



BIANCA MACIEL SOARES PIMENTA NEVES

**RELAÇÃO MACHO E FÊMEA E PRESENÇA DE SUBSTRATO NO
COMPORTAMENTO REPRODUTIVO DE TILÁPIA NILÓTICA (*OREOCHROMIS
NILOTICUS*)**

**LAVRAS - MG
2018**

BIANCA MACIEL SOARES PIMENTA NEVES

**RELAÇÃO MACHO E FÊMEA E PRESENÇA DE SUBSTRATO NO
COMPORTAMENTO REPRODUTIVO DE TILÁPIA NILÓTICA (*OREOCHROMIS
NILOTICUS*)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Genética, Reprodução e Sanidade de Animais Aquáticos, para a obtenção do título de mestre.

Orientador
Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas
Coorientador
Prof. Dr. Luis Solis Murgas

**LAVRAS - MG
2018**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha
Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados
informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Neves, Bianca Maciel Soares Pimenta.

Comportamento reprodutivo de tilápia nilótica(*Oreochromis niloticus*) em diferentes relações macho e fêmea com e sem substrato / Bianca Maciel Soares Pimenta Neves. - 2018.

60 p.

Orientador(a): Rilke Tadeu Fonseca de Freitas.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2018.

Bibliografia.

1. *Oreochromis niloticus*. 2. Comportamento territorial. 3. Comportamento agonístico. I. Freitas, Rilke Tadeu Fonseca de. II. Título.

**RELAÇÃO MACHO E FÊMEA E PRESENÇA DE SUBSTRATO NO
COMPORTAMENTO REPRODUTIVO DE TILÁPIA NILÓTICA (*OREOCHROMIS
NILOTICUS*)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Genética, Reprodução e Sanidade de Animais Aquáticos, para a obtenção do título de mestre.

APROVADA em 09 de novembro 2018.

Rilke Tadeu Fonseca de Freitas UFLA

Luis David Solis Murgas UFLA

Gáston Andrés Fernandez Giné UFJF

Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas
Orientador
Prof. Dr. Luis Solis Murgas
Coorientador

**LAVRAS - MG
2018**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que sempre esteve presente em minha vida e que ilumina o meu caminho todos os dias.

Aos meus pais Sydney e Idamara, à minha irmã Larissa, pelo amor incondicional, apoio, confiança e pelo incentivo de sempre correr atrás dos meus sonhos.

Ao meu marido Fabio, pelo carinho e apoio em todos os momentos, mesmo nos mais difíceis, te amo.

Ao meu orientador Professor Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, pela confiança depositada em meu trabalho, por acreditar que eu era capaz, pelos conhecimentos transmitidos, pelo apoio, dedicação, orientação e amizade. Ao Professor Dr. Carlos Eduardo do Prado Saad e a Dra Professora Maria Emilia de Souza Gomes, pelo auxílio e incentivo na minha qualificação. Ao Professor Dr. Luis David Solis Murgas pela ajuda e contribuições ao longo do meu mestrado. Ao professor Dr. Gáston Andrés Fernandez Giné por aceitar participar da banca de defesa e contribuir com o conhecimento em comportamento animal. Vocês foram e são referências profissionais e pessoais na minha vida. Obrigada por estarem ao meu lado e acreditarem em mim.

Aos colegas e amigos de trabalho, Pedro, Aline, Felipe, Cícero, Vitoria, Renato, Diana, Grazi, Dani, Tima, Ester, Vivi, Eleci, turma do Naqua e Nepesca agradeço muito pela ajuda e boas risadas.

Ao márcio técnico do laboratório do DZO, muito obrigada pela ajuda na construção do laboratório, foi essencial

Aos amigos que de perto ou de longe me acompanharam em especial Isabela Jorge, Italo e a Republica Malagueta, por toda ajuda, compreensão e incentivo.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Programa de Pós- Graduação em Ciências Veterinárias.

Enfim, agradeço a todos que me auxiliaram vocês foram peças fundamentais para a realização deste projeto.

RESUMO

O comportamento reprodutivo da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) envolve a seleção de parceiros para o acasalamento e construção de ninhos para a desova, sendo a tilápia uma espécie que apresenta comportamento de Poliginia. Buscando entender os comportamentos que envolvem a escolha dos casais para a reprodução, o presente trabalho testou três relações macho:fêmea (1:1, 1:2 e 1:3) que foram distribuídas igualmente nos aquários com e sem substrato, totalizando 4 repetições destas proporções sexuais (tratamentos) em cada condição (com e sem substrato). Para a proporção sexual 1:1 foram utilizados 16 animais, a proporção sexual 1:2 24 animais e a 1:3, 32 animais, totalizando 72 animais em 24 aquários (60 L). O estudo teve a duração de 21 dias, sendo os 10 primeiros para observação do comportamento reprodutivo e os outros 11 dias para observação da construção dos ninhos. As observações do comportamento reprodutivo foram feitas por meio de câmeras de vídeos e registrados em um etograma que foi confeccionado a partir de observações do tipo varredura (scan sampling), de acordo com a hierarquia cronológica dos comportamentos, tais dados foram coletados segundo o método de Altmann (1974), a área dos ninhos foram quantificadas e registradas no 21º dia de estudo. Os resultados foram avaliados através de análises de variância fatorial, a frequência de ocorrência dos comportamentos reprodutivos foram influenciados pela presença de substrato e pelas relações macho:fêmea, bem como, se houve interação entre estes fatores. O teste de tukey foi utilizado para comparar as médias dos tratamentos, com ou sem a presença de substrato, posteriormente foi realizado análise de construção de ninhos, para essa análise foi utilizado o modelo de regressão linear múltiplo para relacionar a variável resposta área, com a variável dependente relação. Conclui-se que compreender o comportamento de diferentes relações sexuais macho:fêmea para a produção de Tilápia do Nilo são importantes quando se trata da reprodução. As relações mostraram diferentes comportamentos, sendo a mais agressiva a relação com 1 macho e 1 fêmea, porém esta mesma relação sexual apresentou maior taxa de procura para investimento em ninho, já a relação sexual 1 macho e 2 fêmeas apresentou maior taxa de construção de ninho o que pode ser um indicativo de cortejo entre os animais, já que o estudo mostrou que tanto o macho quanto a fêmea constroem os ninhos. A área dos ninhos correlacionada à relação sexual apresentou baixa correlação o que mostra não ser um indicativo dos parâmetros.

Palavras-chave: *Oreochromis niloticus*. Comportamento reprodutivo. Comportamento agonístico. Escolha da fêmea. Reprodução. Ciclideo.

ABSTRACT

The reproductive behavior of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) involves the selection of partners for mating and nesting for spawning, with tilapia being a species that exhibits polygyny behavior. The present work tested three male:female (1: 1, 1: 2 and 1: 3) relationships that were equally distributed in the aquariums with and without substrate, totaling 4 replications of these sexual proportions (treatments) in each condition (with and without substrate). For the sexual ratio 1:1 were used 16 animals, the sexual ratio 1:2 24 animals and 1:3, 32 animals, totaling 72 animals in 24 aquariums (60 L). The study had a duration of 21 days, the first 10 to observe the reproductive behavior and the other 11 days to observe the construction of the nests. The observations of the reproductive behavior were made through video cameras and recorded in an etogram that was made from scan sampling, according to the chronological hierarchy of the behaviors, such data were collected according to the method of Altmann (1974), the nests area were quantified and recorded on the 21st day of study. The results were evaluated through analysis of factorial variance, the frequency of occurrence of reproductive behaviors were influenced by the presence of substrate and male: female relationships, as well as, if there was interaction between these factors. The tukey test was used to compare the means of the treatments, with or without the presence of substrate, after which a nest construction analysis was performed. For this analysis, the multiple linear regression model was used to relate the variable area response, with dependent variable relationship. It is concluded that understanding the behavior of different male: female sex relations for the production of Nile Tilapia are important when it comes to reproduction. The relationships showed different behaviors, being the most aggressive the relationship with 1 male and 1 female, but this same sexual relation had a higher demand rate for nest investment, since the sexual relation 1 male and 2 females showed a higher rate of nest construction which may be indicative of courtship between the animals, since the study showed that both male and female construct nests. The nested area correlated with sexual intercourse presented a low correlation which shows that it is not indicative of the parameters reproduction.

