



**ALINE JUNQUEIRA GROSSI**

**PLANOS DE LUZ DO AMBIENTE NA PREPARAÇÃO  
PARA A REPRODUÇÃO DE FÊMEAS DE TILÁPIA  
NILÓTICA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*)**

**LAVRAS - MG  
2019**

**ALINE JUNQUEIRA GROSSI**

**PLANOS DE LUZ DO AMBIENTE NA PREPARAÇÃO PARA A  
REPRODUÇÃO DE FÊMEAS 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 David Solis Murgas

**LAVRAS - MG  
2019**

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

Grossi, Aline Junqueira.

Planos de luz do ambiente na preparação para reprodução de  
fêmeas de Tilápia Nilótica (*Oreochormis niloticus*) / Aline

Junqueira Grossi. - 2019.

43 p. : il.

Orientador(a): Rilke Tadeu Fonseca de Freitas.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de  
Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Luz. 2. Reprodução. 3. Tilápia. I. Freitas, Rilke Tadeu  
Fonseca de. II. Título.

**ALINE JUNQUEIRA GROSSI**

**PLANOS DE LUZ DO AMBIENTE NA PREPARAÇÃO PARA A  
REPRODUÇÃO DE FÊMEAS 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 31 de outubro de 2019  
Dra. Gilmara Junqueira Machado Pereira UFLA  
Dr. Daniel Okamura Acqua, Projetos e Consultoria

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

**LAVRAS - MG  
2019**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado forças para chegar até aqui.

Aos meus pais por terem me dado todo o apoio para que esse dia fosse possível chegar.

Ao pessoal do setor de Psicultura da UFLA por terem me ajudado a desenvolver esse trabalho. Em especial a Grazi e a Diana por terem me ajudado na parte de interpretar os resultados.

Ao Pedro e a Bianca por terem me aguentado durante esses quase três anos com a amolação na cabeça para entender o que estava sendo feito.

Ao Prof. Rilke por ter me dado a oportunidade de fazer o mestrado e trabalhar com o que criei na cabeça.

Ao Prof. Murgas por ter me ajudado a ter ideias do que ser feito com a elaboração do experimento.

À Prof. Helena Librard por ter ajudado a entender mais sobre as luzes do experimento.

A Gilmara por ter me ajudado na parte dos ovócitos e os ensinamentos durante o experimento.

Ao Eleci por toda sua dedicação em ajudar a todos no setor.

A Universidade Federal de Lavras por ter me dado a oportunidade de me tornar mestre.

Aos meus amigos que muitas vezes foram meu apoio quando tudo parecia desabar, em especial a Rafa por ter me ajudado bastante.

Agradeço a banca Daniel e Gilmara pelas contribuições no trabalho.

## RESUMO

A aquicultura é a atividade de produção de alimentos que mais se expandiu em todo o mundo nos últimos anos. Enquanto isso, a tilápia do Nilo é a segunda espécie de peixe mais produzida no mundo. Em geral, as espécies de tilápia têm características de reprodução favoráveis, mas um problema para os produtores é que a tilápia é assíncrona, o que significa que não pode formar muitas famílias em um curto período. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar como diferentes cores de luz e dias de exposição influenciam no preparo para a reprodução da tilápia do nilo (fêmeas da linhagem UFLA). Um total de 192 fêmeas foram distribuídas aleatoriamente em 16 caixas d'água de 500 litros com 12 fêmeas cada, e submetidas a quatro tipos de luzes (azul, verde, vermelha e branca) e quatro tempos de exposição (14, 21, 28 e 35 dias). Ao final de cada período, foi coletado sangue de todos os animais para análise de glicose. Cinco fêmeas de cada caixa foram abatidas ao final de cada período de exposição para coleta de gônadas e fígado, e as demais fêmeas foram extrusadas para avaliação do estágio de maturação. Os animais foram identificados e suas medidas morfométricas e pesos foram medidos no início e no final de cada período do experimento. Para as diferenças entre os tratamentos (cores e tempos de exposição), foi realizada uma análise de variância (ANOVA) para as variáveis morfométricas e reprodutivas submetidas ao teste de Duncan, para mostrar as diferenças entre as médias utilizando peso final (PF) e inicial peso (PI). Uma análise de regressão linear múltipla foi realizada para relacionar as diferenças entre as variáveis de resposta e a variável dependente. Observamos que as luzes azul e branca tiveram o maior ganho de peso dos peixes durante todo o experimento, e que a cor verde teve o maior peso do fígado e gonadal. Quanto mais tempo os peixes ficaram expostos (35 dias), melhor foi o desempenho geral. De acordo com os resultados, a cor da luz, o tempo de exposição e a relação entre a cor e o tempo de exposição são fatores importantes para o desempenho reprodutivo da tilápia do Nilo, afetando o crescimento e o desenvolvimento dos peixes.

**Palavras-chave:** Fêmea, Luz, *Oreochromis niloticus*, Reprodução

## ABSTRACT

Aquaculture is the food production activity that has expanded worldwide the most in recent years. Meanwhile, Nile tilapia is the second most produced fish species in the world. In general, tilapia species have favorable reproduction characteristics but one issue for producers is that the tilapia is asynchronous, which means it cannot form many families in a short period of time. Thus, the present study aimed to evaluate how different colors of light and days of exposure influenced the preparation for the reproduction of Nile tilapia (UFLA lineage females). A total of 192 females were randomly distributed in 16 water tanks of 500 liters with 12 females each, and submitted to four types of lights (blue, green, red, and white) and four exposure times (14, 21, 28, and 35 days). At the end of each period, blood was collected from all animals for glucose analysis. Five females from each box were euthanized at the end of each exposure period for gonad and liver collection, and the other females were extruded to evaluate the oocyte maturation stage. The animals were identified and their morphometric measurements and weights were measured at the beginning and end of each period of the experiment. For the differences between the treatments (colors and exposure times), an analysis of variance analysis (ANOVA) was performed for the morphometric and reproductive variables submitted to the Duncan test, to show the differences between the averages using final weight (PF) and initial weight (PI). An analysis of multiple linear regression was performed to relate the differences between the response variables and the dependent variable. We observed that the blue and white lights led to higher fish weight gain during the whole experiment, and that the green color led to higher liver and gonadal weight. The longer the fish were exposed (35 days), the better was the overall performance. According to the results, the color of the light, exposure time, and the relationship between color and exposure time are important factors for the Nile tilapia reproductive performance, affecting the growth and development of the fish.

**Keywords:** Female, Light, *Oreochromis niloticus*, Reproduction

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
2.1 AQUICULTURA .....	9
2.2 <i>OREOCHROMIS NILOTICUS</i> .....	10
2.3 MELHORAMENTO GENÉTICO .....	10
2.4 REPRODUÇÃO .....	11
2.5 FOTOPERÍODO E LUMINOSIDADE .....	13
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 LOCAL E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....</b>	<b>16</b>
3.2 LÂMPADAS.....	17
3.3 ANIMAIS.....	19
3.4 COLETA DE SANGUE.....	20
3.5 AVALIAÇÃO DE GÔNADAS E FÍGADO.....	21
3.6 AVALIAÇÃO DOS OVÓCITOS .....	21
3.7 ANÁLISE DE DADOS .....	22
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>22</b>
4.1 DIFRAÇÃO DAS LÂMPADAS.....	22
4.2 MORFOMETRIA E PARÂMETROS REPRODUTIVOS .....	23
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento da demanda mundial por proteína de origem animal e de boa qualidade vem contribuindo para impulsionar a aquicultura brasileira. Dentre as atividades da aquicultura, a piscicultura vem se destacando. Em 2012 a produção mundial de pescado foi de 158 milhões de toneladas (FAO, 2012), Neste cenário, o Brasil ocupa a 12<sup>a</sup> posição em produção aquícola, com alto potencial para piscicultura devido às suas condições ambientais favoráveis, elevada diversidade de espécies nativas com potencial para crescimento, além da vasta disponibilidade de recursos hídricos (NAVARRO & NAVARRO, 2017).

Atualmente a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a segunda espécie de peixe mais produzida no mundo, e ocupa o primeiro lugar em nosso país, sendo o Brasil hoje o 4<sup>o</sup> colocado na produção mundial dessa espécie. A tilápia possui características reprodutivas favoráveis aos programas de melhoramento genético, como alta prolificidade, maturidade sexual precoce, fecundidade relativa elevada e desova parcelada. Entretanto, isso faz com que o controle reprodutivo seja um dos maiores desafios na tilapicultura (TURRA et al., 2010). Neste contexto, é necessário o desenvolvimento de técnicas e estratégias reprodutivas para sincronizar a sua reprodução e consequentemente obter uniformidade no plantel e controle reprodutivo.

A sincronização talvez seja um dos fatores mais relevantes para o melhoramento genético, no qual espera-se um maior número de proles em um intervalo curto de tempo. A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) possui desova parcial e pode reproduzir ao longo do ano dependendo das condições em que são submetidas. Os peixes podem ter sua reprodução influenciada tanto por fatores bióticos como por fatores abióticos. A temperatura e o fotoperíodo são os fatores abióticos que mais podem influenciar os parâmetros reprodutivos dos peixes (ALVARENGA et al., 2015). Em tilápias, temperaturas entre 25-30°C são adequadas para a atividade reprodutiva (BHUJEL, 2000; ALVARENGA e FRANÇA, 2009) e quanto ao fotoperíodo, dias longos acentuam a produção de larvas (RIDHA e CRUZ, 2000; CAMPOS-MENDOZA, 2004). Por outro lado, fatores bióticos como tamanho, nutrição e densidade de estocagem do reprodutor e proporção machos:fêmea são variáveis que podem ser controladas (ALVARENGA et al., 2015).

Para os peixes, os estímulos ambientais são cruciais na modulação do seu ciclo de vida, portanto, as modificações inerentes ao ambiente podem afetar o comportamento das espécies (NAVARRO et al., 2013; NAVARRO et al., 2014). As variáveis ambientais têm efeito sobre o crescimento, sobrevivência, respostas fisiológicas dos peixes (NAVARRO et al., 2017), e atualmente vários estudos estão sendo feitos com intuito de minimizar o estresse dos peixes

decorrentes de fatores como manejo, qualidade da água, luminosidade, temperatura entre outros fatores que causam estresse (BANI et al., 2009). Dentre os fatores ambientais destacamos a luminosidade, que é uma condição ambiental essencial para a sobrevivência dos peixes (NAVARRO & NAVARRO, 2012), sendo a luz, o principal fator responsável pelo controle do ritmo biológico dos animais (VOLPATO; TRAJARO, 2006).

Os peixes respondem de formas variadas à luz, podendo ser reflexo de adaptações específicas ao seu ambiente, onde a luz pode variar em termos de quantidade (intensidade luminosa), qualidade (espectro de absorção) e periodicidade (duração da luz ou fotoperíodo) (FÁLCON et al., 2010). Em relação ao espectro de luz, a cor do ambiente pode interferir em aspectos da biologia dos animais, principalmente no que se refere ao seu comportamento (SOARES; HAYASHI; FARIA, 2001). Além disso, esta corresponde a um dos diversos estímulos ambientais que, em condições de criação, pode ser facilmente manipulada a fim de alterar aspectos fisiológicos (NAVARRO & NAVARRO, 2017)

O efeito das cores sobre os desempenhos produtivo e reprodutivo de peixes dependerá dentre outros fatores, da espécie a ser estudada, do sexo e do estágio de desenvolvimento dessa espécie e é de suma importância para melhor bem-estar dos animais e para obtenção de maiores rendimentos no setor de piscicultura. Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da luz e do período na preparação de fêmeas de Tilápia do Nilo da linhagem UFLA para a reprodução.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Aquicultura**

A aquicultura é a atividade de produção de alimentos que tem se expandido no mundo nos últimos anos devido ao crescimento demográfico e a constante busca por alimentos saudáveis, ao mesmo tempo em que a pesca extrativa já não atende a essa demanda (FAO, 2012).

A aquicultura mundial vem crescendo significativamente nos últimos 50 anos, mantendo-se a frente do crescimento populacional ao apresentar uma taxa média anual de 3,2%, atingido no ano de 2014 uma produção de 73,8 milhões de toneladas. Assim, o consumo mundial per capita de peixes teve um aumento em média de 9,9 kg na década de 1960 para 14,4 kg na década de 1990 e 19,7 kg em 2013, estimando para 2015 um crescimento superior a 20 kg (FAO, 2016). O crescimento do consumo não se deve somente ao aumento da produção,

mas também a diminuição do desperdício e o aumento da eficiência produtiva. Em 2015 o pescado representou em torno de 17% da proteína animal consumida no mundo (FAO 2018).

