Rerio*). *Chronobiology International* 28, 39-47.
- Ebrahimi, E., Kamrani, E., Heydarnejad, M. S., Safari, O., (2017). Daily rhythms of locomotor and demand-feeding activities in *Schizothorax pelzami* (Kessler, 1870). *Chronobiology International* 34, 1366–1376. <https://doi.org/10.1080/07420528.2017.1368533>
- Flecker, A. S. (1992). Fish trophic guilds and the structure of a tropical stream: weak direct vs. strong indirect effects. *Ecology*, 73: 927-940.
- Forbes, J.M., (2001). Consequences of feeding for future feeding. *Comp. Biochem. Physiol.* 128, 461–468. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(00\)00328-7](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(00)00328-7)
- Forsatkar, M.N., Safari, O., Boiti, C., (2017). Effects of social isolation on growth, stress response, and immunity of zebrafish. *Acta ethologica*. 20, 255-261.
- Fortes-Silva, R., Martínez, F. J., Villarroel, M., Sánchez-Vázquez, F. J., (2010). Daily rhythms of locomotor activity, feeding behavior and dietary selection in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol.* 156, 445–450. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2010.03.031>
- Fortes-Silva, R.; Rosa, P. V. (2012). Autosseleção de dietas: um novo enfoque para estudos de nutrição e frequência alimentar em peixes marinhos e de água doce. *Revista Eletrônica Nutritime*, 09, 1740–1754

- Fortes-Silva, R., Kitagawa, A., Sánchez-Vázquez, F.J., (2016). Dietary self-selection in fish: a new approach to studying fish nutrition and feeding behavior. *Rev. Fish Biol. Fisher.* 26, 39–51. <http://dx.doi.org/10.1007/s11160-015-9410-1>
- Kniel, N., & Godin, J. G. J. (2019). Characterizing the (co) variance of personality traits in female Trinidadian guppies (*Poecilia reticulata*). *Environmental Biology of Fishes*, 102(11), 1351-1363.
- Kujur, P., Pati, A. K., & Parganiha, A. (2021). Locomotor activity rhythm in catfish *Heteropneustes fossilis* as a function of shoal size under different light regimens. *Chronobiology International*, 1-12.
- Kullander, S.O., (2003). Family Cichlidae (Cichlids). In: Reis, R.E., Kullander, S.O., Ferraris Jr, C.J, Eds. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, 605–654.
- Lavery, R. J.; Reeb, S. G., (1994). Effect of mate removal on current and subsequent parental care in the convict cichlid (Pisces: Cichlidae). *Ethology* 97:265–77.
- Matsumoto, K.; Kohda, M., (2007). Male foraging avoidance in female feeding territories in a harem polygynous cichlid in Lake Tanganyika. *J Ethol* 25, 21–27 <https://doi.org/10.1007/s10164-006-0200-z>
- Mattos, B.O., Nascimento-Filho, E.C.T., Barreto, K.A., Braga, L.G.T., Fortes-Silva, R., (2016). Self-feeder systems and infrared sensors to evaluate the daily feeding and locomotor rhythms of Pirarucu (*Arapaima gigas*) cultivated in outdoor tanks. *Aquaculture* 457, 118–123. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.02.026>
- Mattos, B.O., Nascimento-Filho, E.C.T., Santos, A.A., Barreto, K.A., Sánchez-Vázquez, F.J., Fortes-Silva, R., (2017). A new approach to feed frequency studies and protein intake regulation in juvenile pirarucu. *An. Braz. Acad. Scien.* 89, 1243–1250. <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201720160349>