Keywords: *Oreochromis niloticus*. Territorial behavior. Behavior agonistic. Female choice. Reproduction, Cycladic.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 PREPARAÇÃO DOS ANIMAIS PARA O EXPERIMENTO	14
3.2 PREPARAÇÃO DO LABORATÓRIO PARA O EXPERIMENTO	16
3.2.1 SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO ABERTA.....	18
3.3 INÍCIO DO EXPERIMENTO	18
3.4 ANÁLISE DO COMPORTAMENTO REPRODUTIVO	19
3.5 ANÁLISE DA ÁREA DOS NINHOS.....	24
3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5. CONCLUSÃO	30
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

Lista de Figuras

Figura 1 - Corte da nadadeira caudal (Fonte: Autora).....	14
Figura 2 - Nadadeira caudal cortada (Fonte: Autora).....	15
Figura 3 – Morfometria (Fonte: Autora)	15
Figura 4 - Massagem abdominal (Fonte: Autora)	16
Figura 5 - Esquema experimental (Fonte: Autora).....	17
Figura 6 - Aquário com a presença de substrato (Fonte: Autora)	17
Figura 7 - Aquário sem a presença de substrato (Fonte: Autora).....	18
Figura 8 - Procedimento experimental, aquários com presença de substrato cor vermelha e aquários sem a presença de substrato cor amarela, para cada aquário foi instalado uma câmera. (Fonte: Autora).....	19
Figura 9 - Etograma, catálogo de comportamentos para aquários com presença ou não de substrato.....	20
Figura 10 - Aquário 22 com ninho. Fonte (Autora)	21
Figura 11 - Aquário 19 com ninho. Fonte(Autora)	22
Figura 12 - Aquário 9 com ninho. Fonte (Autora)	22
Figura 13 - Aquário 6 com ninho. Fonte (Autora)	23
Figura 14 - Exemplo de ninhos em tanque escavado. Fonte (Autora)	23

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Dados comportamentais da relação 1 macho : 1 fêmea com a presença de substrato no aquário, de acordo com suas frequências.	27
Gráfico 2 - Dados comportamentais da relação 1 macho : 1 fêmea sem a presença de substrato nos aquários, de acordo com suas frequências.	27
Gráfico 3 - Dados comportamentais da relação 1 macho : 2 fêmeas com a presença de substrato no aquário, de acordo com suas frequências.	28
Gráfico 4 - Dados comportamentais da relação 1 macho : 2 fêmeas sem a presença de substrato no aquário, de acordo com suas frequências.	28
Gráfico 5 - Dados comportamentais da relação 1 macho : 3 fêmeas com a presença de substrato no aquário, de acordo com suas frequências.	29
Gráfico 6 - Dados comportamentais da relação 1 macho : 3 fêmeas sem a presença de substrato no aquário, de acordo com suas frequências.	29

1 INTRODUÇÃO

Os Ciclídeos africanos possuem uma diversidade de comportamentos reprodutivos que compreendem desde a liberação de gametas na água, defesa territorial, construção de ninho, cortejo e cuidado parental (Liley & Stacey, 1983). O comportamento sexual é regulado pelo eixo hipotalâmico hipofisário gonadal, o qual pode ser modulado por diversos fatores, entre eles, por interações intra- específicas (Francis et al., 1993; Oliveira et al., 1996; Borges et al., 1998; Crews, 1998).

O convívio entre indivíduos da mesma espécie, sejam do mesmo sexo ou não, desempenham funções importantes nos ciclídeos, podendo modular o estado interno dos animais, os níveis hormonais, o desenvolvimento gonadal e o comportamento reprodutivo (Liley & Stacey, 1983). A relação e o contato dos machos com as fêmeas, além de modular o comportamento reprodutivo (Silverman, 1978; Castro, 2004), são importantes para o reconhecimento específico (Knight & Turner, 1998), para sinalizar a condição reprodutiva (Thompson et al., 2004), e para a sincronização da reprodução (Stacey et al., 2001). Na tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), um ciclídeo africano, os machos estabelecem hierarquia de dominância, constroem ninho e atraem as fêmeas para acasalar (Lowe-McConnell, 1958).

O comportamento reprodutivo de construção de ninho é uma característica de diversos grupos de animais, incluindo os peixes. Nos peixes são os machos quem constroem os ninhos, os quais servem como local de acasalamento, local de cuidado com a prole, reduzindo a interferência de co-específicos e hetero-específicos no momento da desova, além de funcionarem como elementos da seleção sexual (Fryer & Iles, 1972; Mckaye et al., 1993).

Os machos constroem o ninho retirando o substrato com a boca, o substrato retirado vai dando forma a um círculo no fundo do local de alojamento que pode ser um aquário, tanques e até uma caixa d'água. Ele passa a defender o ninho contra intrusos e a cortejar fêmeas para desova, que ocorre dentro do ninho (Gonçalves-de-Freitas & Nishida, 1998).

Embora *O. niloticus* seja capaz de desovar mesmo na ausência de substrato (Mendonça & Gonçalves-de-Freitas, 2008) o comportamento de escavação e remoção do substrato com a boca para construção de ninhos pode explicar porque os machos preferem lugares com substrato. Além disso, existem estudos com machos de *O. Mossambicus* que mostram o bem-estar negativamente afetado pela ausência de substrato, o que reduziu a atividade geral e diminuiu o comportamento territorial e a atividade de escavação (Galhardo et al., 2008).

O Objetivo deste trabalho foi investigar a influência da proporção macho:fêmea e da presença de substrato no fundo dos aquários no comportamento agressivo e reprodutivo de uma população de tilápia do nilo em aquários. Pressupõe que a melhor relação para a reprodução é a que houver maiores comportamentos reprodutivos e identificar o quanto o substrato pode influenciar nestes comportamentos.

Projeto aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) da Pró-Reitoria de Pesquisa/UFLA, no dia 10/09/2018, protocolo nº 072/18.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A tilápia pertence à família Cichlidae, característica por apresentar interações competitivas entre machos (Baerends & Baerends van Roon, 1950) e escolha sexual das fêmeas (Kidd et al., 2006; Couldrige & Alexander, 2001). É uma das espécies mais importantes na aquicultura mundial (FAO, 2008) e apresenta sistema de acasalamento do tipo poligínico, com machos disputando intensamente o território e o acesso às fêmeas (Lowe-McConnell, 1958; Wong, 2004). A hierarquia dos machos é estabelecida por meio de interações agressivas, defesa do território e construção de ninho no substrato, o qual é utilizado como local para acasalamento (Lowe-McConnell, 1958). Após a desova, a fêmea recolhe os ovos na boca e afasta-se do ninho, cuidando da prole até a fase larval (Lowe-McConnell, 1958).

O ninho está associado à defesa de território e à reprodução (Gonçalves-de-Freitas & Nishida, 1999). Além disso, há correlação positiva entre o investimento em ninho dos machos e a visitação de fêmeas (Mendonça, 2006). O comportamento ondulatorio faz parte da corte e é descrito por Gonçalves-de-Freitas (1999) como uma ondulação vigorosa do corpo do animal no sentido ântero-posterior.

A tilápia moçambicana (*Oreochromis mossambicus*) prefere substratos e recusa lugares sem substrato, uma escolha que depende da classificação social e presença da fêmea (Galhardo et al., 2009). Algumas espécies selecionam o substrato de acordo com o tamanho do corpo. Peixes pequenos preferem substratos mais complexos (com estrutura emergente), que é útil como abrigos, e peixes grandes preferem substrato de areia, é um local melhor para

camuflagem devido à cor marrom semelhante entre o corpo do peixe e o solo (Atkinson et al., 2004).

As fêmeas ao selecionar seus parceiros podem obter benefícios diretos, como sua proteção, aumento da taxa de fertilização e acesso a melhores recursos, ou até mesmo benefícios indiretos, como o aumento do sucesso reprodutivo (Berglund, 1996; Barbosa & Magurran, 2006; Lailvaux & Irschick 2006). As características comportamentais dos machos podem influenciar na escolha da fêmea por um parceiro adequado (Andersson, 1994). As características sexuais e o comportamento de corte dos machos são alguns dos sinais utilizados pelas fêmeas como forma de acessar a qualidade dos machos (Barbosa & Magurran, 2006). Ao acasalar com o animal escolhido a fêmea pode aumentar seu sucesso reprodutivo (Barbosa & Magurran, 2006).

