



RENATO LUÍS DE PAULA

**DESEMPENHO DE VARIEDADES DE TILÁPIA DO NILO NO
PERÍODO DE INVERNO**

LAVRAS – MG

2019

RENATO LUÍS DE PAULA

**DESEMPENHO DE VARIEDADES DE TILÁPIA DO NILO NO PERÍODO DE
INVERNO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Zootecnia, para
obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas
Orientador

LAVRAS – MG

2019

RENATO LUÍS DE PAULA

**DESEMPENHO DE VARIEDADES DE TILÁPIA DO NILO NO PERÍODO DE
INVERNO**

PERFORMANCE OF NILO TILAPIA VARIETIES IN THE WINTER PERIOD

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Zootecnia, para
obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 29 de NOVEMBRO de 2019.

Mr. Diana Carla Fernandes Oliveira - UFLA

Mr. Danielle Cristina Pereira Marçal - UFLA

Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas
Orientador

LAVRAS – MG

2019

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, por ter me guiado e abençoado todos os dias dessa caminhada.

Aos meus pais Maria Aparecida Américo e Sebastião Luiz de Paula, que sempre estiveram e lutaram comigo para que este sonho pudesse se realizar.

Aos meus irmãos, por estarem comigo em todos os momentos.

Aos meus amigos, pelas orações, companheirismo e pensamentos positivos para que eu pudesse alcançar meus objetivos.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) por ter me proporcionado oportunidades e ensino de qualidade.

Aos colegas e professores da UFLA, pela amizade, companheirismo e conhecimento transmitido durante todo meu caminho.

Ao meu orientador Rilke por sempre me conceder oportunidades, acreditar no meu potencial e orientar durante a graduação.

A minha coorientadora Danielle Cristina, por ter me ajudado desde o início, estando ao meu lado durante a Iniciação Científica.

A Diana Carla, pela amizade e apoio durante a graduação, assim como durante o projeto.

Aos amigos do Setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras – UFLA, por estarem sempre ao meu lado, ajudando na realização deste trabalho, assim como na minha formação.

A minha noiva Alice, que mesmo antes de minha graduação permaneceu sempre presente, sendo minha companheira e amiga, me apoiando inclusive na jornada acadêmica.

Ao técnico Eleci pela paciência e toda ajuda necessária durante meus anos no setor e também para a realização deste trabalho.

À todos meu muito obrigado.

RESUMO

A temperatura da água é um dos fatores mais importantes para os peixes, sendo que a tolerância a temperaturas extremas depende da espécie, do estágio de desenvolvimento e do período de aclimação a que foram submetidos os organismos. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho e tolerância de variedades de tilápia do Nilo em diferentes idades durante o período de baixas temperaturas. Foram utilizados 3.240 animais com peso médio de $9,27 \pm 6,56$ g, obtidos no plantel do setor de piscicultura da UFLA. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 3 x 3, sendo três variedades (GIFT, UFLA e GENEFORTE), três grupos contemporâneos (GC 1, GC 2 e GC 3) e 3 tanques (tanque 1, tanque 2 e tanque 3). Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o pacote estatístico GLM do SAS e as médias submetidas ao teste de Tukey a 5%. Foram encontrados efeitos da temperatura sobre a mortalidade de diferentes variedades, idades e blocos. A variedade UFLA se apresentou como a mais tolerante às variações e queda de temperatura se comparada com GIFT e Geneforte, mostrando estar mais adaptada ao ambiente onde o experimento foi submetido. O GC 3 apresentou taxa de mortalidade maior, sugerindo que animais mais novos tendem a ser mais susceptíveis a temperaturas mais baixas. Animais mais tolerantes e com melhor desempenho durante período de inverno podem ser utilizados como forma de viabilizar a produção de peixes durante o período de baixas temperaturas, visto que a seleção de animais mais tolerantes e produtivos nessas condições favorecem maior taxa de sobrevivência e também produtividade.