- Montoya, A., Zamora, S., Sánchez-Vázquez, F.J., (2012). Dietary selection by gilthead sea bream (*Sparus aurata*) provided with unbalanced mixed-macronutrient feeds dispensed from self-feeders. *Aquaculture* 358, 35-40.
- Moss, S., Tittaferante, S., Way, G.P., Fuller, A., Sullivan, N., Ruhl, N., McRobert, S.P., (2015). Interactions between aggression, boldness and shoaling within a brood of convict cichlids (*Amatitlania nigrofasciatus*). *Behav. Process.* 121, 63–69. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2015.10.012>
- Munro, A. D.; Singh, I., (1987). Diurnal changes in the territorial behaviour of the tilapia *Oreochromis mossambicus* (Peters). *Journal of Fish Biology*, 30, 459-464. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1987.tb05769.x>
- Pedrosa, R.U., Mattos, B.O., Pereira, D.S.P., Rodrigues, M.L., Braga, L.G.T., Fortes-Silva, R., (2019). Effects of feeding strategies on growth, biochemical parameters and waste excretion of juvenile arapaima (*Arapaima gigas*) raised in recirculating aquaculture systems (RAS). *Aquaculture* 500, 562–568. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.10.058>
- Reis, Y.S., Leite, J.L.R., Almeida, C.A.L., Pereira, D.S.P., Vidal, L.V.O., Araújo, F.G., Fortes-Silva, R. (2019). New insights into tambaqui (*Colossoma macropomum*) feeding behavior and digestive physiology by the self-feeding approach: effects on growth, dial patterns of food digestibility, amylase activity and gastrointestinal transit time. *Aquaculture*, 498, 116–122. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.08.054>
- Reebs, S. G., Colgan, P. W. (1991). Nocturnal care of eggs and circadian rhythms of fanning activity in two normally diurnal cichlid fishes, *Cichlasoma nigrofasciatum* and *Herotilapia multispinosa*. *Animal Behavior*, 41, 303–311. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(05\)80482-8](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80482-8)
- Rubio, V.C., Vivas, M, Sánchez-Mut, A., Sánchez-Vázquez, F.J., Covès, D. Dutto, G.,Madrid, J. A. (2004). Self-feeding of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.)

under laboratory and farming conditions using a string sensor. *Aquaculture*, 233 pp. 393-403. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.10.011>

Sánchez-Vázquez, F.J., Yamamoto, T., Akiyama, T., Madrid, J.A., Tabata, M., (1999). Macronutrient self-selection through demand-feeders in Rainbow Trout. *Physiology & Behavior* 66, 45–51.

Sánchez-Vázquez, F.J., Yamamoto, T., Akiyama, T., Madrid, J.A., Tabata, M., (1998). Selection of macronutrients by goldfish operating self-feeders. *Physiology & Behavior* 65, 211–218.

Sánchez-Vázquez, F.J., Madrid, J.A., Zamora, S., Iigo, M., Tabata, M., (1996). Demand-feeding and locomotor circadian rhythms in the goldfish, *Carassius auratus*, dual and independent phasing. *Physiol. Behav.* 60, 665–674. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(96\)80046-1](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(96)80046-1)

Santos, F.A.C., Fortes-Silva, R., Costa, L.S., Luz, R.K., Guilherme, H.O., Gamarano, P.G., Oliveira, C.G., Santos, W.M., Ribeiro, P.A.P., (2019). Regulation of voluntary protein/energy intake based practical diet composition for the carnivorous neotropical catfish *Lophiosilurus alexandri*. *Aquaculture*, 510, 198–205. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.05.038>

Schweitzer, C., Motreuil, S., François-Xavier Dechaume-Moncharmont, F., (2015). Coloration reflects behavioural types in the convict cichlid, *Amatitlania siquia*. *Animal Behaviour*, 105, 201-209.

Sturmbauer, C.; Dallinger, R. (1995). Diurnal variation of spacing and foraging behaviour in *Tropheus moorii* (Cichlidae) in Lake Tanganyika, Eastern Africa. *Netherlands Journal of Zoology*, 1-3.

Toguyeni, A., Fauconneau, B., Boujard, T., Fostier, A., Kuhn, E. R., Mol, K. A., & Baroiller, J. F. (1997). Feeding behaviour and food utilisation in tilapia, *Oreochromis niloticus*:

effect of sex ratio and relationship with the endocrine status. *Physiol. Behav.*, 62, 273-279. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(97\)00114-5](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(97)00114-5)

Vera-Cruz, E.M. & C.L. Brown. (2009). Influence of the photoperiod on growth rate and insulin-like growth factor-I gene expression in Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *J. Fish Biol.*, 75, 130-141.

Wright, D. S.; Meijer, R.; van Eijk, R.; Vos, W.; Seehausen, O.; Maan, M. E., (2019). Geographic variation in opsin expression does not align with opsin genotype in Lake Victoria cichlid populations. *Ecology and evolution*, 9, 8676-8689.