Em *Oreochromis mossambicus*, os machos que apresentam mais comportamentos de cortejo com as fêmeas são dominantes, constroem ninhos maiores e possuem maiores níveis de andrógenos (Oliveira et al., 1996). Sheldon (1994) sugere, em um estudo com aves, que o nível de atividade sexual do macho pode servir como uma fonte potencial de informação sobre sua fertilidade. É possível que o mesmo seja válido para peixes, pois em barrigudinho (*Poecilia reticulata*) os machos que cortejam mais as fêmeas também liberam uma maior quantidade de esperma (Matthews et al., 1997). Dessa forma, a sinalização dos machos, quer seja a exibição de comportamento de corte, construção de ninho, pode indicar suas habilidades para as fêmeas (Barbosa & Magurran, 2006).

Para os machos, uma forma de aumentar o sucesso reprodutivo está ligado em aumentar o número de parceiras reprodutivas, o que favorece a poligamia na maioria das espécies (Andersson, 1994). A presença da fêmea também pode induzir outras respostas nos machos, como incitar a competição (Cox & LeBoeuf, 1977) e aumentar a motivação sexual (Gaudemar et al., 2000).

3. Material e Métodos

3.1 Preparação dos animais para o experimento

O experimento foi realizado no laboratório de animais aquáticos do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, com duração de 21 dias no mês de setembro de 2018. Foram utilizados 72 animais da espécie *O. niloticus*, sendo 24 machos e 48 fêmeas, com peso de $50\text{g} \pm 10\text{g}$, provenientes do setor de piscicultura da Universidade Federal de Lavras. Os animais foram capturados 18 dias de antecedência e alojados em caixas d'água de 500 litros, separados machos das fêmeas, sem nenhum tipo de substrato, com a aeração e temperatura controlada em 27°C . Os animais foram alimentados com ração comercial contendo 36% de proteína bruta, oferecida 2 vezes ao dia. As caixas d'água foram sifonadas 2 vezes por semana para retirada dos resíduos. Após 14 dias nas caixas d'água os animais foram transferidos para os aquários, onde ficaram separados os machos das fêmeas por mais 3 dias para adaptação do novo sistema.

Os machos foram identificados com pequenos cortes na nadadeira caudal que, de acordo com Fernandes & Volpato (1993) e Gonçalves-de-Freitas (1999), não provoca alteração no comportamento.



Figura 1 - Corte da nadadeira caudal (Fonte: Autora)



Figura 2 - Nadadeira caudal cortada (Fonte: Autora)

O peso e as medidas morfométricas de todos os animais foram quantificados e anotados, para verificar se os animais estavam aptos à reprodução foi realizada uma massagem abdominal, apenas animais aptos foram selecionados para o experimento.



Figura 3 – Morfometria (Fonte: Autora)



Figura 4 - Massagem abdominal (Fonte: Autora)

3.2 Preparação do laboratório para o experimento

Foram utilizados 24 aquários de 40x50x60cm, equipados com termostato individual para manutenção da temperatura (27 °C), Aeradores para manutenção da oxigenação da água e fotoperíodo mantidos em 12 horas de luz (07:00 - 19:00). Os aquários foram revestidos com tecido verde em 3 laterais para evitar contato visual entre os animais de aquários vizinhos. A cor verde foi escolhida porque reduz o estresse e favorece a reprodução na tilápia-do-Nilo. Uma câmera por aquário foi centralizada na parte frontal de todos os aquários para registro dos comportamentos, 12 aquários foram revestidos com substrato. O substrato escolhido foi areia de fundo de rio com granulometria pequena e cor marrom, o que mais se assemelha ao natural, a camada utilizada foi de 1,5 a 2 cm. O sistema utilizado para o estudo foi o sistema de recirculação aberta, onde a água não era renovada e com isso não havia nenhum contato da água de um aquário com outro aquário.



Figura 5 - Esquema experimental (Fonte: Autora)

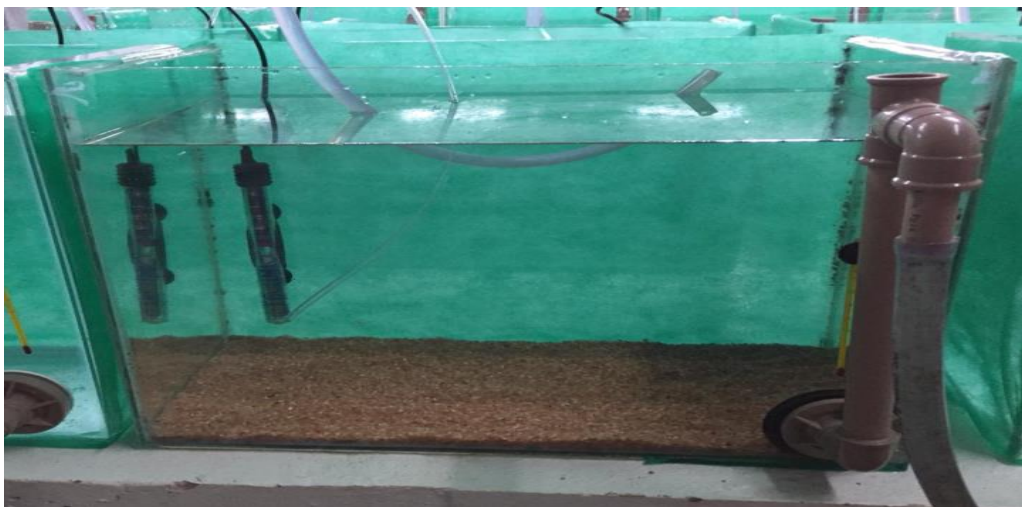


Figura 6 - Aquário com a presença de substrato (Fonte: Autora)

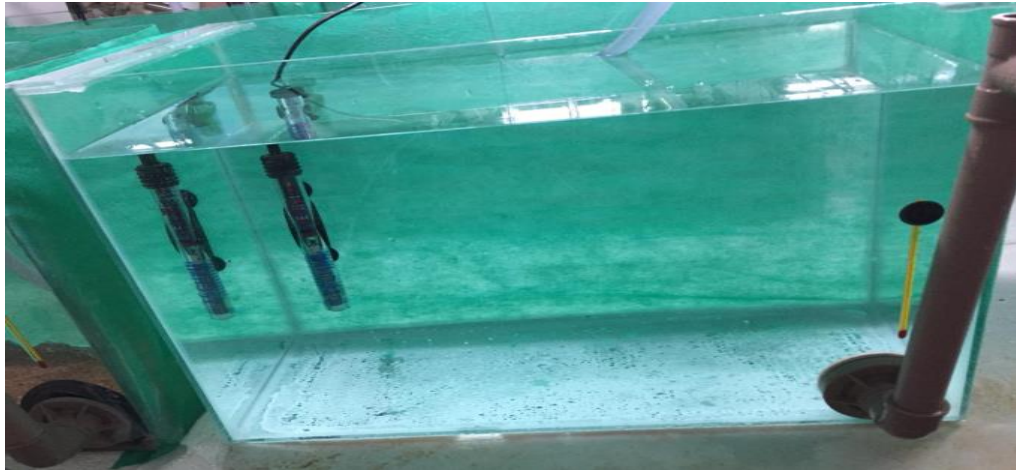


Figura 7 - Aquário sem a presença de substrato (Fonte: Autora)

3.2.1 Sistema de recirculação aberta

A água renovada era fornecida pelo sistema de abastecimento da Universidade Federal de Lavras, essa água era clorada, por esse motivo um filtro para remoção do cloro foi instalado na entrada de água do laboratório, esse filtro foi trocado de 5 em 5 dias para controle. Após o uso no sistema a água era descartada e direcionada para o sistema de tratamento de água da Universidade Federal de Lavras.

3.3 Início do experimento

Doze dos 24 aquários foram escolhidos aleatoriamente e receberam areia de rio como substrato de fundo, a qual tinha aproximadamente 0,5mm de granulometria, coloração marrom e uma camada de 1.5 a 2 cm de altura. Populações com 3 relações macho:fêmea (1:1, 1:2 e 1:3) foram distribuídas igualmente nos aquários com e sem a presença de substrato, totalizando 4 repetições destas proporções sexuais (tratamentos) em cada condição (com e sem substrato). Para a proporção sexual 1:1 foram utilizados 16 animais, a proporção sexual 1:2 24 animais e a 1:3, 32 animais, totalizando 72 animais.