Palavras-chave: *Oreochromis niloticus*, temperatura, tolerância, variedades.

ABSTRACT

Water temperature is one of the most important factors for fish, and tolerance to extreme temperatures depends on the species, the stage of development and the acclimatization period that all were used for the organisms. This work aimed to evaluate the performance and tolerance of Nile's tilapia varieties at different ages during the low temperatures period. We used 3,240 animals with an average weight of $9.27 \pm 6.56\text{g}$. It not reached in the UFLA fish sector. The experimental design was a randomized complete block design (DBC), in a 3×3 factorial scheme, with three varieties (GIFT, UFLA and GENEFORT), three contemporary groups (GC 1, GC 2 and GC 3) and 3 tanks (tank 1, tank 2 and tank 3). The data were analyzed using the SAS GLM statistical package and as the 5% (five per cent) Tukey test media. Temperature effects were found on mortality of different varieties, ages and blocks. The UFLA variety shows to be more tolerant to changes and decreases the temperature compared to GIFT and Geneforte, showing to be more adapted to the environment where the experiment was submitted. GC 3 shows higher mortality rates, suggesting that younger animals tend to be more susceptible to lower temperatures. More tolerant and better performing animals during the winter period can be used as a way to make fish production possible during the low temperature period, since the selection of more tolerant and productive animals under these conditions favors higher use and it was also used.

Keywords: *Oreochromis niloticus*, temperature, tolerance, varieties.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Produção mundial de pesca extrativista e da aquicultura.	11
Figura 2 - Desempenho, crescimento e composição química do peixe cultivado em função do conhecido biótico (retângulo interno) e dos principais fatores abióticos estudados (hexágono externo).....	16
Figura 3 – Local de realização do experimento.....	19
Figura 4 – Vista lateral dos tanques de alvenaria utilizados no experimento.....	20
Figura 5 – Disposição dos animais nos tanques de alvenaria.....	20
Gráfico 1 – Médias de temperaturas e mortes dos tanques por semana, do período de maio a agosto de 2019.	23
Gráfico 2 – Médias de temperaturas dos tanques das semanas S9 e S10.....	24
Gráfico 3 – Mortalidade em função dos diferentes tanques avaliados durante o período de inverno.....	26
Gráfico 4 – Mortalidade em função das diferentes variedades de tilápias avaliadas durante o período de inverno.....	27
Gráfico 5 – Mortalidade em função do grupo contemporâneo de tilápias avaliadas durante o período de inverno.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise descritiva para peso de entrada (PE), peso de saída (PS), consumo (CONS), peso de biomassa de entrada (PBIOE), peso de biomassa de saída (PBIOS), ganho de peso de biomassa (GPBIO) e mortalidade (MORT).....	21
Tabela 2 – Análise de fontes de variação para as variáveis de desempenho em tilápias.	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OD – Oxigênio dissolvido

MO – Matéria orgânica

PE – Peso de entrada

PBIOE – Peso de entrada da biomassa

PS – Peso de saída

PBIOS – Peso de saída da biomassa

MORT – Mortalidade

GPBIO – Ganho de peso da biomassa

GC – Grupo contemporâneo

CONS – Consumo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Aquicultura	11
2.2 <i>Oreochromis niloticus</i>.....	12
2.3 Parâmetros Limnológicos	14
2.3.1 Temperatura	15
2.4 Tolerância a baixas temperaturas	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Análise Estatística.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5 CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura é uma atividade que engloba a criação de animais ou plantas que possuem todo ou parte de seu ciclo de vida na água (MPA, 2014), sendo um dos setores de produção de proteína animal que mais cresce em relação a outros setores do mesmo segmento (GODOY et al., 2013; LI & PONZONI, 2015).