A produção mundial de tilápias, foi influenciada fortemente pela rápida expansão da espécie *Oreochromis niloticus*, cultivada em mais de 100 países, incluindo Brasil (KUBITZA, 2000). Sendo, a espécie mais importante do século XXI, representando cerca de 72,5% da produção mundial da tilápia cultivada em 2010 (FAO, 2010).

## **2.2 *Oreochromis niloticus***

De coloração acinzentada a tilápia do Nilo possui corpo comprimido lateralmente e com a linha lateral dividida em dois segmentos. É um peixe de grande rusticidade, adaptabilidade a diversos sistemas de produção, tolerância a uma ampla faixa de temperatura (em ambientes de água doce, de 14 a 33°C), baixa concentração de oxigênio dissolvido na água e a alta concentração de amônia. Apresenta tolerância também a variações de salinidade e a altas densidades. De hábito alimentar onívoro, em ambiente natural, alimenta-se principalmente de fitoplâncton, algas bentônicas, insetos aquáticos, pequenos crustáceos, entre outros, aceitando bem ração em sistemas de produção (KUBITZA, 2000; MORO et al., 2013).

A linhagem UFLA foi originada da doação de 2000 alevinos de tilápia nilótica pela Faculdade de Agricultura e Ciências Veterinárias da UNESP, Campus Jaboticabal, sendo essa linhagem a primeira a povoar a Estação de Piscicultura da UFLA quando foi inaugurada em 1978. A linhagem UFLA tem como característica de destaque a textura firme do filé e o contínuo consumo de ração mesmo em temperaturas abaixo de 18°C (DIAS, 2015).

## **2.3 Melhoramento genético**

O melhoramento genético de tilápias, no Brasil, teve início em 2005, sendo o primeiro país da América Latina a receber a linhagem GIFT por intermédio da Estação Experimental em Piscicultura da Universidade Estadual de Maringá (UEM-CODAPAR), com a importação de 30 famílias da variedade “genetically improved farmed tilapias (GIFT)” provindas da Malásia (SANTOS et al., 2011).

Para tilápias as características reprodutivas como rápido crescimento, alta prolificidade, maturidade sexual precoce e fecundidade relativa são as de maior relevância econômica em programas de melhoramento de tilápias, sendo a taxa de crescimento o principal propósito de seleção nos poucos programas de melhoramento de peixe existentes (PORTO et al., 2015;

TURRA et al., 2010). Os programas de melhoramento para tilápia tem como objetivo melhorar a gestão da endogamia em populações de seleção fechada, o controle dos efeitos das interações genótipo/ambiente, produção simultânea de grande número de famílias de irmãos completos e meios-irmãos para espécies com comportamento assíncrono de desova (TURRA et al., 2013).

A sincronização talvez seja um dos fatores mais relevantes para o melhoramento genético. Conhecer um método que seja eficiente para resolver esse problema quanto a sincronização das fêmeas, facilitara a reprodução, pois essas fêmeas irão desovar todas no mesmo período, aumentando a produção e facilitando a vida do produtor.

O desenvolvimento de programas de melhoramento genético não é só para atender à crescente demanda mundial por pescado, mas também para reduzir os custos de produção, melhorar a sua reprodução, o aproveitamento alimentar e a qualidade dos produtos (GJEDREM, 2000; PERAZZA, 2015).

## **2.4 Reprodução**

Os teleósteos alcançaram sucesso em ambientes distintos por apresentarem várias estratégias reprodutivas, que englobam táticas extremas. Essa grande variedade de estratégias e táticas de ciclo de vida permitiu sua adaptação a ambientes nos quais tanto as condições bióticas, como disponibilidade de alimento e pressão da predação, quanto as abióticas, como temperatura, fotoperíodo, oxigênio disponível, as quais variam amplamente no espaço e no tempo. Frente a toda essa variabilidade, os teleósteos são capazes de alocar energia, via alimentação, e, por meio de uma gama de estratégias, utilizar parte da mesma transformando-a em prole, de modo a garantir seu sucesso reprodutivo (VAZZOLER, 1996).

Para os peixes de interesse comercial, controlar a reprodução é essencial e pode compreender tanto sua inibição quanto sua estimulação (ALVARENGA et al., 2015). A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) possui desova parcial e pode reproduzir ao longo do ano dependendo das condições em que são submetidas.

Em peixes, dois processos são importantes na reprodução: vitelogênese e desova. A desova da Tilápia do Nilo começa quando a temperatura atinge 24 ° C. A fêmea madura desova e assim que os ovos são fertilizados pelo macho, a fêmea recolhe os ovos em sua boca. A fêmea incuba os ovos em sua boca até que o saco vitelino seja absorvido. As tilápias não possuem uma reprodução sincronizada (FAO, 2016).

Os peixes, podem sofrer diversas alterações fisiológicas quando submetidos a situações estressantes, afetando assim seus processos reprodutivos devido à depressão da glândula

pituitária e dos níveis plasmáticos de gonadotropinas (CARRAGHER et al., 1989), ao decréscimo de níveis de hormônios esteroides (PICKERING et al., 1987) e a redução no tamanhos dos ovos e da qualidade das larvas (CAMPBELL et al., 1992). Essas alterações podem ser primárias com o aumento de catecolaminas, adrenalina e noradrenalina, e corticosteroides no plasma (NAVARRO et al., 2015), secundárias como os efeitos metabólicos e hematológicos e terciárias que são as quedas no desempenho produtivo e reprodutivo e na resistência às doenças. Nos teleósteos, a elevação plasmática de cortisol e glicose são reconhecidas como as principais respostas ao estresse, sendo amplamente utilizada como indicador dessa resposta (ADAMANTE, 2005).

De acordo com Lund e Figueira (1989), a tilápia pode atingir a maturidade sexual com quatro a cinco meses, 10 a 17 cm de comprimento e peso em torno de 150 a 250 gramas, entretanto, de acordo com alguns autores, as tilápias podem estar aptas para reproduzir com peso em torno de 30 gramas (DE GRAAF, GALEMONI, AND HUISMAN, 1999). Uma fêmea pode colocar de 100 a 3.000 ovócitos por vez. Em locais de clima quente reproduzem-se o ano todo, e, se a temperatura ultrapassar 24°C, o intervalo entre duas desovas consecutivas pode ser de 28 dias (LUND & FIGUEIRA, 1989).

O controle fisiológico da reprodução é desencadeado pela ação do eixo hipotálamo-hipófise-gônadas e tem início com a síntese e liberação do neuro-hormônio conhecido como GnRH (Hormônio Liberador de Gonadotropinas) no hipotálamo. O GnRH estimula a hipófise a liberar as gonadotropinas (GtHs), GtHI (hormônio folículo-estimulante) e GtHII (hormônio luteinizante), que irão, por sua vez, estimular a produção dos esteróides gonadais (ZOAHR et al., 2010) (Figura 1).

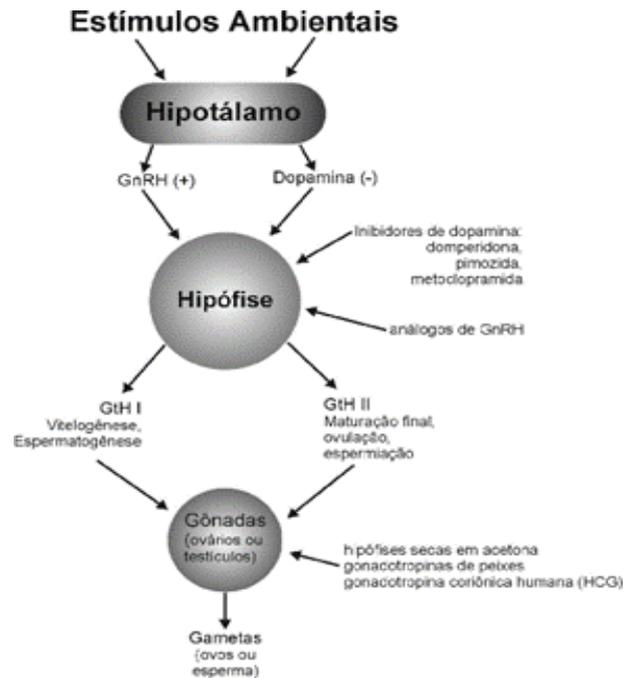


Figura 1 - Eixo hipotálamo-hipófise-gônadas.  
Fonte: Panorama da Aquicultura, 1999.

## 2.5 Fotoperíodo e Luminosidade

O fotoperíodo, assim como outros fatores e fenômenos ambientais, exercem uma grande influência no biorritmo dos animais, afetando tanto parâmetros fisiológicos quanto parâmetros reprodutivos (NAVARRO & NAVARRO, 2012; NAVARRO et al., 2013. Para Taylor & Migaud (2009), a manipulação do fotoperíodo com o intuito de melhorar o crescimento dos peixes tem se tornado uma área de interesse dentro da produção comercial de peixes.

A reprodução é um dos fatores que podem ser influenciada pela cor do ambiente (VOLPATO & BARRETO, 2001). De acordo com Falcon et al. (2010) os peixes possuem um relógio endógeno constituído de fotorreceptores sensíveis à luz e de sistemas humorais e neurais que informam a todo o organismo o estado de iluminação ambiental. A cor do ambiente em alguns estudos envolvendo peixes mostra que ela também afeta seu crescimento, sua alimentação, sua taxa de conversão alimentar, seu estresse, o desenvolvimento dos ovócitos e os peixes podem ser mais agressivos (VOLPATO et al, 2004).

A luz visível é uma forma de energia radiante que se propaga em meios materiais (como por exemplo a água) e no vácuo, sendo capaz de sensibilizar os olhos dos seres vivos. A luz visível, que recebemos do sol, percorre cento e cinquenta milhões de quilômetros, a uma velocidade de trezentos mil quilômetros por segundos, no vácuo, para chegar na Terra

(CARRON,2002). Ela é uma onda eletromagnética, isto é, uma onda composta de um campo elétrico E, e um campo magnético B intimamente ligados, variando em fase. Esta variação, em fase, da luz visível significa, que quando um dos campos atinge a intensidade máxima, o outro também o faz, e quando a intensidade de um é mínima a do outro também é (POSSATTO,2011).

De acordo com NAVARRO & NAVARRO (2012), a luminosidade é uma condição ambiental essencial para a sobrevivência dos peixes. A luz também é o principal fator responsável pelo controle do ritmo biológico dos animais (VOLPATO; TRAJANO, 2006; ZHDANOVA; REEBS, 2006). Muitas atividades e padrões comportamentais em peixes são regulados pela luminosidade, tais como, o crescimento (BISWAS et al., 2006), a taxa de sobrevivência (REYNALTE-TATAJE et al., 2002), a densidade populacional (JUELL; FOSSEIDENGEN, 2004), a eficiência alimentar (WHITE et al., 2005; BISWAS et al., 2006; SHENG et al., 2006), a reprodução (NAVARRO; NAVARRO, 2012; RICK; BAKKER, 2008), a taxa metabólica (BISWAS; ENDO; TAKEUCHI, 2002) e a atividade de natação (ALMAZÁN-RUEDA, SCHRAMA; VERRETH, 2005).

As ondas eletromagnéticas podem sofrer vários fenômenos ópticos, tais como: reflexão, refração, absorção, dispersão, difração, polarização e interferência. Ao iluminarmos uma superfície opaca com uma fonte de luz policromática ou monocromática, pode ocorrer reflexão e absorção desta luz. Estas fontes, ao se chocarem com a superfície da água, podem ser refratadas, refletidas, absorvidas e polarizadas pela interface ar-água antes de se tornar viável para os peixes.

O espectro eletromagnético compreende uma escala de radiações eletromagnéticas, classificadas de acordo com a frequência (f) ou o comprimento de onda ( $\lambda$ ), tais como: ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios x e raios gama. Abaixo podemos observar, na Figura 2, a faixa de luz visível dentro do espectro eletromagnético.