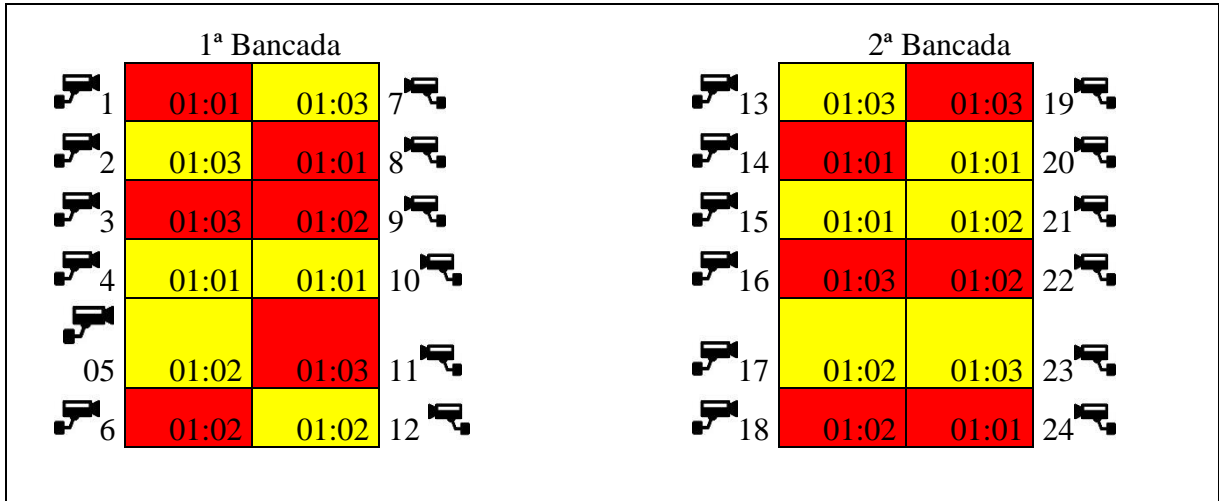


Figura 8 - Procedimento experimental, aquários com presença de substrato cor vermelha e aquários sem a presença de substrato cor amarela, para cada aquário foi instalado uma câmera. (Fonte: Autora)

3.4 Análise do comportamento reprodutivo

O etograma (Figura 9) foi confeccionado a partir de observações do tipo varredura (scan sampling), que foi dividido em quatro horários (13:00-13:10; 14:00-14:10; 15:00-15:10; 16:00-16:10), cada réplica foi filmada durante 10 minutos (40 minutos diariamente) do 1º dia ao 10º dia de experimento. Uma vez que o pico da atividade reprodutiva da tilápia-do-Nilo ocorre entre 13:00 e 17:00 h (Gonçalves, 1993; Baroiller et al., 1997), as filmagens foram realizadas nesse período.

As observações foram realizadas através de videotape de modo a não influenciar os comportamentos, evitando assim a percepção da presença do observador pelos peixes. Tais dados foram coletados segundo o método de Altmann (1974) e todas as observações foram realizadas por um único observador, todos os eventos pré exibidos pelos animais foram acrescentados a tabela.

Observações do comportamento reprodutivo de diferentes relações, com a presença de substrato ou sem a presença de substrato.

Data: Observados: Aquário Relação: Substrato:									
	Comportamentos reprodutivos								
Tempo	PE	M/F	F/F	F/M	NE	OND	FU	FN	PN
13:00-13:10									
M									
F									
14:00-14:10									
M									
F									
15:00-15:10									
M									
F									
16:00-16:10									
M									
F									

Figura 9 - Etograma, catálogo de comportamentos para aquários com presença ou não de substrato.

“**PE**”: Perseguição, o ato de perseguir um ou mais animais, “**M/F**”: Macho para fêmea, o ato dos ataques agressivos serem dos machos contra as fêmeas. “**F/F**”: Fêmea para Fêmea, o ato dos ataques agressivos serem de uma fêmea contra outra fêmea, “**F/M**”: Fêmea para Macho, o ato dos ataques agressivos serem das fêmeas contra o macho, “**NE**”: Nadar em torno de outro animal, sendo macho ou fêmea, “**OND**”: Ondulação, o ato de nadar com menos velocidade que o normal e em volta de outro animal no intuito de atraí-lo, “**FU**”: Fundo, o ato de mexer ou procurar substrato no fundo do aquário, “**FN**”: Fazendo Ninho, o ato de pegar o substrato com o boca com a finalidade de construção de ninho, “**PN**”: Parada no ninho, o ato de ficar imóvel dentro de um ninho.

Os comportamentos observados foram de “Perseguições”, tanto dos “machos contra as fêmeas”, quanto das “fêmeas contra os machos” e das “fêmeas contra outra fêmea” foram analisados. Os comportamentos agressivos são comuns na espécie *Oreochromis Niloticus*, essa espécie utiliza estes comportamentos para estabelecer hierarquia e dominância, no momento da reprodução esses comportamentos são importantes pois são um atrativo para escolha do sexo oposto para a formação do casal, por esse motivo cronologicamente são os primeiros comportamentos reprodutivos.

O comportamento “Nadar entre outro animal” representa o ato de um animal ir ao encontro de outro sem a finalidade de perseguição e sim nadar junto ao outro animal , para a reprodução esse comportamento pode ser definido como um pré cortejo, tanto do sexo feminino, quanto do masculino. O comportamento de “Fundo” representa o ato do animal procurar um substrato no fundo do aquário ou remexer o substrato mas sem construir ninho, esse comportamento pode ser definido como um indicativo para a construção do ninho.

O comportamento “Ondulatório”, este comportamento faz parte do comportamento de cortejo da tilápia-do-Nilo e é descrito por Gonçalves-de-Freitas (1999) como uma ondulação vigorosa do corpo do animal no sentido ântero-posterior. Durante a fase reprodutiva, a tilápia-do-Nilo se aproxima de um parceiro sexual e realiza ondulações (Gonçalves-de-Freitas, 1999). A ondulação difere dos movimentos de natação por ser mais intensa.

O comportamento “Fazer Ninho” e “Parado no Ninho”, são comportamentos que foram apenas observados em aquários que continham substratos, após a formação do casal o macho procura o substrato e com a boca ele limpa uma região fazendo círculos que são considerados ninhos, essa região é um atrativo para a fêmea, com isso eles ficam parados dentro desses ninhos esse comportamento é considerado reprodutivo pois faz parte da escolha e formação do casal para a reprodução.

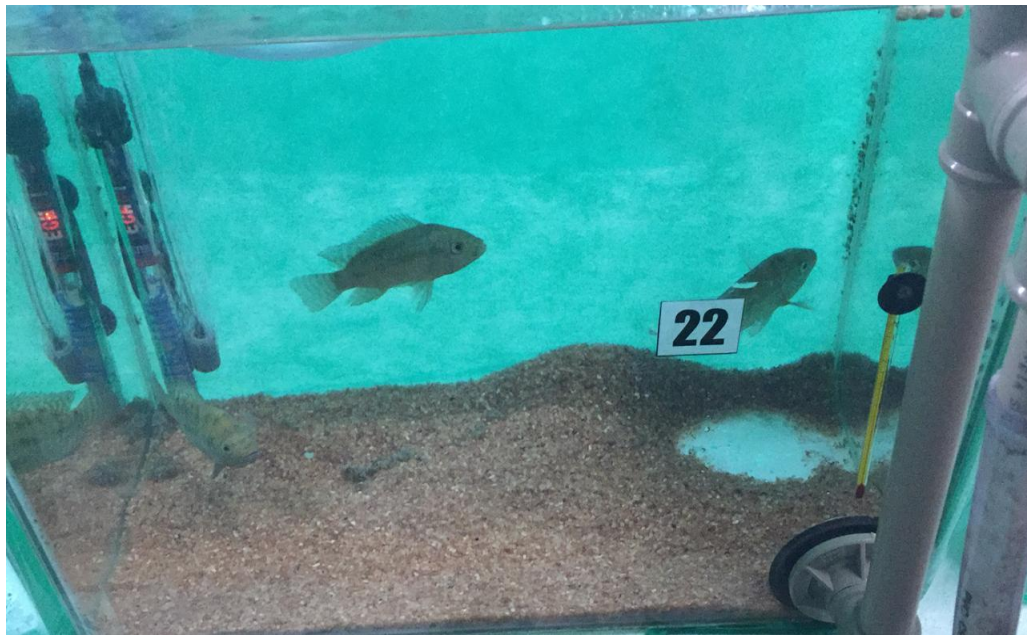


Figura 10 - Aquário 22 com ninho. Fonte (Autora)