Yourick, M. R.; Sandkam, B. A.; Gammerdinger, W. J.; Escobar-Camacho, D.; Nandamuri, S. P.; Clark, F. E.; Joyce, B.; Conte, M. A.; Kocher, T. D.; Carleton, K. L., (2019). Diurnal variation in opsin expression and common housekeeping genes necessitates comprehensive normalization methods for quantitative real-time PCR analyses. *Molecular ecology resources*. 19, 1447-1460. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.13062>

Zion, B., (2012). The use of computer vision technologies in aquaculture – A review. *Comput. Electron. Agr.* 88, 125–132. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2012.07.010>

Tabela 1. Ritmo de atividade alimentar de acará do Congo (*Amatitlania* sp.) em diferentes grupos sociais e em diferentes períodos.

| Período | Casais (%) | Grupos (%) | Machos (%) | Fêmeas (%) | P valor |
|----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|
| Diurno | 83,61±3,79 ^a | 76,72±9,73 ^a | 68,59±3,67 ^a | 79,16±8,98 ^a | 0,4839 |
| Noturno | 16,39±3,79 ^b | 23,28±9,73 ^b | 31,41±3,67 ^b | 20,84±8,98 ^b | 0,5067 |
| P valor | 0,043 | 0,0024 | 0,0016 | 0,0025 | |

Letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Os dados estão expressos por média \pm desvio padrão.

Tabela 2. Ritmo de locomoção do acará do Congo (*Amatitlania* sp.) em diferentes grupos sociais e em diferentes períodos.

| Período | Casais (%) | Grupos (%) | Machos (%) | Fêmeas (%) | P valor |
|----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|
| Diurno | 70,12±4,45 ^a | 80,78±2,52 ^a | 79,55±1,34 ^a | 71,59±9,63 ^a | 0,822 |
| Noturno | 29,88±4,45 ^b | 19,22±2,52 ^b | 20,45±1,34 ^b | 28,41±9,63 ^b | 0,541 |
| P valor | 0,006 | 0,002 | 0,022 | 0,014 | |

Letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. Os dados estão expressos por média \pm desvio padrão.