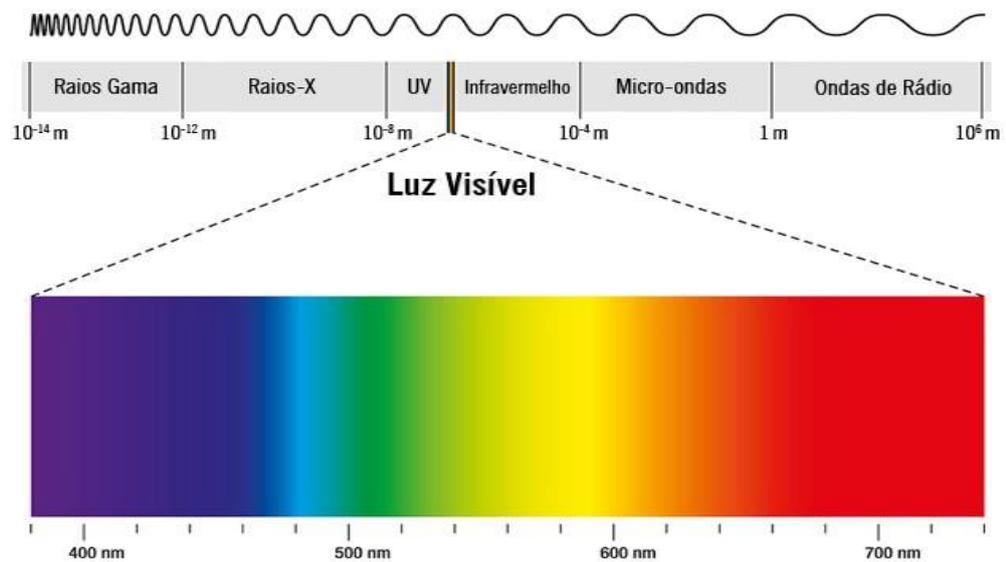


Figura 2 - Espectro eletromagnético.

Fonte: <https://www.todamateria.com.br/espectro-eletromagnetico/>

A luz visível é a faixa do espectro eletromagnético que podemos ver. Esta faixa está compreendida entre os comprimentos de onda 400nm (cor violeta) e 700nm (cor vermelha). Os olhos dos seres humanos possuem na sua retina três famílias de células, conhecidas como cones, cada uma sensível a detecção de uma faixa de frequências do espectro visível: vermelho, verde e azul (GASPAR, 2010). Estas células também existem nos olhos dos peixes e tem o mesmo papel que tem nos olhos dos seres humanos.

Os cones são os receptores de cores nos olhos e os bastonetes não são sensíveis à cor, mas muito sensíveis a baixos níveis de luminosidade. Nos peixes, há cones sensíveis nos comprimentos de onda 370 nm (UV), 445 nm, 508 nm e 565 nm (OLIVEIRA,2018).

Nos peixes, a luz entra no seu olho através de uma órbita redonda, passando pela córnea e depois pela pupila, onde é focada por intermédio de lentes transparente no fundo do olho. No espaço entre a pupila e o nervo óptico existe uma camada de fotorreceptores chamados cones e bastonetes cuja função é absorver a luz e transformá-la em impulsos nervosos. Os bastonetes são mais sensíveis e são os fotorreceptores dominantes na visão noturna. Os bastonetes não conseguem detectar as cores. Já os cones dominam a visão durante o dia (visão fotópica) e são responsáveis pela percepção de detalhes e da visão cromática (JONES, 2006). Nos cones encontramos diversos pigmentos visuais.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local e Delineamento experimental

O experimento foi realizado no Centro de Pesquisa e Difusão de Tecnologia em Aquicultura da Universidade Federal de Lavras, MG, Brasil. Foram utilizadas 192 fêmeas da linhagem UFLA, com peso entre 35g e 100g, as quais foram identificadas por meio de microchips (“Passive Integrated Transponder” ou PIT-tag) implantados na musculatura dorsal do peixe (Figura 3). Posteriormente os animais foram distribuídos em um sistema de recirculação de água, contendo 16 caixas de polipropileno com capacidade de 500 litros cada, com aeração e temperatura (28°C) constantes durante todo o período experimental.



Figura 3 - Procedimento de chipagem e identificação dos peixes.  
Fonte: Autora (2018).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, composto por quatro planos de luz (azul, vermelho, verde e branca) de intensidade 60W e quatro períodos (14, 21, 28 e 35 dias).

Cada período foi composto por quatro caixas d'água com um tipo de iluminação específica. Cada caixa recebeu 12 fêmeas, totalizando 48 fêmeas por tratamento (Figura 4). Os tratamentos foram mantidos por um fotoperíodo (12:12) controlado por temporizadores onde as lâmpadas eram acesas às 6:00 e desligadas às 18:00. O Laboratório foi totalmente vedado para que a luz do ambiente não interferisse nos tratamentos.

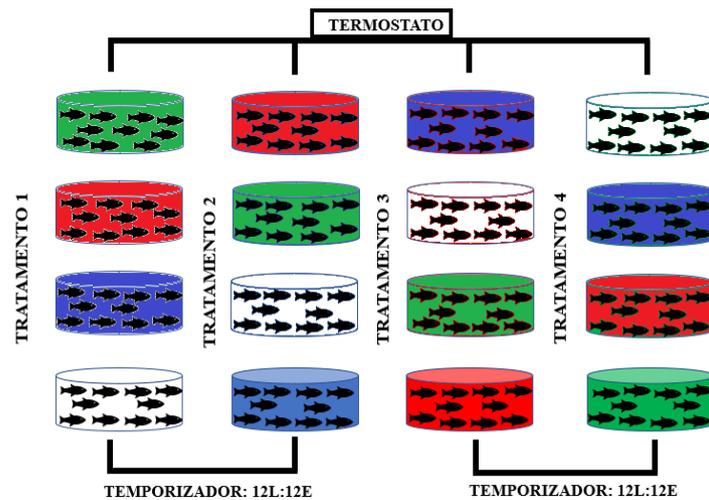


Figura 4 - Estrutura do experimento. A figura (A) mostra como as cores de luz e os períodos foram distribuídos através de sorteio, a figura (B) mostra as caixas d'água com as respectivas cores de luz, a figura (C) mostra as caixas d'água cobertas por lona para vedar entrada de luz (C).

Fonte: Autora (2018).

### 3.2 Lâmpadas

Foram usadas lâmpadas LEDs (Light Emitting Diode - diodos emissores de luz) monocromáticas (luz de uma só cor) e policromática (luz de várias cores - luz branca) ou seja SUPERLEDs nas cores vermelho, verde, azul e a branca. A figura (5 A) mostra o modelo da lâmpada superled usada no experimento

As lâmpadas foram avaliadas quanto ao espectro utilizando uma rede de difração de 500 linhas/mm no laboratório de ensino de Física da UFLA. A rede utilizada é mostrada na (Figura 5 B).



Figura 5 - Modelo das lâmpadas. A figura (A) mostra o modelo das lâmpadas que foram utilizadas nas caixas d'água, a figura (B) é uma rede de difração que foi utilizada para difratar as luzes usadas no experimento.

Fonte: Autora (2019).

A luz difratada pela rede foi registrada com uma câmera fotográfica. O espectro da lâmpada de luz branca corresponde ao espectro visível mostrado na Figura (6A), mostrando que possui intensidade luminosa em todo o espectro visível.

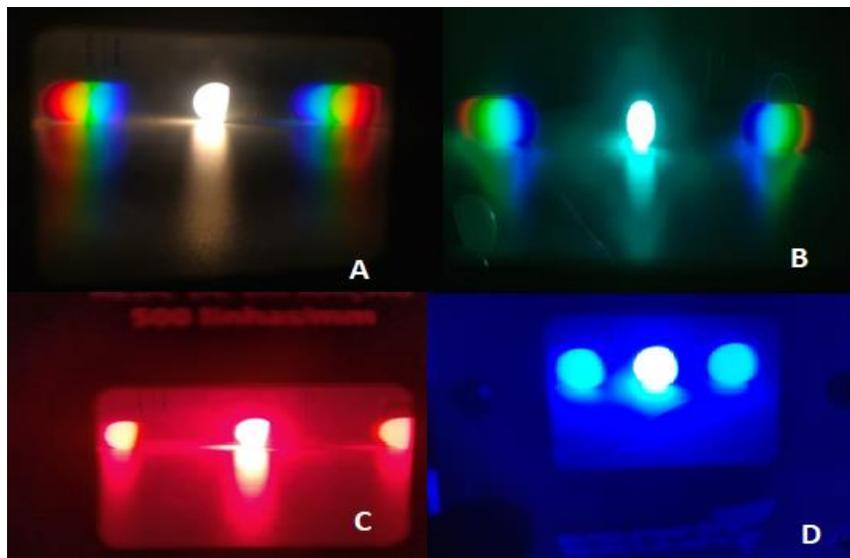


Figura 6 - Difração das lâmpadas utilizadas no experimento. A figura (A) mostra a difração da luz branca, a figura (B) a difração da luz verde, a (C) a difração da luz vermelha e a (D) a difração da luz azul.

Fonte: Autora (2019).

O espectro esperado para as lâmpadas coloridas seria de apenas uma só cor. Observamos que o espectro obtido da lâmpada azul mostra esta característica da luz monocromática. Seu espectro possuía apenas a componente azul do espectro da luz branca (Figura 6D).

Para a lâmpada vermelha, o espectro é fortemente monocromático. Mas como podemos observar na (Figura 6C), aparentemente temos uma componente de luz no amarelo.

A lâmpada verde, diferentemente das outras duas, não apresenta um espectro com comportamento de luz monocromática (luz de uma só cor). A lâmpada verde apresentou um espectro onde outras componentes da luz branca apareceram. (Figura 6B). Observamos uma semelhança ao espectro da lâmpada branca, mas com distribuição diferente de intensidade para cada componente, o que resulta em uma cor visualmente verde.

### 3.3 Animais

Os peixes foram alimentados com ração comercial 36% de proteína *ad libitum* duas vezes ao dia, nos horários de 8hrs e de 14hrs durante todo o período experimental. Das 192 fêmeas utilizadas no experimento, foram selecionadas ao acaso cinco de cada caixa para o abate ao final do experimento para coleta de gônadas e fígado. As demais fêmeas foram extrusadas.



Figura 7 - Exemplar de *Oreochromis niloticus* (UFLA).  
Fonte: Autora (2018).

As medidas morfométricas e peso (P) foram aferidas de todas as fêmeas no início do experimento e no fim de cada período experimental. As medidas foram: comprimento padrão (CP), comprimento total (CT), altura da cabeça (AC), largura do corpo (LC), comprimento da cabeça (CC), altura do corpo (ACp), M1, M2 e M3 (Figura 8). A medida M1 foi realizada na região ventral, posteriormente, as nadadeiras peitorais, a M2 na região ventral entre as nadadeiras peitorais e a papila urogenital e a M3 na região ventral próxima à papila urogenital aferidas por paquímetro.

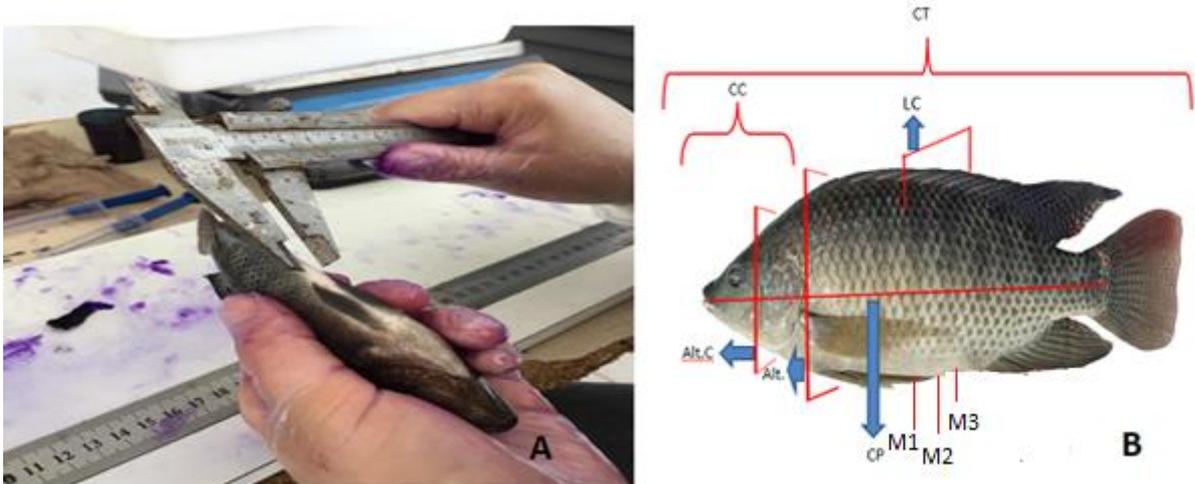


Figura 8 - Medidas morfométricas aferidas em tilápias do Nilo, variedade UFLA. A figura (A) demonstra uma das medidas sendo aferida. A figura (B) mostra através de um desenho a posição em que cada uma das medidas foi aferida. CC (comprimento da cabeça), CT (comprimento total), CP (comprimento padrão), Alt.C (altura do corpo), LC (largura do corpo) e M1, M2 e M3.