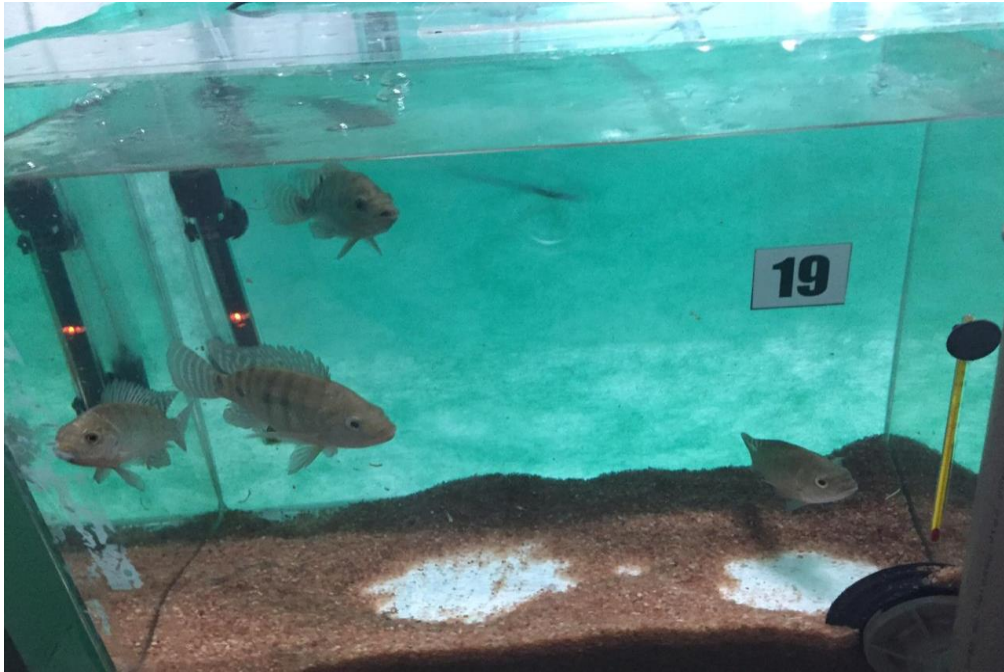


Figura 11 - Aquário 19 com ninho. Fonte(Autora)



Figura 12 - Aquário 9 com ninho. Fonte (Autora)

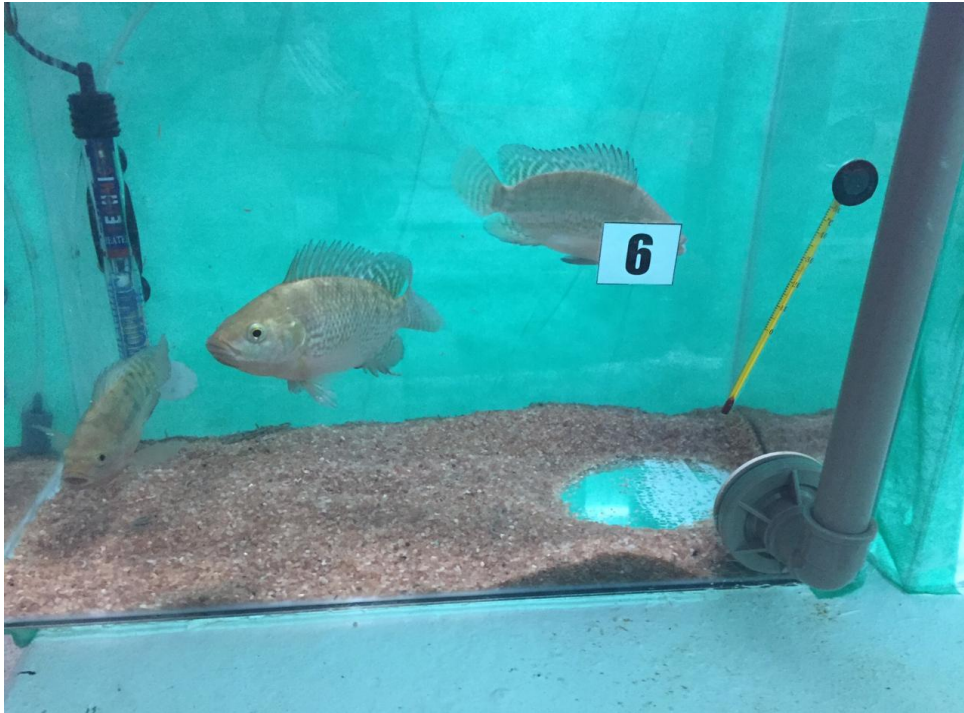


Figura 13 - Aquário 6 com ninho. Fonte (Autora)



Figura 14 - Exemplo de ninhos em tanque escavado. Fonte (Autora)

3.5 Análise da área dos ninhos

Ao final do experimento no 21º dia, os aquários foram inspecionados e a quantidade de ninhos e seu comprimento e largura registrados, com esses dados foi possível calcular a área dos ninhos e compara-las com as relações propostas no trabalho.

O modelo escolhido foi o de regressão linear múltiplo que relacionou a área construída dos ninhos e as relações macho:fêmea (1:1; 1:2; 1:3).

3.6 Análises Estatísticas

O experimento foi desenhado para ser analisado em um esquema fatorial de dois fatores (presença/ausência de substrato x 3 relações macho:fêmea). Foi então avaliado através de análises de variância fatorial, se a frequência de ocorrência dos comportamentos reprodutivos foram influenciados pela presença de substrato e pelas relações macho:fêmea, bem como, se houve interação entre estes fatores.

O teste de tukey foi utilizado para comparar as médias dos tratamentos, com ou sem a presença de substrato, posteriormente foi realizado análise de construção de ninhos, para essa análise foi utilizado o modelo de regressão linear múltiplo para relacionar a variável resposta área, com a variável dependente relação.

4. Resultados e Discussão

A frequência de todos os comportamentos foram ponderadas pela quantidade de animais de cada tratamento, os eventos registrados seguiram uma ordem cronológica para a reprodução, tendo os comportamentos agressivos como início devido os ciclídeos africanos entrarem em disputa para estabelecer dominância na fase inicial da reprodução.

Os dominantes tem vantagens em relação aos submissos, como maior taxa de crescimento (Volpato et al., 1989), construir ninhos em melhores locais (McKaye et al., 1990), ter acesso preferencial aos alimentos (Baerends & Baerends van Roon, 1950), apresentar melhor condição gonadal (Gonçalves-de-Freitas, 1993), maior frequência de acasalamento (Gonçalves-de-Freitas & Nishida, 1998) e maior sucesso reprodutivo (Wong & Candolin, 2005), sendo assim a frequência de eventos de perseguição foi influenciada significativamente pela relação sexual ($p = 0,001$), mas não pela presença de substrato ($p = 0,45$) ou interação destes dois fatores causais ($p = 0,62$). O teste de Tukey indicou que a

frequência média de perseguições foi maior quando a relação macho:fêmea foi de 1:3 (1,13) do que quando foi de 1:2 ou 1:1 (0,95 e 0,84, respectivamente).

A frequência dos comportamentos de brigas foi calculada somando os comportamentos de perseguição macho para fêmea, fêmeas para o macho e perseguições de fêmeas para outras fêmeas, sendo assim este comportamento foi influenciado significativamente pela relação sexual ($p = 0,004$), mas não pela presença de substrato ($p = 0,93$) ou interação destes dois fatores causais ($p = 0,61$). O teste de Tukey indicou que a frequência média de brigas foi maior quando a relação macho:fêmea foi de 1:1 (2,63) do que quando foi de 1:3 ou 1:2 (2,43 e 2,17, respectivamente).