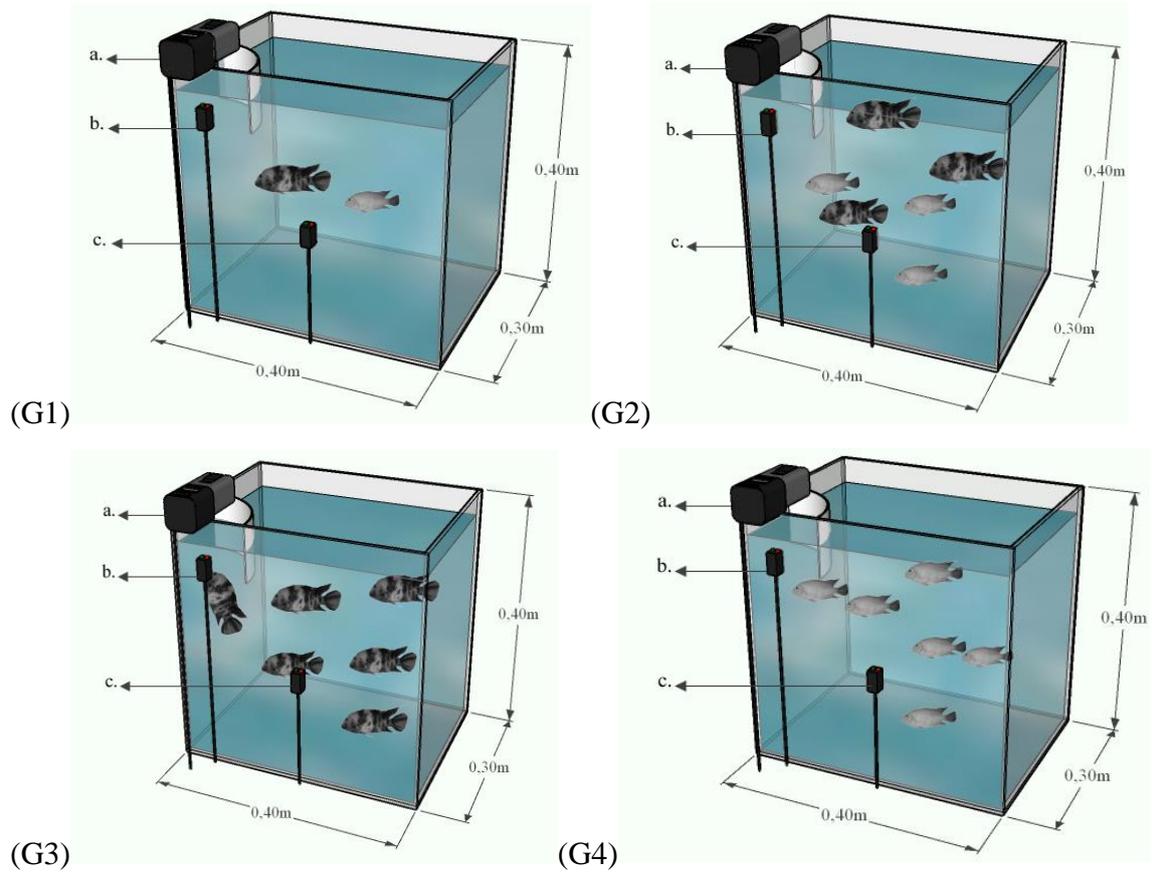


Figura 1. Autoalimentação com comedouros automáticos (a) e sensores infravermelhos para registro de atividade alimentar (b) e registro de atividade locomotora (c), nos diferentes grupos sociais: (G1) casais, (G2) grupo de machos e fêmeas, (G3) machos e (G4) fêmeas.