Fonte: Autora (2018).

### 3.4 Coleta de sangue

Para a coleta de sangue os animais foram anestesiados com benzocaina com uma dose três vezes maior do que a ideal para a faixa de peso dos peixes (ROUBACH e GOMES,2001). A coleta de sangue foi feita através da punção da veia caudal (Figura 9). Foram coletados aproximadamente 3 ml de sangue para análise dos níveis de glicose logo após a coleta utilizando o kit comercial Accu-Chek Active e o restante de sangue foi armazenado em eppendorfs contendo anticoagulante, solução de ácido etilenodiaminotetraacético (EDTA) para análises posteriores.



Figura 9 - Procedimento de coleta de sangue.

Fonte: Autora (2018).

### 3.5 Avaliação de gônadas e fígado

Foram coletados gônadas e fígados de cinco peixes de cada tratamento para cálculo de índices. Para o cálculo do índice gonadosomático (IGS) e índice hepatossomático (IHS), os peixes foram submetidos a uma incisão ventral ampla para observação macroscópica das características dos ovários. As gônadas e os fígados foram removidos da cavidade abdominal e pesadas em balança digital (Figura 10). Os índices foram calculados: índice gonadosomático ( $IGS = PG/PC * 100$ ) e índice hepatossomático ( $IHS = PF/PC * 100$ ), sendo PG = peso da gônada, PF = peso do fígado e PC = peso corporal. Os índices de maturação gonadal foram determinados com base nos relatados em PENA-MENDOZA et al. (2011).



Figura 10 - Procedimento de coleta de gônadas e fígados. A figura (A) mostra como é feito o corte dos peixes para retirada do fígado e da gonada, a figura (B) mostra o fígado pronto para ser pesado e a figura (C) mostra uma gonada sobre o papel alumínio para ser pesada.

Fonte: Autora (2018).

### 3.6 Avaliação dos ovócitos

A coleta de ovócito foi feita nos demais peixes de cada caixa que não foram eutanasiados através de massagens manuais na cavidade celomática no sentido crânio caudal para a coleta dos ovócitos. Durante a extrusão, foram avaliados diferentes níveis da facilidade de extrusão e estágio, dos quais foram classificados como fácil, difícil e em formação, maduro e regredindo, respectivamente. Em seguida, os ovócitos foram pesados em sua totalidade.

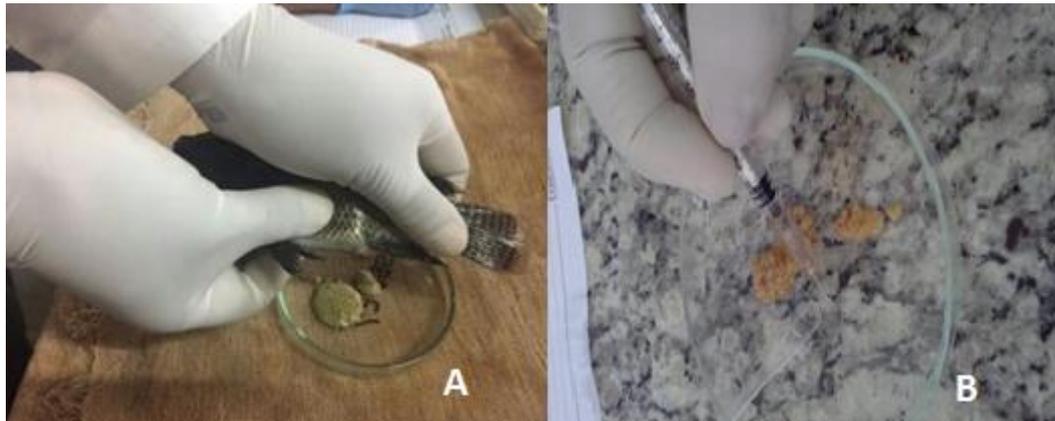


Figura 11 - Avaliação dos ovócitos. A figura (A) mostra como é feita a extrusão de ovócito. A figura (B) mostra os ovócitos após serem liberados pela fêmea.

Fonte: Autora (2018).

### 3.7 Análise de dados

Para evidenciar as diferenças entre os tratamentos foi realizada uma análise de variância (ANOVA) para as variáveis morfológicas e reprodutivas, submetidas ao teste Duncan para mostrar as diferenças entre as médias usando peso final (PF) e peso inicial (PI) por intermédio do pacote estatístico SAS<sup>®</sup> - Statistical Analysis System (SAS Institute, 2008), assumindo-se um nível de significância estatística de 5% ( $p < 0,05$ ). Posteriormente foi feita uma análise de regressão linear múltipla para relacionar as diferenças das variáveis resposta com a variável dependente.

## 4 RESULTADOS

Os valores médios das temperaturas observadas durante o experimento foram 26,8°C e 27,3°C nos períodos da manhã e da tarde respectivamente e esses valores encontram-se dentro dos limites recomendados para a reprodução da tilápia do Nilo (BHUIJEL, 2000).

### 4.1 Difração das lâmpadas

Os tanques onde as tilápias foram colocadas eram de tonalidade azul. Para a lâmpada de luz azul ocorreu uma reflexão mais intensa dos seus raios dentro da água do tanque, isto é, a luz refletida vai se somar a luz incidente - então na azul tem mais azul, na vermelha só a que incide, na verde além da incidente um aumento da componente azul, mas o que reflete é pouco

e difuso. A luz vermelha não reflete no tanque azul, mas pode sofrer um espalhamento em partículas da água. Na luz verde a parte principal do espectro é verde, mas possui componentes de luz com comprimento de onda no azul desta lâmpada além de outras cores. “Preferencialmente” será refletida a componente azul desta lâmpada, que irá somar à componente azul incidente na água. A luz branca terá o mesmo comportamento da verde, mas com a diferença que a proporção entre as cores é tal que a luz fica branca.

#### 4.2 Morfometria e parâmetros reprodutivos

Houve interação ( $P < 0,01$ ) entre a coloração da luz e a duração do período de estocagem sobre o peso final e ganho de peso diário das tilápias, demonstrado que o efeito da coloração da luz sobre o desempenho dos peixes, dependeu da duração do período de estocagem (Tabela 1). O peso final das fêmeas só variou em função da coloração da luz quando foram expostas por um período de estocagem de 35 dias, observando maior peso final quando expostas as luzes de coloração branca e azul e menor quando expostas a coloração vermelha. Semelhantes resultados foram verificados no ganho de peso diário, tanto no período de exposição de 35, como no de 28 dias.

Tabela 1 - Médias de Peso Final (g) e Ganho de Peso Diário (g/dia) de fêmeas de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, expostas à ambientes com iluminação artificial de diferente coloração e por diferentes períodos de estocagem.<sup>1)</sup>

PERÍODO DE ESTOCAGEM (dias)	COLORAÇÃO DA LUZ				MÉDIA
	Branca	Azul	Vermelha	Verde	
Peso Final (g)					
14	64,750	63,511	64,347	62,968	63,759
21	69,267	65,931	69,256	68,953	68,352
28	82,186	85,752	74,465	78,240	80,161
35	91,821 <b>a</b>	96,659 <b>a</b>	78,190 <b>c</b>	81,326 <b>b</b>	88,521
MÉDIA	59,750	77,963	78,190	72,872	75,198
Ganho de Peso Diário (g/dia)					
14	0,450	0,400	0,460	0,362	0,418
21	0,541	0,582	0,540	0,526	0,547
28	0,867 <b>a</b>	0,994 <b>a</b>	0,591 <b>b</b>	0,726 <b>b</b>	0,795
35	0,969 <b>a</b>	1,107 <b>a</b>	0,579 <b>b</b>	0,669 <b>b</b>	0,831
MÉDIA	0,707	0,771	0,543	0,571	0,648

<sup>1)</sup> Médias seguidas por letras iguais, na linha, não diferem entre si pelo teste de SNK, a 5% de probabilidade.

O peso final das tilápias aumentou linearmente ( $P < 0,05$ ) com o aumento da duração do período de estocagem ao qual foram expostas às diferentes colorações de luz (Figura 12). As tilápias expostas à luz de coloração azul apresentaram maior taxa de aumento de aumento (1,703g/dia) de peso final, seguida pelas expostas à luz de coloração branca (1,368/dia).

Conforme ilustrado pela Figura 13, o ganho de peso diário das tilápias aumentou linearmente ( $P < 0,05$ ) com o aumento da duração do período de estocagem quando expostas às luzes de coloração azul e branca. Quando exposta à luz de coloração verde, a duração do período de estocagem teve efeito quadrático ( $p < 0,05$ ) sobre o ganho de peso diário das tilápias, com este aumentando até 28 dias, caindo a partir deste ponto. Já o ganho de peso diário das fêmeas sob luz de coloração não variou em função da duração do período de estocagem.

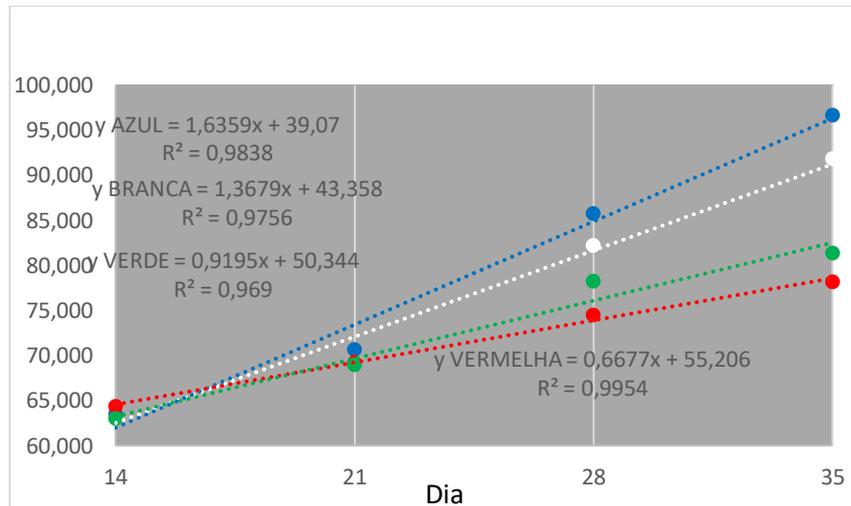


Figura 12 - Peso final de fêmeas de tilápias do Nilo em função do número de dias de estocagem à ambientes com iluminação artificial de diferente coloração.

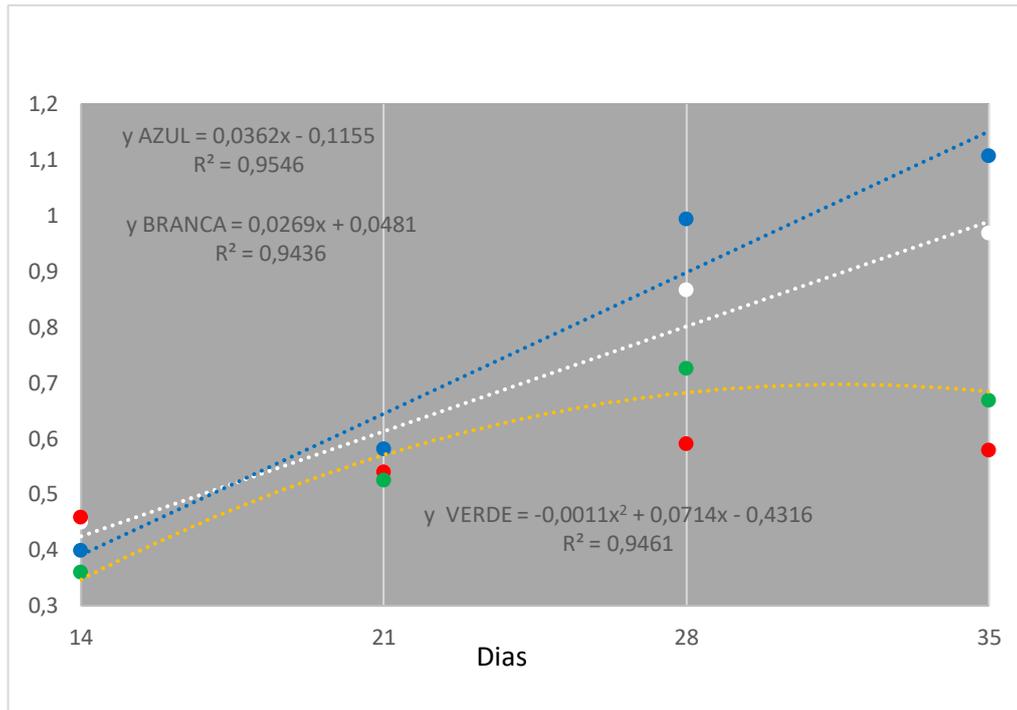


Figura 13 - Ganho de peso diário de fêmeas de tilápias do Nilo em função do número de dias de estocagem à ambientes com iluminação artificial de diferente coloração.