Atualmente, o mercado global de alimentos vem sofrendo grandes mudanças nos padrões alimentares, gerando aumento na procura por alimentos de melhor qualidade nutricional, dentre eles o pescado (ZANARDI, 2011). A importância da carne de peixe para alimentação humana tem transformado a piscicultura em uma fonte essencial de alimento, além de aliviar a pressão de captura sobre os estoques naturais de algumas espécies (HILSDORF & ÓRFÃO, 2011).

O Brasil deve dobrar o seu crescimento na produção em 2025, sendo que em 2014 o país alcançou uma produção de mais de 500 mil toneladas de pescados, principalmente de peixes (FAO, 2016).

Além de possuir um enorme potencial de desenvolvimento para a aquicultura devido ao clima favorável e grande biodiversidade de espécies com potencial zootécnico (ROCHA et al., 2013), o Brasil dispõe de aproximadamente 13% da água doce mundial (RESENDE et al., 2010).

Contudo, para se obter alta produtividade, a qualidade e temperatura da água são fatores determinantes. Segundo KUBTIZA (2013), quando a qualidade da água é reduzida, os peixes ficam mais susceptíveis a doenças, pioram a conversão alimentar e diminuem o crescimento.

A temperatura da água tem efeito expressivo nos peixes e organismos aquáticos em geral, pois o metabolismo, reações químicas e fisiológicas são dependentes desse fator. Os peixes são animais que possuem temperatura corporal diretamente relacionada a temperatura da água (PANG et al., 2011; WALBERG, 2011), e quando a mesma não é atendida, possui respostas ao estresse térmico (WENDELAAR BONGA, 2011).

De maneira geral, as tilápias possuem grande capacidade de aclimação, permitindo bom desempenho mesmo em condições adversas (temperaturas acima de 30°C e inferior a 18°C) (LIM; WEBSTER, 2006). Portanto, o desempenho das tilápias variam conforme a temperatura atua sobre animal (REZK et al., 2002).

Logo, o objetivo do estudo foi avaliar o desempenho e tolerância de variedades de tilápia do Nilo em diferentes idades durante período de inverno.

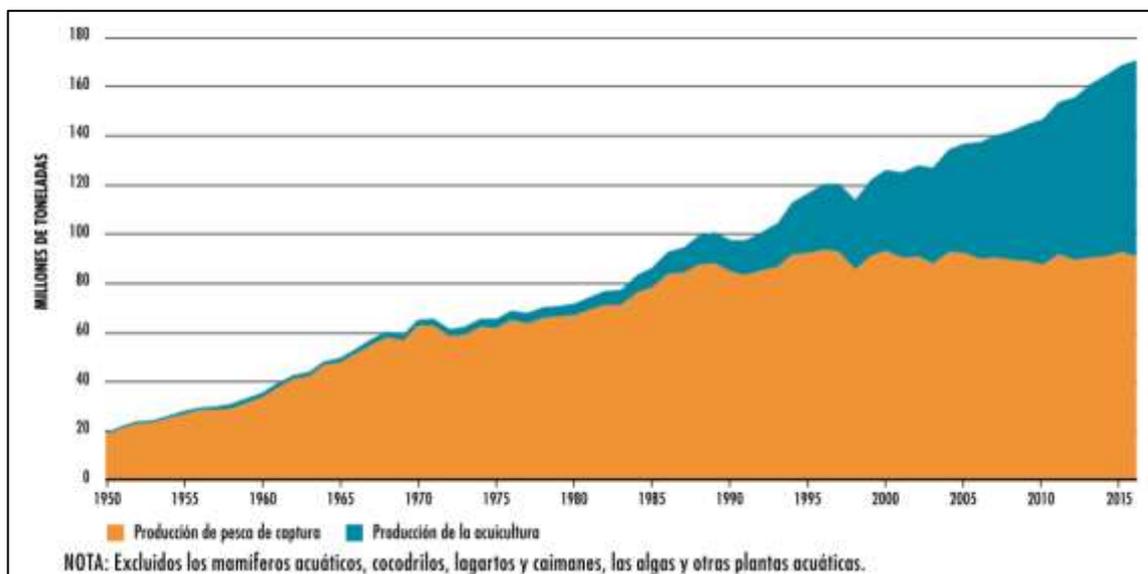
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aquicultura