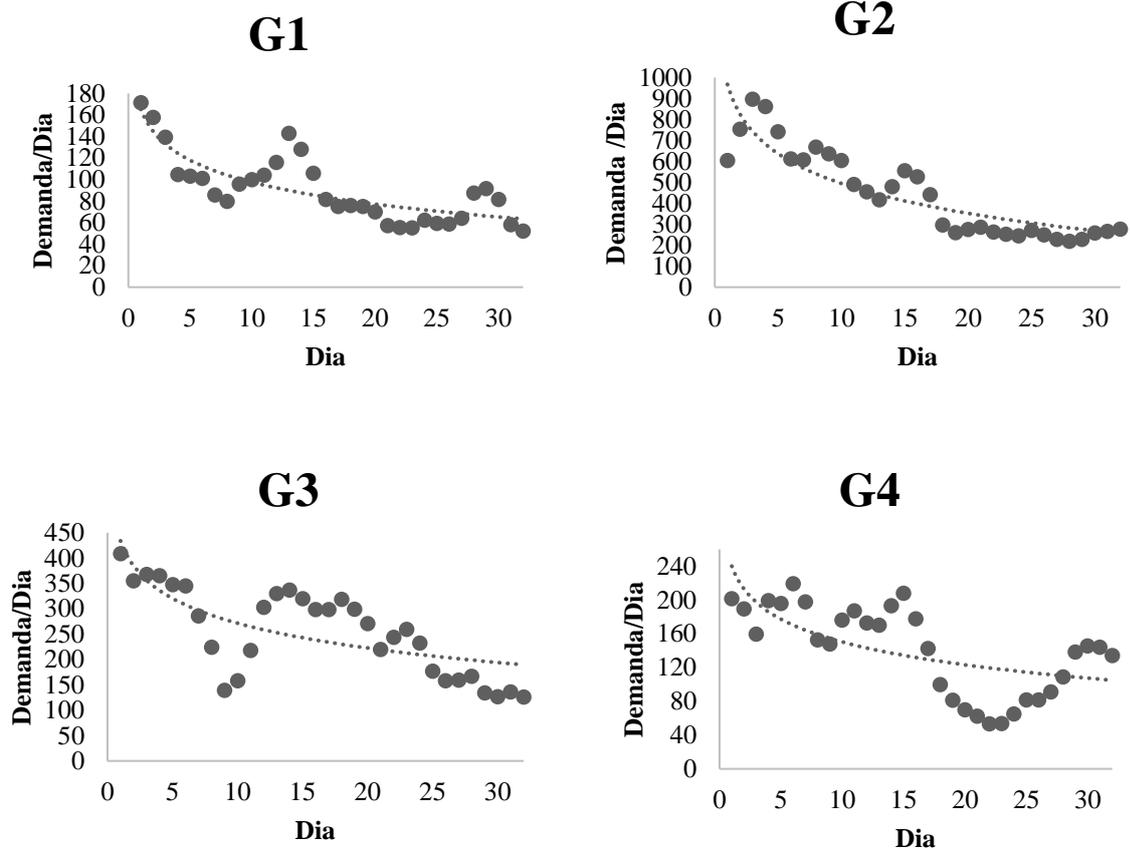
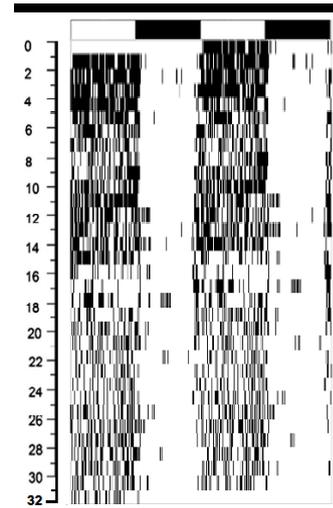
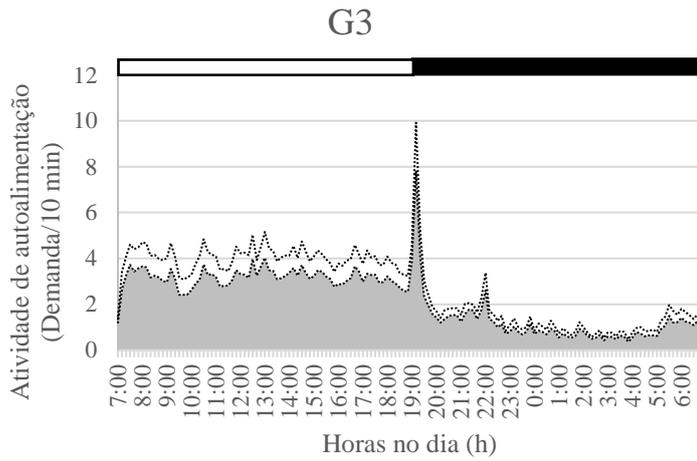
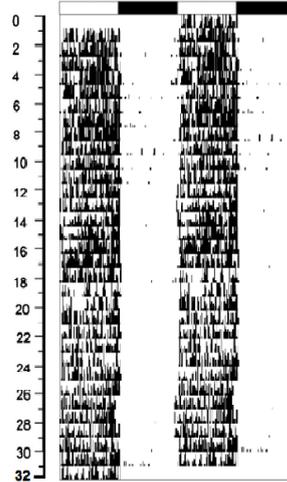
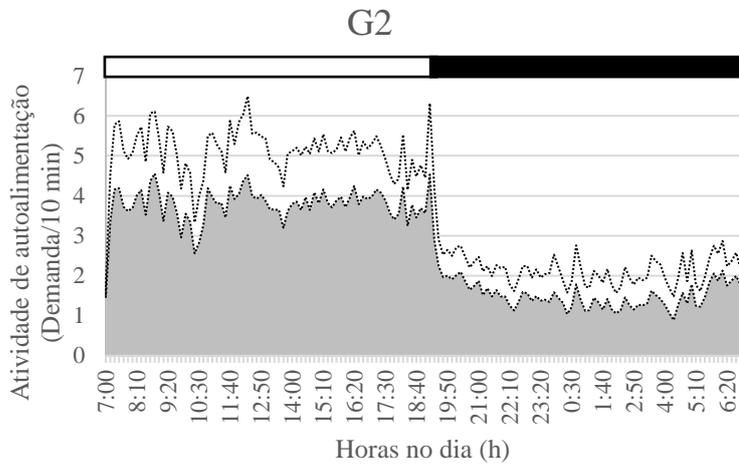
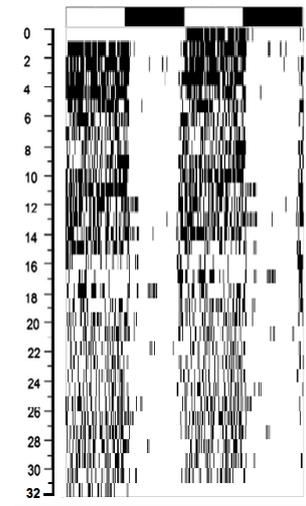
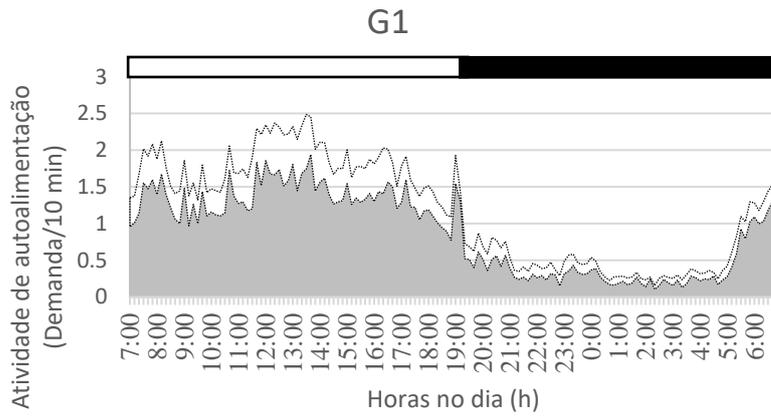