Houve interação na glicose ( $P < 0,001$ ) entre a coloração da luz e a duração do período de estocagem. Na tabela abaixo os valores médios para glicose estão dentro dos padrões esperados para a espécie. Houve variação em todas as cores nos períodos de 14, 21 e 28 dias.

Tabela 2 - Níveis de glicose de fêmeas de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, expostas à ambientes com iluminação artificial de diferente coloração e por diferentes períodos de estocagem.<sup>1)</sup>

PERÍODO DE ESTOCAGEM (dias)	COLORAÇÃO DA LUZ				MÉDIA
	Branca	Azul	Vermelha	Verde	
Glicose					
14	81,83	60 <b>c</b>	105,25 <b>a</b>	71,58 <b>b</b>	79,67
21	111,75 <b>a</b>	82,75 <b>b</b>	112,08 <b>a</b>	71,00 <b>b</b>	94,40
28	90,75 <b>a</b>	59,08 <b>b</b>	55,58 <b>b</b>	80,50 <b>a</b>	71,48
35	56,33	78,50	74,83	72,33	70,50
<b>MÉDIA</b>	85,17	70,08	86,94	73,85	79,01

<sup>1)</sup> Médias seguidas por letras iguais, na linha, não diferem entre si pelo teste de SNK, a 5% de probabilidade.

A glicose nas tilápias teve alterações ao longo do experimento (Figura 14). A luz verde foi a que menos teve alterações nos níveis de glicose durante o período de estocagem, mantendo

um aumento discreto aos 28 dias. As demais cores de luz sofreram alterações nos níveis de glicose ao longo do período de estocagem. A luz vermelha por exemplo teve níveis altos nos primeiros 21 dias e logo após foi caindo.

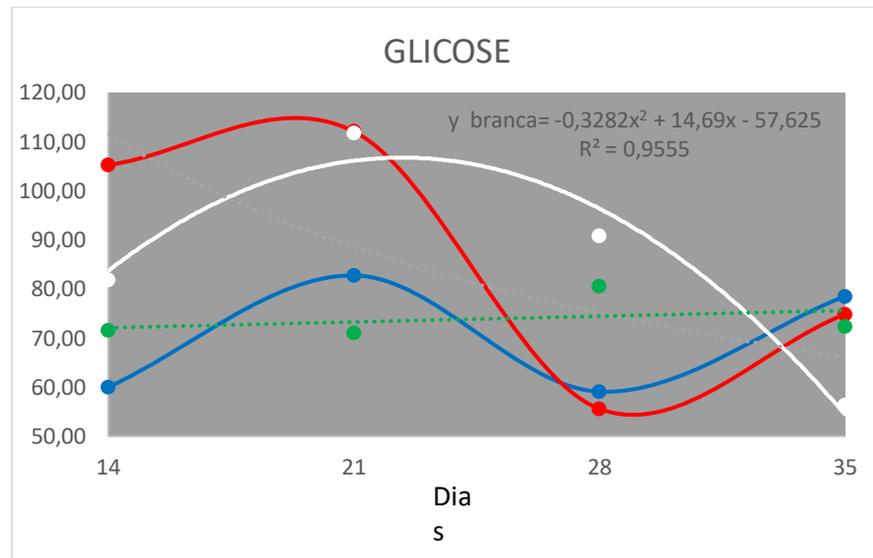


Figura 14 - Ganho de peso diário de fêmeas de tilápias do Nilo em função do número de dias de estocagem à ambientes com iluminação artificial de diferente coloração.

A tabela 3 mostra que houve interação ( $p < 0001$ ) no peso do fígado apenas no período de 21 dias para todas as colorações de luz, sendo a cor de luz verde a que obteve maior média no peso do fígado. O índice hepátossomático (IHS) não foi significativo.

Tabela 3 - Peso do fígado (g) e índice hepatossomático (IHS) de fêmeas de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, expostas à ambientes com iluminação artificial de diferente coloração e por diferentes períodos de estocagem.<sup>1)</sup>

PERÍODO DE ESTOCAGEM (dias)	COLORAÇÃO DA LUZ				MÉDIA
	Branca	Azul	Vermelha	Verde	
Peso do fígado (g)					
14	1,93	1,87	1,84	1,89	1,88
21	1,427 <b>b</b>	1,445 <b>b</b>	1,450 <b>b</b>	2,192 <b>a</b>	1,64
28	1,58	1,77	1,75	1,68	1,70
35	1,61	1,86	1,51	1,40	1,60
<b>MÉDIA</b>	1,64	1,74	1,65	1,79	1,70
IHS					
14	2,474	2,36	2,287	2,351	2,368
21	1,762	1,804	2,013	2,807	2,0965
28	1,991	2,292	2,156	2,057	2,124
35	1,933	2,246	2,719	1,774	2,168
<b>MÉDIA</b>	2,04	2,1755	2,29375	2,24725	2,189

<sup>1)</sup> Médias seguidas por letras iguais, na linha, não diferem entre si pelo teste de SNK, a 5% de probabilidade.

A figura (15) mostra a variação do peso do fígado na coloração de luz ao longo do período de estocagem. Apenas a luz verde foi significativa na interação cor x tempo. Na figura (16) apesar de que não foi significativo, o IHS tem um comportamento parecido com o do peso do fígado por ser um índice dependente do peso do fígado.

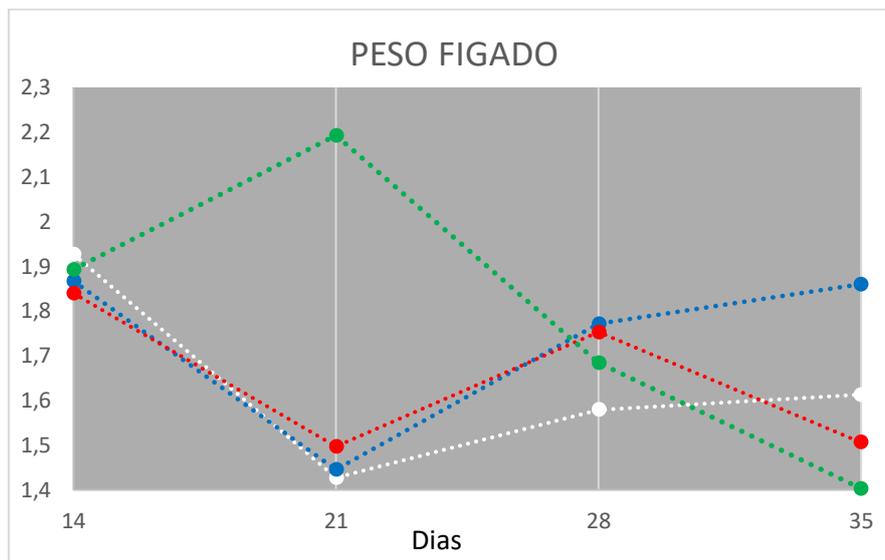


Figura 15 - Peso do fígado de fêmeas de tilápias do Nilo em função do número de dias de estocagem à ambientes com iluminação artificial de diferente coloração.

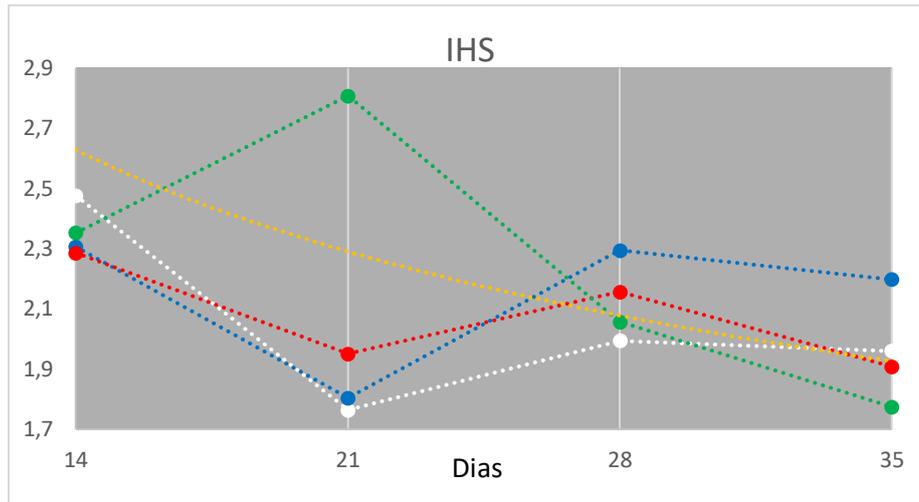


Figura 16 - Índice hepatossomático (IHS) de fêmeas de tilápias do Nilo em função do número de dias de estocagem à ambientes com iluminação artificial de diferente coloração.

A tabela (4) mostra que o peso da gônada foi significativo ( $p < 0,05$ ) apenas para coloração da luz. A luz verde foi a que apresentou maior média do peso das gonâdas entre as demais. O índice gonadossomático (IGS) não foi significativo.

Tabela 4 - Peso da gônada e índice gonadossomático (IGS) de fêmeas de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, expostas à ambientes com iluminação artificial de diferente coloração e por diferentes períodos de estocagem.<sup>1)</sup>

PERÍODO DE ESTOCAGEM (dias)	COLORAÇÃO DA LUZ				MÉDIA
	Branca	Azul	Vermelha	Verde	
Peso da gônada (g)					
14	5,49	3,31	5,43	5,06	4,82
21	5	3,87	2,34	6,26	4,36
28	3,35	3,11	4,21	5,91	4,14
35	3,25	6,64	5,58	6,07	5,38
<b>MÉDIA</b>	<b>4,27 b</b>	<b>4,23 b</b>	<b>4,39 b</b>	<b>5,82 a</b>	<b>4,675</b>
IGS					
14	7,357	4,337	6,782	6,39	6,2165
21	6,406	6,605	4,845	7,305	6,29025
28	4,402	4,154	4,145	6,488	4,79725
35	3,474	5,268	9,424	5,933	6,02475
<b>MÉDIA</b>	<b>5,40975</b>	<b>5,091</b>	<b>6,299</b>	<b>6,529</b>	<b>5,8321</b>

<sup>1)</sup> Médias seguidas por letras iguais, na linha, não diferem entre si pelo teste de SNK, a 5% de probabilidade.

A figura (17) mostra a variação do peso da gônada ao longo do período de estocagem para cada coloração de luz. A luz verde manteve um padrão nas médias. As cores azuis e vermelha apresentam um crescimento maior em relação as outras, sendo a vermelha a partir de 21 dias e a azul aos 28 dias. A luz branca ela decresce ao longo do experimento. A figura (18) mostra a variação do IGS ao longo do período de estocagem, há uma relação semelhante ao do peso da gonâda por ser um índice ligado a ela.