O aumento da população mundial acarreta em maior demanda por proteína de origem animal, sendo a aquicultura uma das áreas mais promissoras dentre da atividade agropecuária, com destaque para a piscicultura, carnicultura e malacocultura (CARMO et al., 2008). Com isso, aquicultura se tornou o setor de produção animal que mais cresceu nos últimos anos, com taxa anual de 5,8% (período de 2000-2016), não sendo maior do que a taxa anual para as décadas 1980 e 1990 (11,3% e 10%) (FAO, 2018).

A produção de origem piscícola vem apresentando taxas de crescimento maiores do que outras áreas principais de produção de alimentos, atingindo em 2016, uma produção de 81,4 milhões de toneladas (ton.) e um valor em receita obtida de aproximadamente R\$ 590,8 bilhões (FAO, 2016).

Figura 1 – Produção mundial de pesca extrativista e da aquicultura.



Fonte: FAO (2018)

Já o aumento da produção piscícola brasileira e o maior desenvolvimento de tecnologias aplicadas estão intimamente relacionados com o potencial de desenvolvimento econômico da piscicultura comparado a outros segmentos agropecuários (CYRINO e FRACALOSI, 2013; PASTORE et al., 2013).

A atividade no Brasil sofreu grandes mudanças, se consolidando como uma das mais importantes do agronegócio, substituindo recursos pesqueiros provenientes da pesca (FIRETTI, GARCIA e SALES, 2007).

A piscicultura brasileira produziu 722.560 toneladas de peixes de cultivo em 2018. Esse resultado é 4,5% superior ao de 2017 (691.700 t) (PEIXE BR, 2018). No contexto mundial a tilápia do Nilo (*Oreochromis Niloticus*) é a segunda espécie mais cultivada, perdendo apenas para as carpas (*Ciprinus carpius*) que ocupa o primeiro lugar (FAO, 2018).

Dentre as espécies produzidas no Brasil, a tilápia representa mais de 50% do total produzido. A escolha da espécie, está intimamente ligada ao seu país (Peixe BR, 2018) e apresenta rápido crescimento quando cultivada em sistema intensivo, além de sua rusticidade (VERAS et al., 2013).

2.2 *Oreochromis niloticus*

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma espécie exótica, originária das regiões tropicais e subtropicais do continente Africano (CHARO-KARISA et al., 2005), e encontra-se em várias regiões do mundo (WATANABE et al., 2002; ZIMMERMANN e FITZSIMMONS, 2004).

No Brasil, é o peixe de água doce mais cultivado em sistemas de aquicultura (SANTOS, FURUYA, SILVA, MATSUSHITA & CASTRO SILVA, 2011). Essa espécie destaca-se por apresentar características favoráveis que a tornam um dos peixes mais cultivados no mundo (PEIXE BR, 2018).

Dentre essas características destaca-se: crescimento rápido, rusticidade (BUENO & FEIDEN, 2010; NAVARRO et al., 2010), resistência a doenças, tolerância ao superpovoamento, baixos níveis de oxigênio dissolvido e variação térmica.

Com relação às características da carne, esta se apresenta saborosa, firme, sem odor desagradável, baixo teor de gordura e ausência de espinhos intramusculares em forma de “Y” (mioceptos) (SANTOS, 2006), o que favorece a grande aceitação da espécie pelo mercado consumidor (KHAW et al., 2012).

A variedade Chitralada (Tailandesa) foi melhorada na Tailândia, sendo esta produzida por processo de cruzamento com outras variedades (BORGES et al., 2005). Foram introduzidos no Brasil 1000 reprodutores de 20 famílias de tilápia do Nilo da variedade Chitralada em 1996, selecionando então para características de ganho de peso, docilidade e conformação corporal (KUBTIZA, 2003). Sendo assim, a variedade Chitralada vem se

tornando uma das mais cultivada pelos piscicultores brasileiros, principalmente no Nordeste, por apresentar precocidade em ganho de peso e alta conversão alimentar (TENÓRIO, 2011).