A frequência do comportamento nadar em torno de outro animal, e a frequência do comportamento de ondulação, não foram influenciados pela relação sexual, pela presença de substrato ou interação destes dois fatores, esse resultado pode ser explicado por serem comportamentos considerados raros, que ocorrem no período de reprodução. Na tilápia-do-Nilo, a ondulação corporal faz parte do comportamento pré-desova, tanto em fêmeas como em machos (Gonçalves de Freitas, & Nishida, 1998), uma explicação para a baixa frequência do comportamento é de não ter ocorrido a desova. Além disso, Gonçalves-de-Freitas (1999) observou que a frequência desse comportamento é aumentada pela presença de fêmeas, no entanto no presente estudo, não houve diferenças quando se aumentou o número de fêmeas.

A frequência do evento de mexer ou escavar o fundo do aquário foi influenciada significativamente pela relação sexual ($p = 0,04$), mas não pela presença de substrato ($p = 0,13$) ou pela interação destes dois fatores causais ($p = 0,69$). O teste de Tukey indicou que a frequência média do evento mexer e escavar o fundo do aquário foi maior quando a relação macho:fêmea foi de 1:1 (1,64) do que quando foi de 1:3 ou 1:2 (1,36 e 1,34, respectivamente). O que indica que quando se tem apenas 1 macho e 1 fêmea eles procuram mais o substrato para atrair o parceiro no momento da reprodução, a sinalização dos machos como a construção de ninho, pode indicar suas habilidades para as fêmeas (Barbosa & Magurran, 2006).

A construção de ninhos é um indicador de prontidão para a reprodução, pois, na natureza, o macho primeiro constrói o ninho e depois corteja as fêmeas (MacBay, 1961). Os comportamentos reprodutivos de construção de ninho e ficar parado dentro do ninho, foram apenas registrados em aquários com a presença de substrato, estes eventos foram influenciados significativamente pela relação e a presença de substrato, tendo a relação 1 macho:2 fêmeas uma maior frequência em comparação as outras duas relações, no presente estudo as fêmeas assim como os machos realizaram a construção dos ninhos, diferente do que

se encontra na natureza, em alguns aquários as fêmeas chegaram a construir o ninho sem a presença do macho.

A renovação da água ajuda a manter uma água de boa qualidade, no entanto, esse procedimento pode prejudicar a comunicação química. Nessa condição, a água é desperdiçada e a informação química pode ser eliminada, afetando o comportamento dos peixes de várias maneiras. O presente estudo teve duração de 21 dias, sendo os 10 primeiros para análise de comportamento e os outros 11 dias para observação de construção de ninho e uma possível desova, porém não houve desova neste período o que pode ser explicado pela renovação da água e os animais estarem em um ambiente diferente da natureza.

Giaquinto e Volpato (1997) observaram que o reconhecimento dos dominantes e submissos para tais espécies foi prejudicado quando a comunicação química estava ausente, mesmo na presença de contato visual. Esses autores observaram por um vidro transparente (para permitir contato visual) com um orifício, permitindo o fluxo de água entre os compartimentos, quando o orifício foi fechado e a comunicação química foi interrompida, o peixe passou mais tempo lutando e a hierarquia não foi estabelecida, ao contrário das situações com comunicação química e, conseqüentemente, sinalização do status social. Estes resultados sugerem que os peixes estão respondendo a sinais químicos durante as competições e que essas comunicações podem desempenhar um papel importante nas relações de dominância. Assim, pode se explicar o porquê neste estudo, não ocorreu a desova, pois as pistas químicas para o reconhecimento poderiam ser levadas sob fluxo de água continuamente renovado.

Área da construção de ninhos

A construção dos ninhos foi observada e as medidas quantificadas para o cálculo da área, o modelo utilizado para relacionar a área construída de cada ninho com a relação sexual proposta no presente trabalho foi o modelo de regressão linear múltiplo, que relacionou a variável resposta área, com a variável dependente relação.

O modelo atendeu todos os pressupostos da análise de resíduos, ou seja, os erros foram independentes, normais, com média zero e variância constante e um $R^2 = 0,1336$, o que mostrou baixa correlação, o que significa que a área construída dos ninhos não eram influenciada pela relação sexual macho:fêmea.

Gráfico 1 - Dados comportamentais da relação 1 macho : 1 fêmea com a presença de substrato no aquário, de acordo com suas frequências.

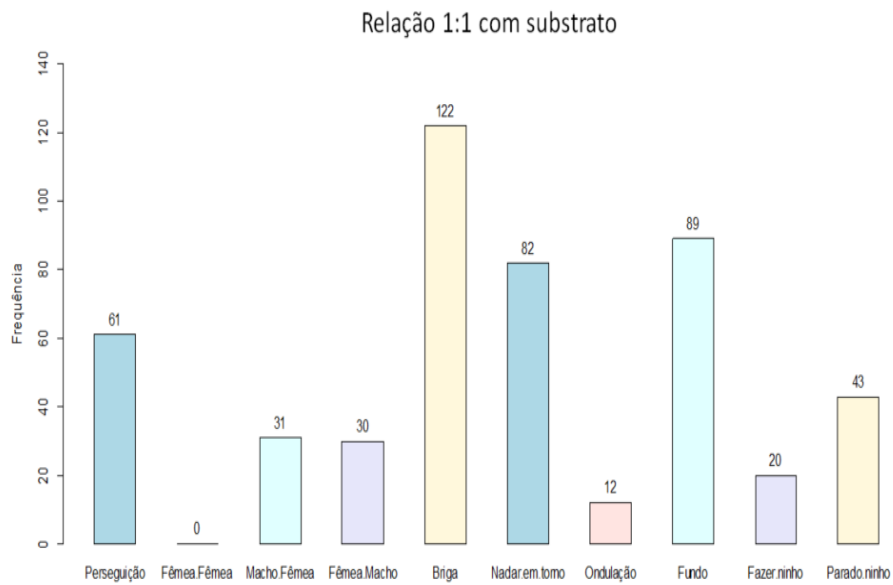


Gráfico 2 - Dados comportamentais da relação 1 macho : 1 fêmea sem a presença de substrato nos aquários, de acordo com suas frequências.

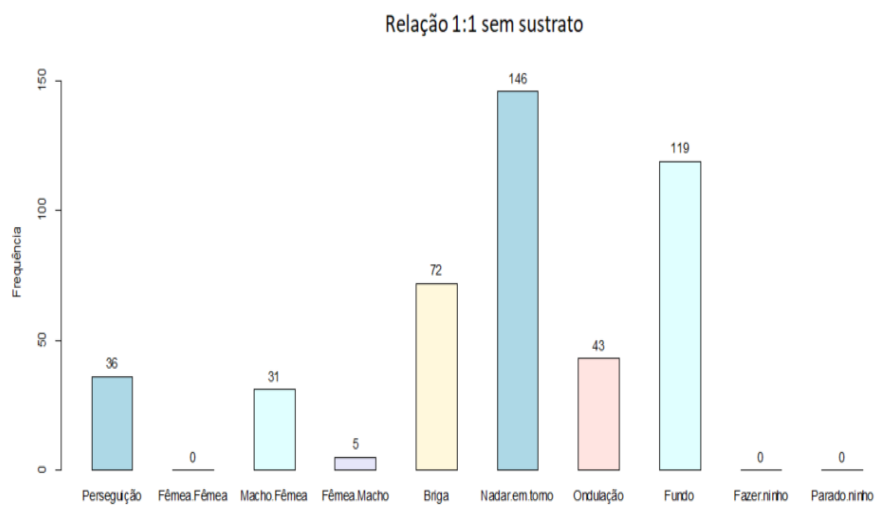


Gráfico 3 - Dados comportamentais da relação 1 macho : 2 fêmeas com a presença de substrato no aquário, de acordo com suas frequências.