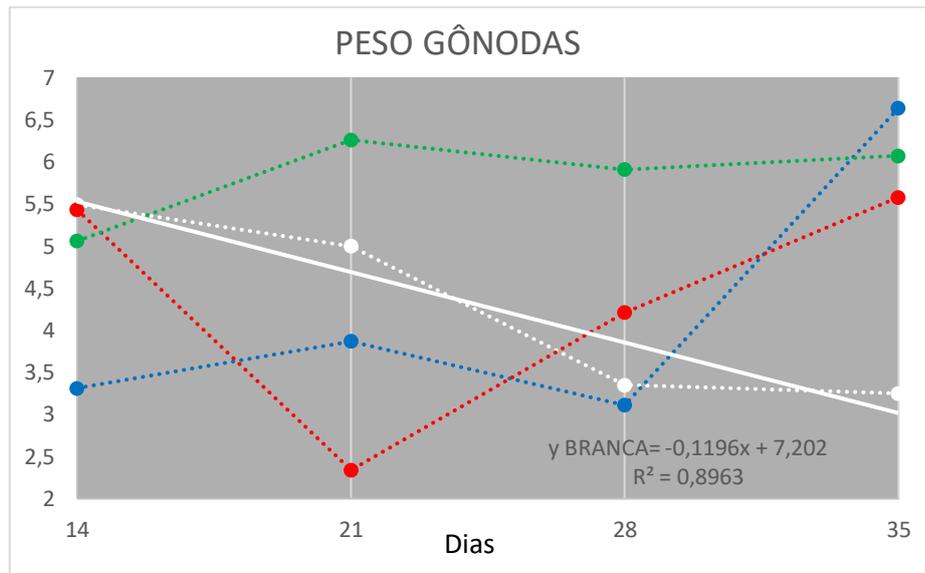


Figura 17 - Peso da gônada de fêmeas de tilápias do Nilo em função do número de dias de estocagem à ambientes com iluminação artificial de diferente coloração.

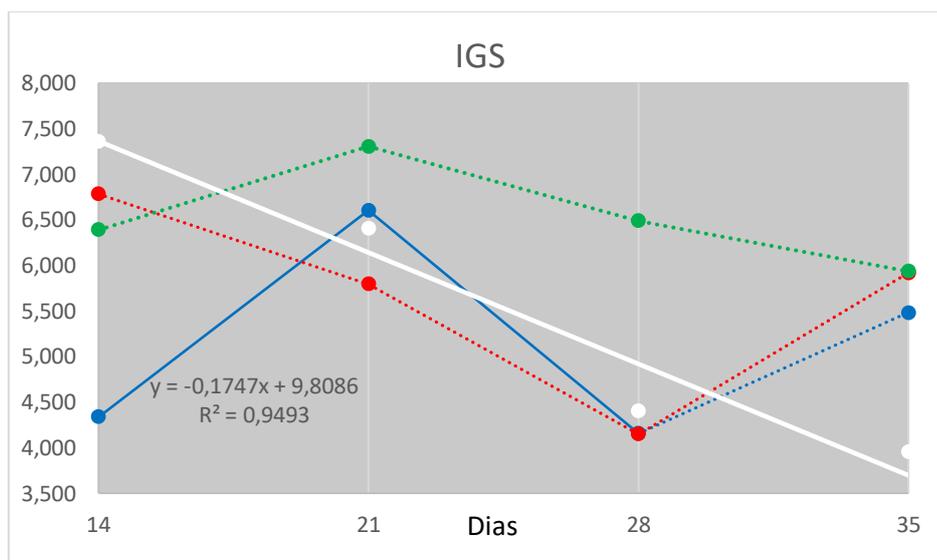


Figura 18 - Índice gonadossomático (IGS) de fêmeas de tilápias do Nilo em função do número de dias de estocagem à ambientes com iluminação artificial de diferente coloração.

As medidas da cavidade celomática M1 e M2 foram significativas para o período de estocagem ( $p < 0,007$  e  $p < 0,009$ ) e houve interação ( $p < 0,03$  e  $p < 0,001$ ). A tabela (5) mostra a média dessas medidas celomáticas. Ambas as medidas mantiveram uma média bem semelhante para coloração de luz e período de estocagem.

Tabela 5 - Medidas da cavidade celomática M1 e M2 (cm) de fêmeas de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, expostas à ambientes com iluminação artificial de diferente coloração e por diferentes períodos de estocagem.

PERÍODO DE ESTOCAGEM (dias)	COLORAÇÃO DA LUZ				MÉDIA
	Branca	Azul	Vermelha	Verde	
M1 (cm)					
14	1,47	1,434	1,378	1,407	1,427333
21	1,534	1,371	1,418	1,41	1,441
28	1,47	1,49	1,478	1,525	1,479333
35	1,51	1,518	1,326	1,505	1,451333
MÉDIA	1,496	1,45325	1,4	1,46175	1,44975
M2 (cm)					
14	1,275	1,295	1,298	1,218	1,289333
21	1,385	1,215	1,283	1,267	1,294333
28	1	1,29	1,315	1,331	1,315
35	1,377	1,378	1,181	1,34	1,312
MÉDIA	1,34425	1,2945	1,26925	1,289	1,302666

A figura (19) mostra a variação da medida M1, apenas a luz azul demonstrou um ligeiro crescimento ao longo do período de estocagem, as demais colorações de luz foram decrescentes. A figura (20) mostra a variação da medida M2, onde a luz vermelha decresce até 21 dias, cresce até 28 dias e novamente decresce até 35 dias. A luz azul ela decresce a partir dos 21 dias. E a luz verde e branca apresentam o mesmo comportamento.

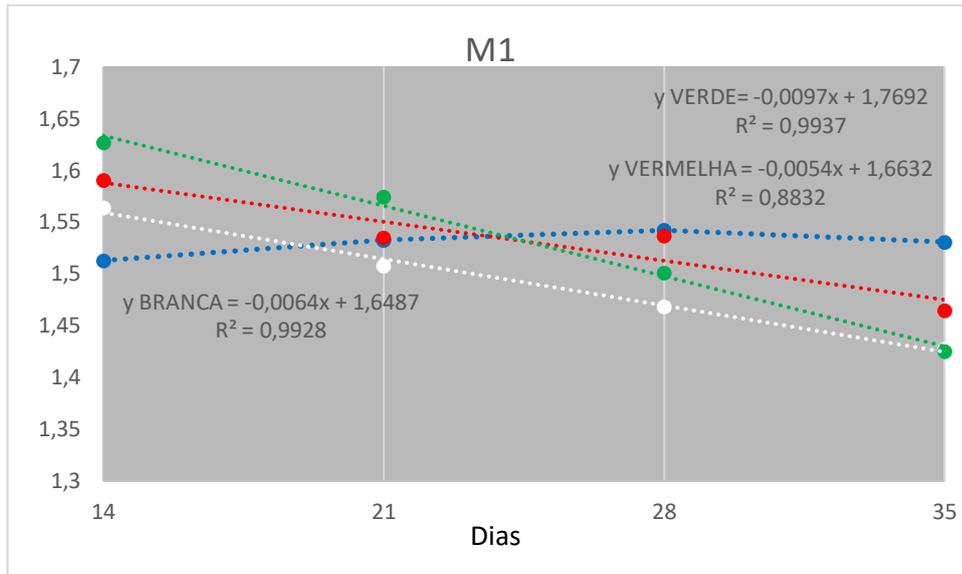


Figura 19 - Medida celomática M1 de fêmeas de tilápias do Nilo em função do número de dias de estocagem à ambientes com iluminação artificial de diferente coloração.

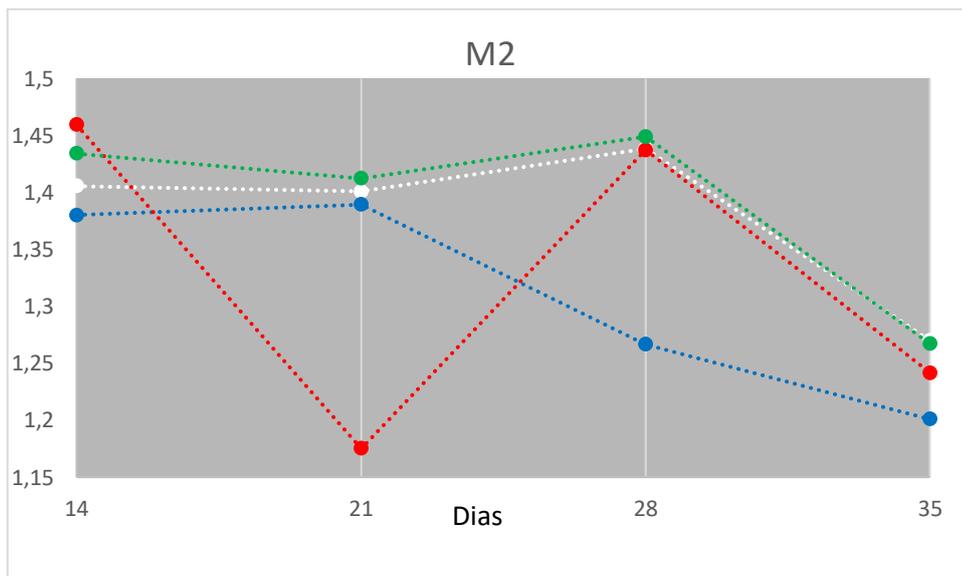


Figura 20 - Medida celomática M2 de fêmeas de tilápias do Nilo em função do número de dias de estocagem à ambientes com iluminação artificial de diferente coloração.

Os gráficos a seguir (figura 21) mostram a porcentagem de fêmeas que foram extrusadas por período experimental e a facilidade da extrusão (figura 22). Uma extrusão era classificada como fácil quando ao fazer a massagem no abdômen as fêmeas desovavam imediatamente após uma ou duas massagens e classificadas como difícil quando essa massagem era feita várias vezes até que as fêmeas pudessem desovar.

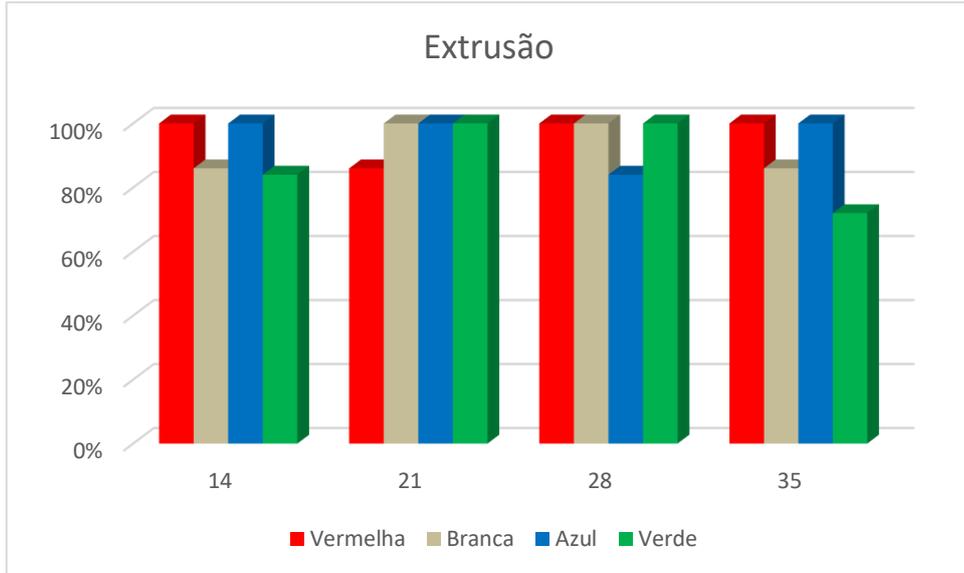


Figura 21 - Porcentagem de fêmeas extrusadas.

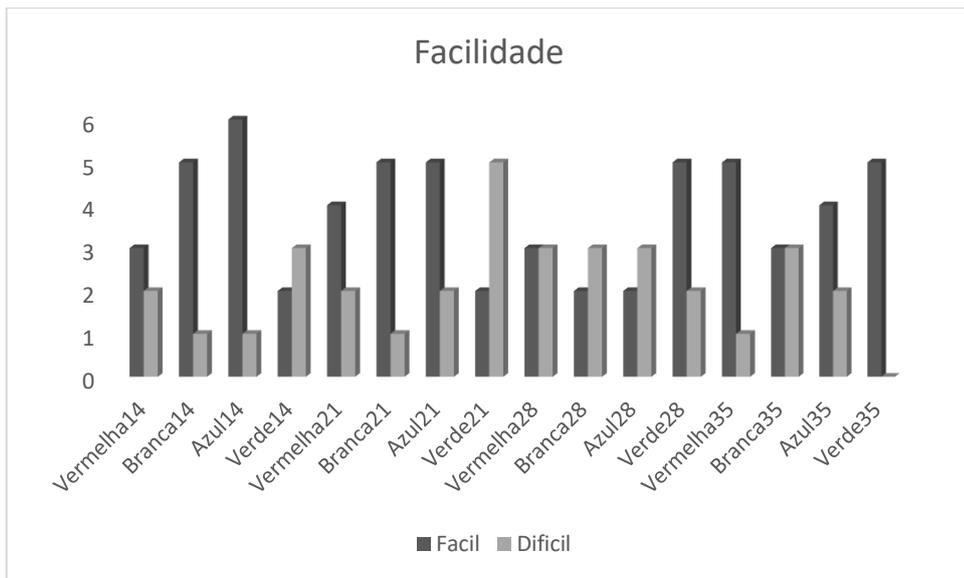


Figura 22 - Facilidade de extrusão das fêmeas.