No Brasil, foi introduzida uma variedade de tilápia vermelha, provinda de Israel na década de 90. Porém, no país considerado em sua totalidade como tropical, essa variedade quando comparada com outras que são cultivadas, apresentou desempenho inferior (MOREIRA; MARQUES MOREIRA; SILVA HILSDORF, 2005).

A variedade UFLA, que apresenta características positivas em relação a textura do filé, foi desenvolvida por volta de 1977 nas instalações da Universidade Federal de Lavras (UFLA) através da doação de dois mil alevinos de tilápia nilótica pela Faculdade de Agricultura e Ciências Veterinárias da UNESP (DIAS, et al., 2016).

A variedade GIFT é originária das Filipinas e foi desenvolvida pela organização World Fish Center (antiga ICLARM) por volta da década de 90 (GUPTA; ACOSTA, 2004), resultando do cruzamento de indivíduos de Gana, Egito, Quênia e Senegal (África) com indivíduos dos países Israel, Singapura, Taiwan e Tailândia (Ásia).

A variedade GIFT foi cruzada e selecionada para algumas características desejadas, assim como também o aumento da variabilidade genética, apresentando por exemplo alto rendimento de filé e resistência a doenças, crescimento rápido, cor da pele e conformação corporal, tornando uma variedade muito atraente e promissora (DIAS et al., 2016; EL-SAYED, 2003).

Existem poucos programas de seleção baseados no mérito individual no Brasil, pois demandam muito trabalho e recursos financeiros (DIAS et al., 2014), sendo assim, alguns programas de melhoramento foram baseados em seleção massal (TURRA et al, 2010). No Brasil, o programa de melhoramento GIFT é um dos únicos baseados em seleção individual e teve início no ano de 2005 através da importação de exemplares de 30 famílias da Variedade GIFT, que foi possível com o convênio entre a Universidade Estadual de Maringá do Paraná e o World Fish Center, juntamente com a Universidade Federal de Pelotas (OLIVEIRA, 2012; ZIMMERMANN et al., 2014).

Segundo Moraes (2014), a tilápia do Nilo é um peixe que possui grande mercado e apelo comercial, com manejo simplificado e que traz possibilidades de crescimento interno como também internacional.

2.3 Parâmetros Limnológicos

O uso eficiente dos recursos hídricos disponíveis para cultivo de organismos aquáticos permite o avanço da produção, visto que sua utilização serve para outras atividades como agricultura, cultivos de hortaliças consorciadas ao sistema e também pastagens (OLIVEIRA; SANTOS; 2015).

O conhecimento sobre os parâmetros da qualidade da água, equipamentos de mensuração e o monitoramento desses parâmetros são importantes, pois podem ser limitantes para a produção de peixes, tendo em vista que as características relacionadas a qualidade da água interferem no metabolismo dos peixes (OLIVEIRA et al., 2010; LIMA et al. 2013).

Os parâmetros de qualidade da água são representados de três formas: parâmetros físicos, químicos e biológicos (ALVES DE OLIVEIRA, 2001). Os parâmetros físicos são correspondentes a temperatura e transparência (cor, turbidez e sólidos); os parâmetros químicos pelo oxigênio dissolvido, pH, amônia e salinidade; e os parâmetros biológicos pelos coliformes e algas. Como a qualidade da água afeta a produtividade dos peixes, os parâmetros limnológicos devem ser monitorados (MARTINS et al., 2018).

Fatores como oxigênio dissolvido, temperatura, entre outros, estão diretamente relacionados com o desenvolvimento dos peixes durante o cultivo (MALLASEN et al., 2008).