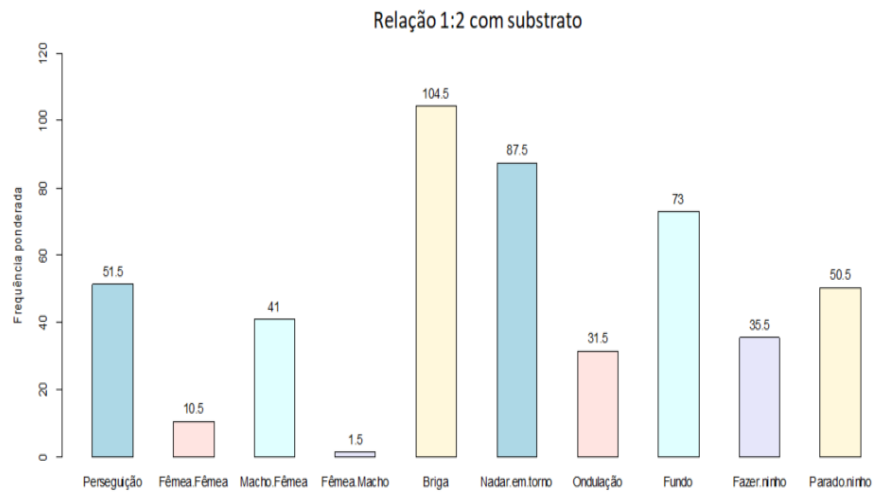


Gráfico 4 - Dados comportamentais da relação 1 macho : 2 fêmeas sem a presença de substrato no aquário, de acordo com suas frequências.

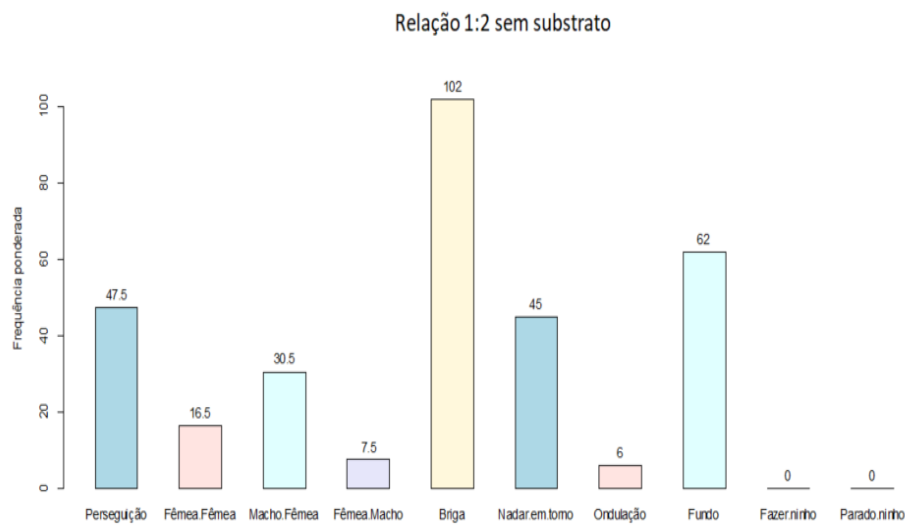


Gráfico 5 - Dados comportamentais da relação 1 macho : 3 fêmeas com a presença de substrato no aquário, de acordo com suas frequências.

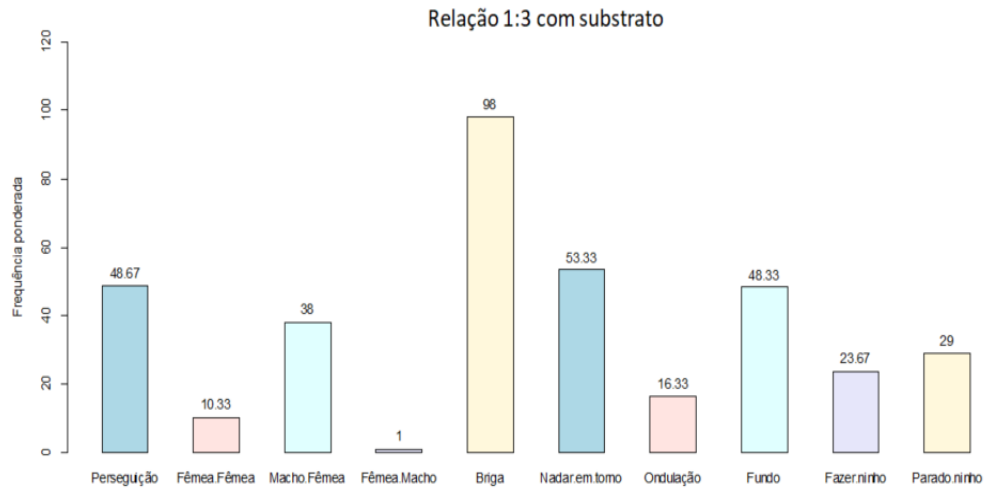
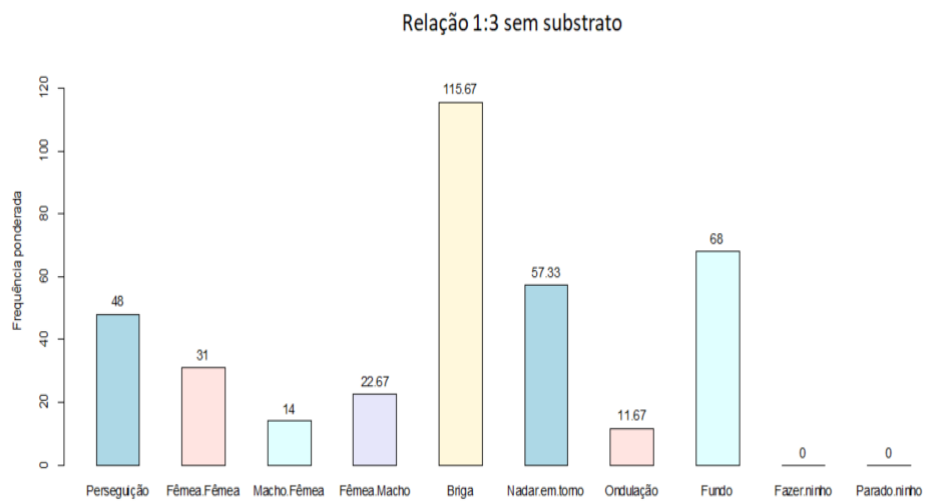


Gráfico 6 - Dados comportamentais da relação 1 macho : 3 fêmeas sem a presença de substrato no aquário, de acordo com suas frequências.



5. Conclusão

Conclui-se que compreender o comportamento de diferentes relações sexuais macho:fêmea para a produção de Tilápia do Nilo em sistemas diferentes da natureza são importantes quando se trata da reprodução.

As relações mostraram diferentes comportamentos, sendo a mais agressiva a relação com 1 macho e 1 fêmea, porém esta mesma relação sexual apresentou maior taxa de procura para investimento em ninho, já a relação sexual 1 macho e 2 fêmeas apresentou maior taxa de construção de ninho o que pode ser um indicativo de cortejo entre os animais, já que o estudo mostrou que tanto o macho quanto a fêmeas constroem os ninhos.

A área dos ninhos correlacionada á relação sexual apresentou baixa correlação o que mostra não ser um indicativo dos parâmetros.

6. Referências Bibliográficas

Liley, N.R. & Stacey, N.E. (1983) Hormones, pheromones and reproductive behavior in fish. In Fish Physiology, Volume IXB, Behavior and Fertility Control. (W. S. Hoar; D. J. Randall & E. M. Donaldson, eds). Academic Press, New York. pp. 1-63.

Stacey, N.; Fraser, E.J.; Sorensen, P. & Van Der Kraak, G. (2001) Milt production in goldfish: regulation by multiple social stimuli. Comparative Biochemistry and Physiology Part C, 130: 467-476.

Francis, R.C.; Soma, K.; Fernald, R.D. (1993) Social regulation of the brain pituitary-gonadal axis. Proc. Natl. Acad. Sci., 90: 7794-7798.

Oliveira, R.F.; Almada, V.C. & Canario, A.V.M. (1996) Social modulation of sex steroid concentrations in the urine of male cichlid fish *Oreochromis mossambicus*. Hormones and Behavior, 30: 2-12.

Oliveira, R.F.; Carneiro, L.A. & Canário, A.V.M. (2005) No hormonal response in tied fights. Nature, 437: 207-208.

Borges, A.R.; Oliveira, R.F.; Almada, V.C. & Canario, V.M. (1998) Short term modulation of 11-ketotestosterone levels in males of the cichlid fish *Oreochromis mossambicus* during male-female interactions. *Acta ethologica*, 1(1-2):43-48.

Crews, D. (1998) The evolutionary antecedents to love. *Psycho neuroendocrinology*, 23(8): 751-764.