Figura 2. Aprendizado da alimentação por demanda de acarás do Congo (*Amatlitania* sp.), em diferentes grupos sociais: (G1) casais, (G2) grupo de machos e fêmeas, (G3) machos e (G4) fêmeas.



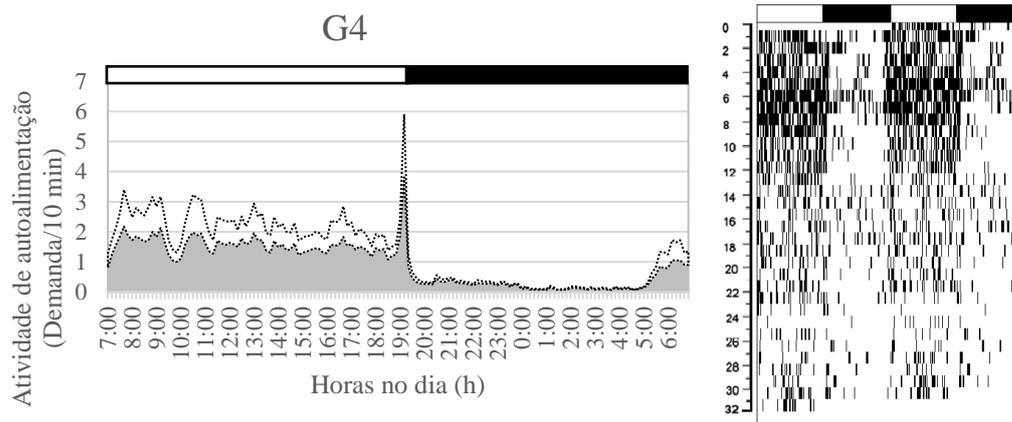


Figura 3. Actogramas de ondas diárias médias, mais erro padrão da média, para ritmos de atividade alimentar de acarás do Congo (*Amatlitania* sp.), em diferentes grupos sociais: (G1) casais $n=2$, (G2) grupo de machos e fêmeas $n=6$, (G3) machos $n=6$ e (G4) fêmeas $n=6$. As barras brancas e pretas na parte superior dos gráficos indicam a duração das fases clara (12 horas) e escura (12 horas), respectivamente. Para comparar a atividade diurna e noturna dentro de cada grupo foi aplicado teste T ($p<0,05$).