A concentração de oxigênio dissolvido em água tem variação de acordo com pressão atmosférica, mas principalmente com a temperatura da água. Com o aumento da temperatura do meio a solubilidade do oxigênio diminui, podendo em elevadas temperaturas ocorrer taxas de mortalidade alta por asfixia (LEIRA et al., 2017). A densidade de peixes influencia diretamente no oxigênio dissolvido, exigindo inclusive maior atenção e renovação de água quando a propriedade não possui aeradores (KUBITZA, 2009).

Fatores como pH, alcalinidade, dureza e transparência também afetam o peixe, mas não são tóxicos. A calagem é usualmente feita, sendo uma prática que confere elevação do pH, favorecendo o crescimento de fitoplâncton, sendo esse processo realizado em tanques com baixa renovação de água, impedindo também a elevação dos gases tóxicos na água (KUBITZA, 2014). Durante o período noturno é predominante o processo de respiração, contribuindo para altos níveis de dióxido de carbono pela manhã, reduzindo o pH (LEIRA et al., 2017).

Dentre os parâmetros de qualidade da água, a temperatura é vista como a principal variável ambiental que afeta diretamente o metabolismo, o consumo de oxigênio, desempenho e a sobrevivência de peixes (JIAN et al., 2003).

Os parâmetros da qualidade de água interagem entre si. Essa interação pode ser complexa; causando toxicidade e mortalidade ou sendo inofensiva. A importância dos fatores, o método de determinação e frequência do monitoramento desses parâmetros dependem do tipo e intensidade do sistema de produção (ROSS et al., 2011).

2.3.1 Temperatura

A temperatura da água é um dos fatores abióticos mais importantes e que possui efeito no desenvolvimento e funções vitais dos peixes (MARTELL et al., 2005).

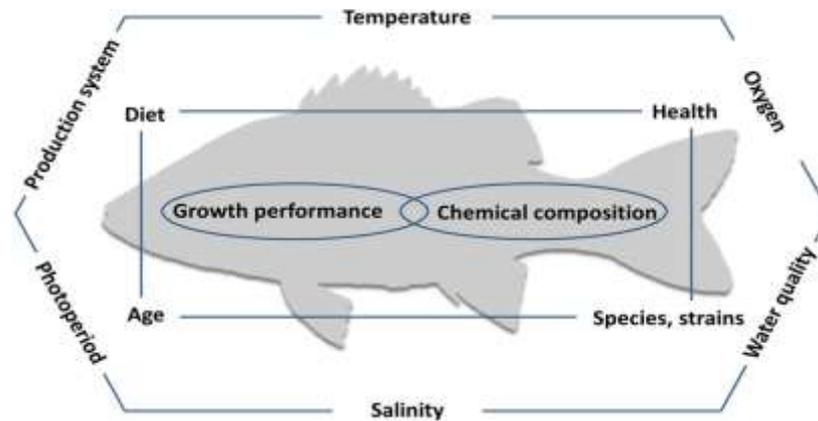
Os peixes pertencem a classe dos ectotérmicos, onde sua temperatura e metabolismo estão diretamente relacionados a temperatura do meio onde vivem e seus processos fisiológicos influenciados pelas oscilações térmicas (PANG et al., 2011; WALBERG, 2011).

A temperatura é um dos fatores abióticos que afeta o metabolismo dos peixes (MOURA et al., 2012), tornando-se um dos mais importantes (JIAN et al., 2003) para os processos vitais, afetando não só o desempenho, mas também a incorporação de ácidos graxos.

Quaisquer oscilações térmicas influenciam todos os seus processos fisiológicos (PANG et al., 2011; WALBERG, 2011), metabólicos (XIE et al., 2011), no crescimento, capacidade de natação, desempenho reprodutivo (ZENI et al., 2002) e no bem-estar dos peixes cultivados.