Depois que as fêmeas eram extrusadas os ovócitos eram avaliados quanto aos seus estágios (em formação, maduro e em reabsorção). A (figura 23) apresenta a classificação desses ovócitos por período.

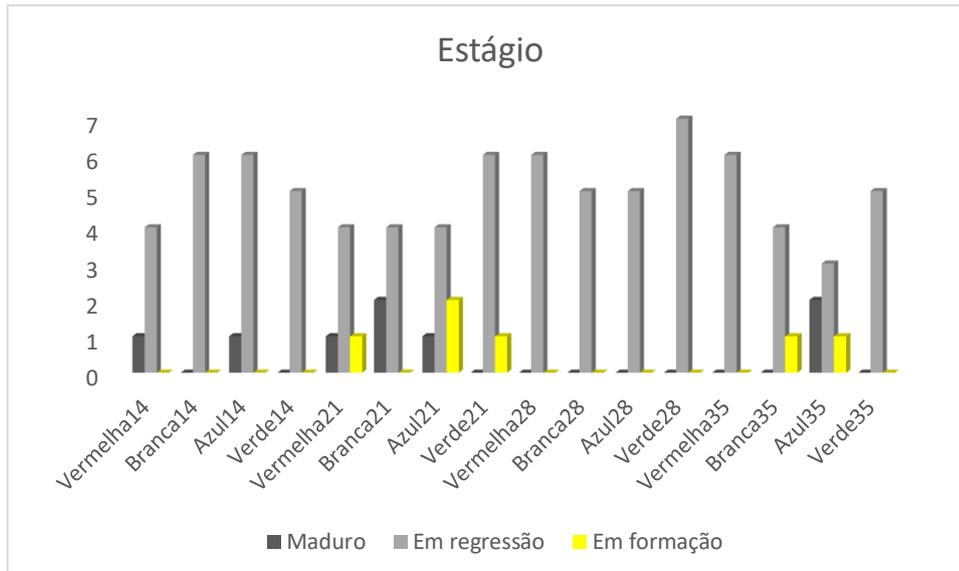


Figura 23 - Avaliação dos ovócitos. Os ovócitos foram avaliados de acordo com o seu estágio de formação e classificados como em formação, maduro e em reabsorção.

Em todos os períodos experimentais a maioria dos peixes extrusados estavam com os ovócitos em reabsorção. Acredita-se que como as fêmeas foram selecionadas aleatoriamente, algumas podiam estar em estágios mais avançados de formação dos ovócitos. Não foi observado o ponto em que essas fêmeas estavam, apenas foram separadas dos machos e colocadas para adaptação para o início do experimento. A cor de luz branca e azul foram as mais relevantes em ovócitos em formação e maduros. No período de 28 dias nenhuma fêmea estava apta para a reprodução, todos os ovócitos já estavam em reabsorção. Aos 35 dias as luzes brancas e azuis apresentaram maior quantidade de ovócitos em formação e maduro.

Um ovócito é considerado em formação quando eles estão bem aglomerados e com a coloração amarelo claro e alguns podem ter uma quantidade significativa de sangue. Já os ovócitos maduros são aqueles que já são bem maiores e cheios, não estão mais aglomerados e apresentam uma coloração esverdeada. Os ovócitos em reabsorção são aqueles que estão alguns ainda inteiros e os outros estourados dando um aspecto de que a amostra está líquida.

## 5 DISCUSSÃO

A necessidade de obter alternativas para tentar sincronizar a reprodução de tilápias tem levado pesquisadores a fazerem diversos experimentos envolvendo oferta de alimento, indução de hormônios, relação macho e fêmea, ausência e presença de machos e exposição a luz, entre outros fatores. Nos peixes a reprodução é controlada pelo eixo hipotálamo-hipófise-gônada que interagem com fatores fisiológicos como nutrição, crescimento (IZQUEIRDO et al., 2001)

osmorregulação e respostas a fatores de estresse (SCHRECK, 2001). Vimos neste trabalho que a oferta de alimento fez com que os peixes fossem crescendo à medida que os dias foram passando sendo a luz e o período estatisticamente significativos para as variáveis peso final e ganho de peso que está relacionado ao desenvolvimento dos peixes. Os fatores abióticos como a luz, temperatura, parâmetros da água entre outros podem interferir também no eixo hipotálamo-hipófise-gônada delimitando o período e o sucesso reprodutivo na maioria dos peixes (VAZZOLER, 1996).

Alguns trabalhos mostram que a luz no ambiente influencia o biorritmo dos animais. De acordo com Migaud et al. (2007), a glândula pineal (órgão foto-sensível) na tilápia não é sensível à luz e os olhos são necessários para a percepção da luz. Em um experimento desenvolvido por Adatto et al. (2016) com zebra fish mostrou que a luz vermelha tem um alto potencial para interrupção dos ritmos circadianos. Esses ritmos são definidos como qualquer evento que se repete de maneira regular em um organismo, sendo um evento cíclico caracterizado por um ambiente do qual o animal pode se adaptar (MORGAN,2004). No presente estudo, a mudança de um ambiente de luz solar para um ambiente de luz vermelha pode ter sido um dos fatores que influenciaram a maior mortalidade de indivíduos na luz vermelha nos primeiros dias de experimento.

Também no trabalho de Fanta (1995) realizado com tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) ele sugeriu que cores brancas e vermelhas devem ser evitadas, pois causam diferentes níveis de estresse ou mudanças significativas no comportamento dos peixes. O que leva a acreditar que os peixes expostos a luz vermelha estavam sobre condições de estresse principalmente nos primeiros 14 dias, onde houve maior mortalidade de peixes. Por outro lado, a cor verde seria a mais indicada pois corresponde ao ambiente natural de regiões onde a espécie ocorre e assim não interfere no seu comportamento, explicando assim a baixa taxa de mortalidade no presente trabalho na luz verde.

A glicose foi significativa neste trabalho tanto para cor como para período, os valores médios da glicose variaram de 50 a 111. No trabalho de Iwama (1997), demonstrou que níveis de glicose podem ser considerados como um fator estressante em salmonídeos, onde os valores abaixo de 72 mg/dL indicam animais sem estresse e valores acima de 90mg/dL indicam animais em situações de estresse. Sendo assim esse trabalho teve os níveis de glicose dentro dos padrões normais fora de situações estressantes.

A liberação de gametas é controlada por diversos hormônios que agem no eixo hipotálamo-hipófise-gônada. O hipotálamo recebe estímulos ambientais que estimulam ele a secretar hormônios liberador de gonadotrofinas (GnRH) que vão estimular a hipófise a secretar

hormônios gonadotróficos (GtH) que atuam nas gônadas, estimulando a maturação final e a liberação dos gametas. As fêmeas quando estão aptas para liberação dos gametas, é dito que ela está na fase madura. Neste trabalho, independente do período e da cor de luz do ambiente a maioria das fêmeas estavam aptas para a liberação de gametas e tiveram uma maior facilidade de extrusão. No entanto a maioria desses ovócitos liberados estavam regredindo. Considerando que as fêmeas foram selecionadas aleatoriamente dos tanques do setor de piscicultura e com isso não foi possível saber em qual estágio se encontravam os ovócitos, possa ser um fator que tenha interferido na parte da liberação dos gametas e dos estágios que esses gametas estavam.

Os parâmetros M1, M2 e M3 mostram abaulamento celômico em peixes o qual pode ser um bom indicativo do crescimento da gônada. Neste estudo somente M1 e M2 foram significativos para período. McMillan (2007) em seu estudo, relatou que os folículos vão incorporando vitelogenina e aumentando de tamanho, sendo deslocados para o interior da gônada. Sendo assim, é provável que o desenvolvimento gonadal comece pela região cranial, representado neste trabalho pela variável M1, sendo assim pode explicar a baixa porcentagem de fêmeas aptas para reprodução e também pelo fato dessas fêmeas serem escolhidas ao acaso, elas tenham regredido e iniciado novamente seu processo de formação de ovócitos.

O índice gonadossomático (IGS) e o índice hepatossomático (IHS) tem sido utilizado por alguns autores como índices que influenciam a fisiologia reprodutiva dos peixes. O IGS expressa o percentual da massa gonadal em relação ao peso corporal, variando de espécie para espécie, tipo de desova e época do ano. É um importante parâmetro para avaliar a atividade reprodutiva, associado à maturidade e fecundidade dos indivíduos. O IGS está associado a liberação de ovócitos. Sendo assim quanto maior o peso das gônadas, maior a produção de gametas (NAVARRO et al.,2009). Neste estudo os valores de IGS e peso da gonada não diferiram estatisticamente, mas o peso da gônada foi influenciado pelo peso final. O IHS vem sendo relacionado como uma forma de armazenar reserva energética, sendo assim o peso do fígado é um indicador de reserva energética. Como o peso do fígado foi significativo na interação cor x tempo e influenciado pelo peso final dos animais, notamos que essa variável é depende dos dois fatores estudados e que a cor de luz azul foi a melhor para o aumento desse peso. Neste trabalho o IGS e o IHS estão correlacionados, o que indica que ambos estão associados ao período reprodutivo das fêmeas. Os maiores valores do IGS encontrados, aos 14 dias do experimento, acredita-se que pode ser atribuído ao estágio de maturação mais avançado. E os menores verificados aos 28 dias foram relacionados às fases como regressão, regeneração e imatura. Explicação semelhante pode ser dada para o IHS, em que os valores menores podem

refletir a maturação avançada (aos 14 dias), enquanto os valores maiores verificados refletem a maturação inicial (aos 28 dias).

## **6 CONCLUSÃO**

Diante dos resultados encontrados, conclui -se que a cor de luz, o tempo e a interação cor x tempo é um importante fator para o desempenho dos peixes, pois interferiram no crescimento e desenvolvimento dos peixes, vale ressaltar que esses fatores estavam relacionados também a uma boa oferta de alimento para os peixes. Sendo assim, vimos pelos gráficos apresentados que a luz azul e branca foram as melhores em relação as demais em quase todas as variáveis. Para a variáveis reprodutivas precisam ser feitos novos estudos, pois somente medidas relacionadas ao abaulamento celômico (M1 e M2, e o peso do fígado apresentaram resultados significativos somente na interação cor x tempo. A glicose também tem sido questionada quanto aos seus níveis, e se esses níveis estão associados a condições estressantes, sendo necessários mais estudos em relação a glicose e seus efeitos na reprodução.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMANTE, W. B. Estresse de alevinos de Dourado e Mandi sob diferentes densidades e tempos de transporte. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC. 39 p. 2005.
- ADAMO, S.A.; PARSONS, N.M. The emergency lifehistory stage and immunity in the cricket, *Gryllustexensis*. *Animal Behaviour*, London, v. 72, p. 235-244, 2006.
- ADATTO I, KRUG L, ZON LI. The Red Light District and Its Effects on Zebrafish Reproduction. *Zebrafish*. 2016;13(3):226-229. doi:10.1089/zeb.2015.1228
- ALMAZÁN-RUEDA, P. et al. Photoperiod affects growth, behaviour and stress variables in *Clarias gariepinus*. *Journal of Fish Biology*, London, v. 67, p. 1029-1039, 2005.
- ALVARENGA et al. Eficiência e controle da reprodução de peixes de interesse comercial. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, Belo Horizonte, v.39, n.1, p.202-207, jan./mar. 2015. Disponível em [www.cbra.org.br](http://www.cbra.org.br)
- ALVARENGA ER, FRANÇA LR. Effects of different temperatures on testis structure and function, with emphasis on somatic cells, in sexually mature Nile tilapias (*Oreochromis niloticus*). *Biol Reprod*, v.80, p.537-44, 2009.
- BANI, A. et al. Effects of different photoperiods on growth, stress and haematological parameters in juvenile great sturgeon *Husohuso*. *Aquaculture Research*, Oxford, v. 40, p.1899-1907, 2009.
- BHUJEL, R. C. A review of strategies for the management of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish in seed production systems, especially hapa-based systems. *Aquaculture*, v. 181, n. 1-2, p. 37-59, January 2000.
- BISWAS, A. K. et al. Effect of photoperiod manipulation on the growth performance and stress response of juvenile red sea bream (*Pagrus major*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 258, p. 350-356, 2006.
- BISWAS, A. K.; ENDO, M.; TAKEUCHI, T. Effect of different photoperiod cycles on metabolic rate and energy loss of both fed and unfed young tilapia *Oreochromis niloticus*: Part I. *Fisheries Science*, Tokyo, v. 68, p. 465- 477, 2002.
- CAMPBELL, P.M.; POTTINGER, T.G.; SUMPTER, J.P. Stress reduces the quality of gametes produced by rainbow trout. *Biol Reprod*, v.47, p.1140-1150, 1992.
- CAMPOS-MENDOZA, A. et al. Reproductive response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to photoperiodic manipulation; effects on spawning periodicity, fecundity, and egg size. *Aquaculture*, n.1, p. 231- 299 -314, 2004.