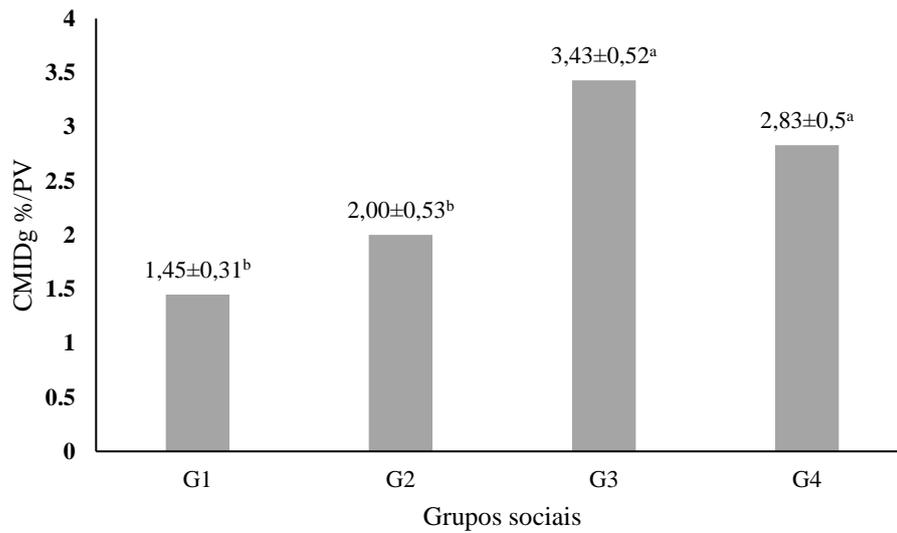
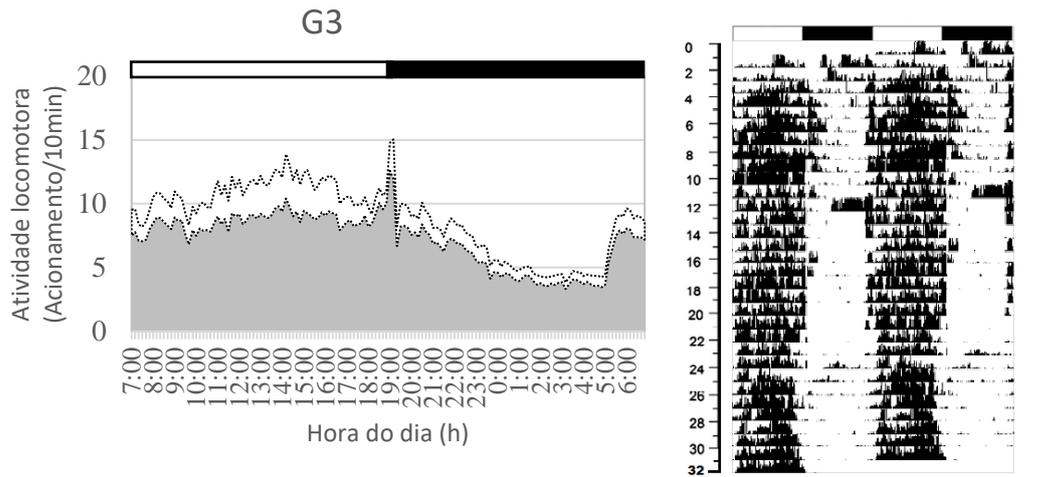
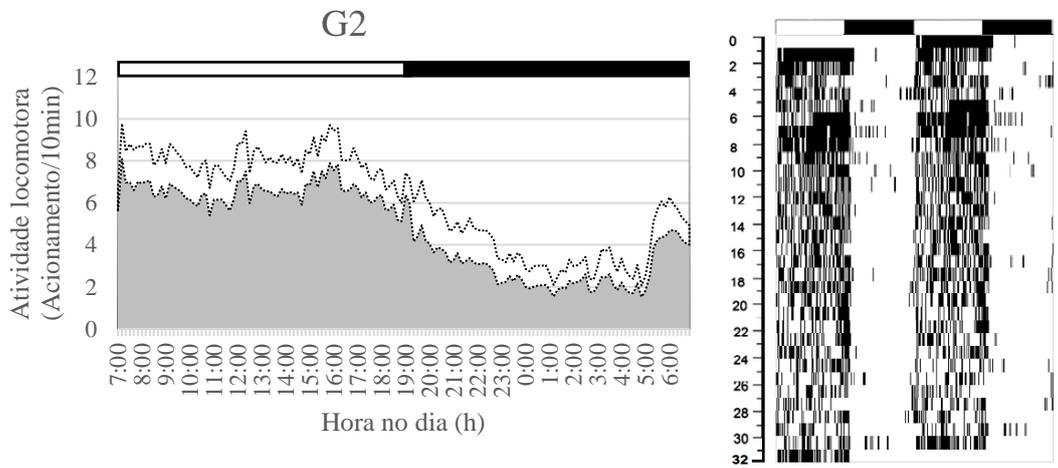
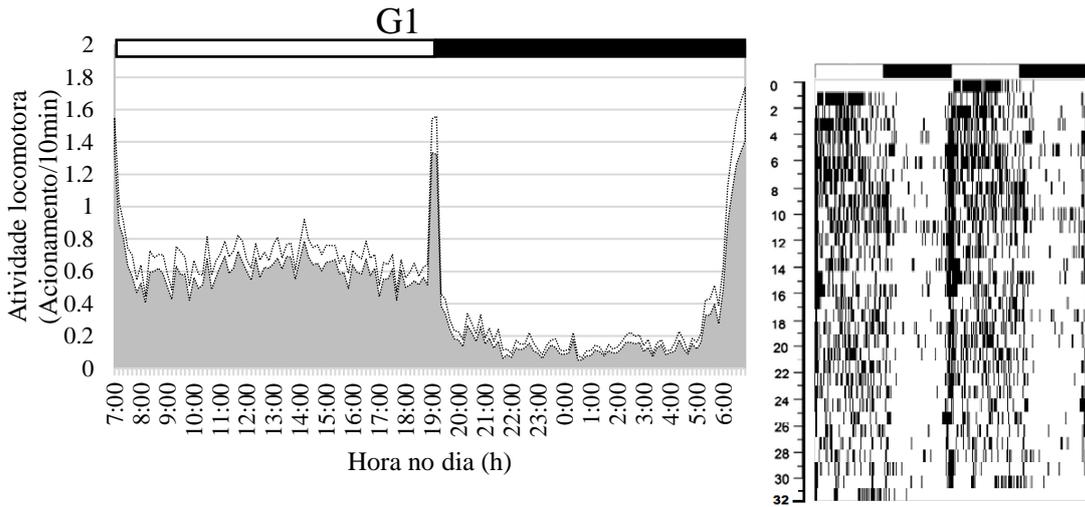