O corpo dos peixes está imerso na água e seus compartimentos de fluidos corporais e sistemas de tecidos estão, portanto, em contato direto ou indireto com o ambiente aquático (LOGAN & BUCKLEY, 2015). Portanto, o desempenho e a composição química de peixes são afetados por vários fatores bióticos e abióticos (ALHAZZAA et al., 2018) ou até mesmo a ação conjunta desses (Figura 2).

Figura 2 - Desempenho, crescimento e composição química do peixe cultivado em função do conhecido biótico (retângulo interno) e dos principais fatores abióticos estudados (hexágono externo).



Adaptado de Alhazzaa et al. (2018).

Cada espécie de peixe particularmente possui uma faixa de temperatura considerada ideal, na qual maximiza o desempenho e o maior potencial de crescimento (KUBTIZA, 2000; PIEDRAS et al., 2004), e quando não atendida essa faixa, diminuem o consumo de ração acarretando em um menor desempenho.

Os peixes apresentam uma baixa tolerância às variações bruscas de temperatura (choque térmico). O choque térmico é extremamente perigoso para os ovos, larvas e alevinos, podendo haver problemas com variações bruscas de mais ou menos 5°C (LEIRA et al., 2017).

Segundo Sardella et al. (2004), a temperatura reduzida abaixo das condições consideradas adequadas provoca distúrbios osmorregulatórios e metabólicos maiores do que quando a temperatura se eleva acima do ideal.

Temperaturas acima de 32°C e abaixo de 27°C interferem diretamente no desempenho de tilápias, sendo que ao reduzir para abaixo de 18°C o sistema imunológico é suprimido (KUBTIZA, 2000).

A elevação da temperatura até um determinado ponto é desejável, pois provoca um aumento das reações bioquímicas acelerando os processos metabólicos, que interferem na fisiologia, comportamento desses organismos (ANGILLETTA, 2009; ABRAM et al., 2016) e na eficiência na absorção dos alimentos (OLIVEIRA et al., 2013). Porém, temperaturas muito altas, fora da faixa de conforto diminuem o consumo e desestabilizam as proteínas a ponto de desnaturá-las, enquanto, temperaturas muito baixas tornam as proteínas muito rígidas para a sua atividade e função (ALBERTS, 2008).

A temperatura da água tem um efeito pronunciado nos processos químicos dos organismos aquáticos. As velocidades das reações bioquímicas e fisiológicas podem chegar a ser o dobro ou triplo para cada 10°C de aumento na temperatura da água.

Organismos aquáticos em temperatura média de 30°C irão consumir 2 a 3 vezes mais oxigênio dissolvido se comparado com uma situação em que a temperatura está em torno dos 20°C (OLIVEIRA, 2003).

Como consequência, dependendo dos parâmetros limnológicos, principalmente da temperatura da água, assim como também de tratamentos químicos, da fertilização e alimentação, ocorre o aumento da decomposição da matéria orgânica, fazendo com que aumente ainda mais o consumo de oxigênio (OLIVEIRA, 2003).

Mesmo podendo tolerar baixas temperaturas, em temperaturas menores que 20°C os peixes tropicais assimilam a energia exigida apenas para manutenção (LEONARDO et al., 2011).

Devido à grande influência da temperatura sobre o desempenho dos peixes, vários estudos têm explorado seu efeito sobre o crescimento e sobrevivência de diversas espécies (ABBINK et al., 2011; HE et al., 2014; NYTRO et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2013; SUN e CHEN, 2014).

Segundo Leira et al. (2017), as temperaturas entre 20 e 28°C são consideradas adequadas para o bom funcionamento do organismo dos peixes tropicais, maximizando o consumo em temperaturas entre 24 e 28°C. Os mesmos autores constataram que abaixo disso o consumo cai, e que acima de 32°C podem ocorrer mortes.

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma espécie tropical, rústica e amplamente cultivada, pois se desenvolve em uma extensa faixa de condições ambientais (PAULINO, 2010). As tilápias são bem tolerantes a variações de temperatura, entretanto, apresentam uma faixa de conforto térmico entre 27 e 32°C e temperaturas abaixo e acima destas, diminuem o apetite e também o crescimento (KUBITZA, 2000).