CARRAGHER, J.F.; SUMPTER, J.P.; POTTINGER, T.G.; PICKERING, A.D. The deleterious effects of cortisol implantation on reproductive function in two species of trout. *Salmo trutta* L. and *Salmo gairdneri* Richardson. *Gen Comp Endocrinol*, v.76, p.310-321, 1989.

CARRON, Wilson, 1941 - As faces da Física: volume único/ Wilson Caron, Osvaldo Guimarães. – 2.ed. – São Paulo: Moderna,2002.

DE GRAAF, G.J., GALEMONI, F. & HUISMAN, E.A. Reproductive biology of pond-reared Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture Research*30, p. 25–33. 1999.

DIAS, M.A.D. Caracterização genética do gene do Hormônio do Crescimento em variedades de tilápia utilizando marcadores de microssatélites / Marco Aurélio Dessimoni Dias. -Lavras: UFLA 2015. 137 p.: il. Tese doutorado

ÉRIKA R. DE ALVARENGA, SUELLEN CRISTINA M. DE SALES, CLÁUDIA REGINA DOS SANTOS, LUDSON G. MANDUCA, EDUARDO M. TURRA Eficiência e controle da reprodução de peixes de interesse comercial Efficiency and control reproductive in fish farming. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, Belo Horizonte, v.39, n.1, p.202-207, jan./mar. 2015

FÁLCON J, MIGAUD H, MUÑOS-CUETO JAE, CARRILLO M. CURRENT knowledge on the melatonin system in teleost fish. *Gen Comp Endocrinol*, v.165, p.469-482, 2010.

FÁLCON, J.; MIGAUD, H.; MUNOS-CUETO, J.A. and CARRILLO, M. 2010. Current knowledge on the melatonin system in teleost fish. *Gen Comp Endocr*, 165: 469-482.

FANTA, E. (1995). Influence of background color on the behavior of the fish *Oreochromis niloticus* (Cichlidae). *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 38: 1237-1251.

FAO - The state of world fisheries and aquaculture: opportunities and challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2016)

FAO, Food. Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division (2014). Production Available in: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S> [Review date: April 2015], 2016.

FAO. The state of world fisheries and aquaculture. Rome Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2010, p. 218

FOOD and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The state of world fisheries and aquaculture 2012. Fisheries and Aquaculture Department. Rome, p. 230, 2012

GJEDREM, T. Genetic improvement of cold-water fish species. *Aquaculture research*, v. 31, n. 1, p. 25-33, January 2000.

IWANA, G.K. Stress in fish. *Annals of the New York Academy of Science*, v.851, p.304-310, 1997.

IZQUIERDO, M. S.; FERNANDEZ-PALACIOS, H.; TACON, A. G. J. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*, v. 197, n. 1-4, p. 25-42, June, 2001.

JONES, K. Director de Pesquisa no Berkley Fish Research Center, Spirit Lake, Iowa, USA Publicado in “2006 World Record Game Fishes” IGFA (Tradução livre de Zebicho– Abril de 2006)

JUELL, J. E.; FOSSEIDENGEN, J. E. Use of artificial light to control swimming depth and fish density of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in production cages. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 233, p. 269-282. 2004.

KUBITZA, F.; KUBITZA, L. M. M. Qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade. *Panorama da Aqüicultura*, v. 10, n. 59, p. 44-53, maio/junho, 2000

LUND, V. X.; FIGUEIRA, M.L.O.A. Criação de tilápias. São Paulo: Livraria Nobel. p.63, 1989.

MCMILLAN, D. B. Fish histology: female reproductive systems. Canada. Springer, Science & Business Media, 165 p. 2007.

MIGAUD, H.; DDAVIE, A.; MATINEZ-CHAVEZ, C.C. and AL-KHAMEES S. 2007. Evidence for differential photic regulation of pineal melatonin synthesis in teleosts. *J Pineal Res*, 43: 327-335.

MORGAN, E. 2004. Ecological significance of biological clock. *Biol Rhythm Res*, 35: 3-12.

MORO, G.V. et al. Espécies de peixes para a piscicultura. In: RODRIGUES, P.O. et al. *Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimento*. 1ª Edição. Brasília, DF: EMBRAPA Pesca e Aqüicultura, p. 50-51, 2013.

NAVARRO et al. Effect of photoperiod stress assessment and locomotor activity of female lambari (*Astyanax bimaculatus*). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 38, n. 2, p. 173-180, 2014.

NAVARRO, et al. Effects of photoperiod on somatic growth and gonadal development in male Nile tilapia. *Acta Scientiarum. Technology*, Maringá, v. 37, p. 381, 2015.

NAVARRO, et al. The effect of different photoperiods on plasma levels of LH and gonadal maturation of female lambari (*Astyanax bimaculatus*). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Rio de Janeiro, v. 48, n. 8, p. 1064-1070, 2013.

NAVARRO, F. K. S. P.; NAVARRO, R. D. Importância do fotoperíodo no crescimento e na reprodução de peixes. *Revista Brasileira Reprodução Animal*, Belo Horizonte, v. 36, n. 2, p. 94-99, 2012.

NAVARRO, F.K.S.P.; NAVARRO, R. D. Importância das cores no crescimento, bem-estar e reprodução dos peixes. Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR, Umuarama, v.20, n. 1, p.45-48, jan./mar. 2017.

NAVARRO, R. D. et al. A Importância da vitamina E, C e A na reprodução de peixes (Revisão de literatura). Revista Brasileira de Reprodução Animal, v. 33, p. 20-25, Janeiro/Março, 2009

OLIVEIRA, H.M Notas sobre os mecanismos da visão de seres vivos – um seminário sobre processo de visão, 2018.

PEÑA-MENDOZA, B.; GÓMEZ-MÁRQUEZ, J. L.; SALGADO-UGARTE I. H.; & RAMÍREZNOGUERA. D. 2005. Reproductive biology of *Oreochromis niloticus* (perciformes: cichlidae) at Emiliano Zapata dam, Morelos, Mexico Rev. Biol. Trop. Vol. 53 (3-4): 515-522.

PERAZZA, C. A. et al. Evaluation of ultrasound imaging to predict loin eye area in tambaqui. Boletim do Instituto de Pesca, v. 41, p. 803-809, setembro, 2015.

PICKERING, A.D.; POTTINGER, T.G. Poor water quality suppresses the cortisol response in salmonid fish to handling and confinement. J Fish Physiol, v.30, p.363-374, 1987.

PORTO, E. P. et al. Responses to selection for performance traits in Nile tilapia. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 50, n. 9, p. 745-752, Setembro, 2015.

POSSATTO, J.F. Desenvolvimento de um reator fotoquímico microcontrolado, utilizando diodos emissores de luz (LEDs) como fonte de excitação luminosa/ João Fernando Possatto. São Carlos: UFSCar,2011. Dissertação de mestrado. Disponível em <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/6634?show=full> Acesso em 31 de Jul 2019.

REYNALTE-TATAJE, D. et al. Influência do fotoperíodo no crescimento e sobrevivência de pós-larvas de piracanjuba *Brycon bigyanus* (Valenciennes, 1849) (Osteichthyes, Characidae). Acta Scientiarum, Maringá, v. 24, p. 439-443, 2002.

RICK, I.P.; BAKKER, T.C.M. UV wavelengths make female three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*) more attractive for males. Behavioral Ecology and Sociobiology, v. 62, p. 439-445, 2008.

RIDHA MT, CRUZ EM. Effect of light intensity and photoperiod on Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. seed production. Aquacult Res, v.31, p.609-617, 2000.

ROUBACH, R.; GOMES, L.C.; VAL, A.L. 2001. Safest level of tricaine methanosulfanate (MSS-222) to induce anesthesia in juveniles of matrinxã (*Brycon cephalus*). Acta Amazonica, 31:159-163.

SANTOS, A. I. et al. Bayesian genetic parameters for body weight and survival of Nile tilapia farmed in Brazil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 46, n. 1, p. 33-43, 2011.

- SAS INSTITUTE. Statistical Analysis Systems User's Guide. Version 9.2. Cary: SAS Institute Inc., 2008
- SCHRECK, C.B.; CONTRERAS-SANCHEZ, W.; FITZPATRICK, M.S. Effects of stress on fish reproduction, gamete quality, and progeny. *Aquaculture*, v.197, p.3-24, 2001.
- SHENG, J. et al. Effects of food, temperature, and light intensity on the feeding behavior of three-spot juvenile seahorses, *Hippocampus trimaculatus* Leach. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 256, p. 596-607, 2006.
- SILVA, J.W.B. Tilápias: biologia e cultivo. Evolução, situação atual e perspectivas da tilapicultura no Nordeste brasileiro. Fortaleza: Edições UFC, 326p. 2009.
- SOARES, C. M.; HAYASHI, C.; FARIA, A. C. E. A. Influência da disponibilidade de presas, do contraste visual e do tamanho das larvas de *Pantala* sp. (Odonata, Insecta) sobre a predação de *Simocephalus serrulatus* (Cladocera, Crustacea). *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 23, n. 2, p. 357- 362, 2001.
- TAYLOR J, MIGAUD H. Timing and duration of constant light affects rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) growth during autumn–spring grow-out in freshwater. *Aquacult Res*, v.40, p.1551-1558, 2009.
- TURRA, E. M. et al. Uso de medidas morfométricas no melhoramento genético do rendimento de filé de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, Belo Horizonte, v. 34, n. 1, p. 29-36, 2010.
- TURRA, E.M. et al. Ferramentas para o melhoramento genético de peixes em água interiores. X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal Uberaba, MG – 18 a 23 de agosto de 2013
- VAZZOLER, A. E. A. M. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: EDUEM, 1996. 169 p.
- VOLPATO, G. L.; TRAJANO, E. Biological rhythms. In: VAL, L. A.; VAL, V. M. F. A.; RANDALL, D. J. (Org.). *Fish Physiology*. Elsevier & Academic Press, San Diego, p. 101-153, 2006.
- VOLPATO, G.L & BARRETO R.E (2001). Environmental blue light prevents stress in the fish Nile tilapia. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 34: 1041-1045.
- VOLPATO, G.L.; DUARTE, C.R.A.; LUCHIARI, A.C.. Environmental color affects Nile tilapia reproduction. *Braz J Med Biol Res*, Ribeirão Preto, v. 37, n. 4, p. 479-483, Apr.2004.
- Wendelaar Bonga SE. The stress response in fish. *Physiol Rev*, v.77, p.591-625, 1997
- WHITE, E.M. et al. Spectral irradiance and foraging efficiency in the guppy, *Poecilia reticulata*. *Animal Behaviour*, London, v. 69, p. 519-527, 2005.

ZHDANOVA, I.V.; REEBS, S.G. Circadian Rhythms in Fish. In: SLOMAN, K. A.; WILSON, R. W.; BALSHINE, S. (Org.). Behaviour and physiology of fish. Academic Press, p. 197-22, 2006.

ZOHAR, Y., MUÑOZ-CUETO, J. A., ELIZUR, A., KAH, O. Neuroendocrinology of reproduction in teleost fish. General and Comparative Endocrinology, 165: 438-455, 2010.