Silverman (1978) Effects of different levels of sensory contact upon reproductive activity of adult male and female *Sarotherodon (Tilapia) mossambicus* (Peters); Pisces: Cichlidae. *Animal Behaviour*, 26: 1081-1090.

Castro, A.L.S. (2004) Efeito de estímulos visuais e químicos do sexo oposto na reprodução da tilápia-do-Nilo. Dissertação de Mestrado. Centro de Aqüicultura da UNESP, Jaboticabal, UNESP, SP. 40 p.

Knight, M.E. & Turner, G.F. (1998) Reproductive isolation among closely related Lake Malawi cichlids: can males recognize conspecific females by visual cues? *Animal Behaviour*, 58: 761-768.

Thompson, R.R.; George, K.; Dempsey, J. & Walton, J.C. (2004) Visual sex discrimination in goldfish: seasonal, sexual, and androgenic influences. *Hormones and Behavior*, 46: 646-654.

Lowe-McConnell, M. (1958) Breeding behaviour patterns and ecological differences between tilapia species and their significance for evolution within the genus *Tilapia* (Pisces; Cichlidae). *Proceedings of the Zoological Society of London*, 132: 1-31. 80

Fryer, G. & Iles, T. D. (1972). Breeding habits. In *The Cichlid Fishes of the Great Lakes of Africa* (Fryer, G. & Iles, T. D., eds), pp. 105–172. Neptune City, NJ: T.F.H. publications.

Gonçalves, E. (1993) Estratégias territoriais e reprodutivas da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências de Botucatu, UNESP, SP. 147 p.

Gonçalves-de-Freitas, E. (2002) Confrontos assimétricos e hierarquia de dominância em ciclídeos. *Anais do XX Encontro Anual de Etologia*. Natal-RN. pp. 137- 139.

Gonçalves-de-Freitas, E. & Ferreira, A.C. (2004) Female social dominance does not establish mating priority in Nile tilapia. *Revista de Etologia*, 6(1): 33-37.

Gonçalves-de-Freitas, E. & Nishida, S.M. (1998) Sneaking behaviour of the Nile tilapia. *Boletim Técnico do CEPTA*, 11: 71-79.

Mendonça, F.Z. (2006) Efeito da privação de ninho sobre a agressividade e o sucesso de acasalamento em machos de tilápia-do-Nilo. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto, UNESP, SP. 43 p.

Galhardo, L., Correia, J. & Oliveira, R. F. (2008). The effect of substrate availability on behavioural and physiological indicators of welfare in the African cichlid (*Oreochromis mossambicus*). *Animal Welfare* **17**, 239–254.

Huntingford, F. A., Adams, C., Braithwaite, V. A., Kadri, S., Pottinger, T. G., Sandoe, P. & Turnbull, J. F. (2006). Current issues in fish welfare. *Journal of Fish Biology* **68**,332–372. doi: 10.1111/j.1095-8649.2005.01046.x

Dawkins, M. S. (2006). Through animal eyes: what behaviour tells us. *Applied Animal Behaviour Science* **100**, 4–10. doi: 10.1016/j.applanim.2006.04.010

Duncan, I. J. H. (2006). The changing concept of animal sentience. *Applied Animal Behaviour Science* **100**, 11–19. doi: 10.1016/j.applanim.2006.04.011

Volpato, G. L. (2009). Challenges in assessing fish welfare. *Institute for Laboratory Animal Research Journal* **50**, 329–337.

Volpato, G. L., Gonçalves-de-Freitas, E. & Castilho, M. F. (2007). Insights into the concept of fish welfare. *Diseases of Aquatic Organisms* **75**, 165–171. doi:10.3354/dao075165

Baerends, G.P. & Baerends van Roon, J.M. (1950) An introduction to the study of the ethology of cichlid fishes. *Behavior Supply*, 1: 1-243.81

Kidd, M.R.; Danley, P.D. & Kocher, T.D. (2006) A direct assay of female choice in cichlids: all the eggs in one basket. *Journal of Fish Biology*, 68: 373-384.

Couldridge, V.C.K. & Alexander, G.J. (2001) Does the time spent near a male predict female mate choice in a Malawian cichlid? *Journal of Fish Biology*, 59: 667-672.

Wong, B.B.M. (2004) Superior fighters make mediocre fathers in the Pacific blue-eye fish. *Animal Behaviour*, 67: 583-590.

Wong, B.B.M. & Candolin, U. (2005) How is female mate choice affected by male competition? *Biological Reviews*, 80: 559-571.

Lowe-McConnell, M. (1958) Breeding behaviour patterns and ecological differences between tilapia species and their significance for evolution within the genus *Tilapia* (Pisces; Cichlidae). *Proceedings of the Zoological Society of London*, 132: 1-31.

Atkinson, C. J. L., Bergmann, M. & Kaiser, M. J. (2004). Habitat selection in whiting. *Journal of Fish Biology* **64**, 788–793. doi: 10.1046/j.1095-8649.2003.00340.x

Berglund, a.; Bisazza, a. & Pilastro, A. 1996. Armaments and ornaments: an evolutionary explanation of traits of dual utility. *Biological Journal of the Linnean Society*, 58: 385-399.

Barbosa, M. & Magurran, a.e. 2006. Female mating decisions: maximizing fitness? *Journal of Fish Biology*, 68: 1636-1661.

Lailvaux, s.p. & Irschick, d.j. 2006. A functional perspective on sexual selection: insights and future prospects. *Animal Behaviour*, 72: 263-273.

Andersson, M. B. (1994) *Sexual Selection*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Sheldon, B.C. (1994) Male phenotype, fertility, and the pursuit of extra-paircopulations by female birds. *Proc. of the Royal Society of London*, 257: 25-30.

Matthews, I.M.; Evans, J.P. & Magurran, A.E. (1997) Male display rate reveals ejaculate characteristics in the Trinidadian guppy *Poecilia reticulata*. *Proceedings of the Royal Society of London*, 264: 695-700.

Cox, C.R. & LeBoeuf, B.J. (1977) Female incitation of male competition: a mechanism in sexual selection. *American Naturalist*, 111: 317-335.

Gaudemar, B.; Bonzom, J.M. & Beall, E. (2000) Effects of courtship and relative mate size on sexual motivation in Atlantic salmon. *Journal of Fish Biology*, 57: 502-515.

Yaron, Z.; Ilan, Z.; Bogolnaya, A. & Vermaak, J.F. (1983) Steroid hormones in two Tilapia species: *Oreochromis aureus* and *O. niloticus*. *Annals of International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Israel*, pp. 41-42, 1983.

Crews, D. (1998) The evolutionary antecedents to love. *Psychoneuroendocrinology*, 23(8): 751-764.

Castro, André Luis da Silva. Efeito de estímulos visuais e químicos do sexo oposto na reprodução da tilápia-do-Nilo. 2004. 35 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2004.

Genovez, Lara Wichr. Estresse de dominância e respostas metabólicas da tilápia-do-Nilo. 2014. viii, 57 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu, 2014.

Carvalho, T.S.G. et al. Use of collard green stalks as environmental enrichment for cockatiels (*Nymphicus hollandicus*) kept in captivity. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* [online]. 2017, vol.69, n.3, pp.718-724.

Castro, C.S.S. 2010. Pesquisa com primatas em ambiente natural: técnicas para coleta de dados ecológicos e comportamentais. 62^a SBPC, Natal-RN.

Dulka, J.G.; Stacey, N.E.; Sorensen, P.W. & Van der Kraak, G.J. (1987) A steroid sex pheromone synchronizes male-female spawning readiness in goldfish. *Nature*, 325:251-253.

Gonçalves, E. (1993) Estratégias territoriais e reprodutivas da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Dissertação de Mestrado*. Instituto de Biociências de Botucatu, UNESP, SP. 147 p.

Baroiller, J.F. Desprez, D., Carteret, Y., Tacon, P., Hoareau, M.C., Mélard, C. & Jalabert, B. (1997) Influence of environmental and social factors on the reproductive efficiency in three tilapia species, *Oreochromis niloticus*, *O. aureus* and the red tilapia (Red Florida strain). In *Proceedings of the forth International Symposium on Tilapia in Aquaculture* (K. Filtzsimmons, ed.). Orlando, U.S.A., pp.158-252.