Figura 4. Consumo médio individual diário em relação a porcentagem do peso vivo (CMIDg%PV) em diferentes grupos sociais. Letras minúsculas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Os dados estão expressos por média \pm desvio padrão. P valor (0,0001).



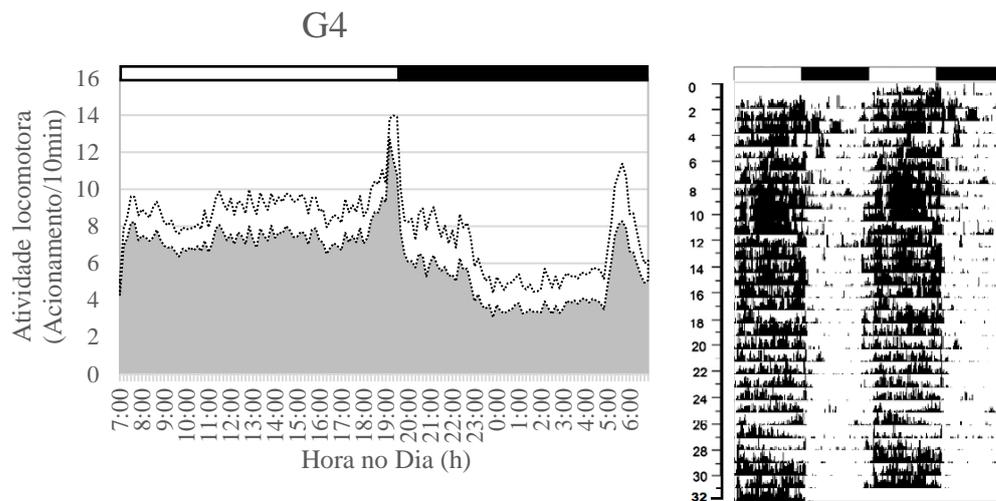


Figura 5. Actogramas de ondas diárias médias, mais erro padrão da média, para ritmos de atividade locomotora de acarás do Congo (*Amatlitania* sp.), em diferentes grupos sociais: (G1) casais $n=2$, (G2) grupo de machos e fêmeas $n= 6$, (G3) machos $n =6$ e (G4) fêmeas $n= 6$. As barras brancas e pretas na parte superior dos gráficos indicam a duração das fases clara (12 horas) e escura (12 horas), respectivamente. Para comparar a atividade diurna e noturna dentro de cada grupo foi aplicado teste T ($p<0,05$).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ciclídeo americano *Amatitlania* sp. é de interesse comercial, como espécie ornamental. O manejo inicial realizado demonstrou que essa espécie tem bons índices produtivos durante a larvicultura.

Os estudos realizados com as atividades: alimentar e de locomoção ajudam para que seja realizado um correto manejo desses animais em relação ao período do dia (diurnos) que esses apresentam.

O presente estudo contribuiu para a adequação do manejo produtivo de *Amatitlania* sp. em sistema de recirculação de água, trazendo novas informações que contribuem para o aprimoramento da aquicultura de ciclídeos ornamentais.