Quando não atendida a faixa de temperatura ideal, os peixes criam respostas de estresse, que são divididas em três categorias principais, sendo elas: primárias, secundárias e terciárias (WENDELAAR BONGA, 1997).

A resposta primária dos peixes em relação ao estresse é caracterizada pelo aumento dos hormônios catecolaminas (neurotransmissores), sendo adrenalina, noradrenalina e cortisol. A resposta subsequente engloba mudanças fisiológicas causadas por esses hormônios, ocorrendo mudanças nos níveis plasmáticos, teciduais e no perfil hematológico relacionados a ajustes fisiológicos, como o metabolismo, respiração, equilíbrio ácido-básico e a função imunológica

(FALCON, 2007; MOMMSEN; VIJAYAN; MOON, 1999; OLIVEIRA, 2008; URBINATI; CARNEIRO, 2004).

A última fase é representada por alterações comportamentais como um todo no animal, referindo-se as questões reprodutivas, crescimento e resistência a doenças. Nessa terceira fase os peixes perdem o caráter da adaptação e as alterações se tornam prejudiciais (WENDELAAR BONGA, 1997).

2.4 Tolerância a baixas temperaturas

A capacidade de tolerância térmica dos peixes, principalmente da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) vem sendo estudada a muitos anos (RANTIN, 1986), onde na faixa de tolerância térmica tem-se a zona de sobrevivência térmica, que possui uma faixa de temperatura estreita e compreende uma zona com temperaturas “ótimas” para os processos fisiológicos (WILLMER et al., 2005).

Segundo Baldisseroto (2002), para saber qual a tolerância ou variações de temperatura que uma espécie tem preferência, é necessário que esta seja exposta a diferentes situações de gradiente de temperatura.

A tolerância e termorregulação dependem da resposta de aclimatação, que tem efeito parcial sobre a tolerância térmica e pode alterar a amplitude dessa zona se o animal for submetido a exposição gradual de aumento ou redução de temperatura, fazendo com que os processos fisiológicos atuem para manter a homeostase da melhor maneira possível (PÖRTNER, 2008; WILLMER et al., 2005).

A temperatura tem relação direta com outros fatores importantes, como a ocorrência de doenças e a sobrevivência dos animais quando expostos em ambiente aquático desfavorável (EL-SAYED, 2006), acarretando em maiores chances de parasitismo (ZANOLO; YAMAMURA, 2006).

De acordo com Popma & Lovshin (1996), em relação a tantos outros peixes cultivados, a tilápia se destaca pela resistência a doenças causadas por parasitas, onde pode-se observar raramente animais adoecidos em temperaturas acima de 18°C.

Registros mostram que essas doenças parasitárias ocorrem em oscilações bruscas de temperatura ou quando os animais ficam expostos a temperaturas muito baixas, assim como problemas na qualidade da água (VARGAS et al., 2000; EL-SAYED, 2006).

Temperaturas abaixo dos 20°C se tornam prejudiciais para a reprodução de espécies de clima tropical, podendo em temperaturas mais baixas ocorrer desorientação, desequilíbrio e

mortalidade (SUN et al., 1992). Segundo Kubitzka (2000), dependendo da espécie e linhagem, as temperaturas que se tornam letais para as tilápias estão entre 8 e 14°C.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação de Piscicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA) (Figura 3), localizado no município de Lavras-MG (21° 14' 43" S; 44° 59' 59" W e 919 m) entre o período de 01/05/2019 e 26/08/2019, totalizando 118 dias de experimento, sendo a temperatura média do local de 19,7°C.

Figura 3 – Local de realização do experimento.



Fonte: Google Earth

Foram utilizados 3.240 animais de três variedades (GIFT, GENEFORTE e UFLA) obtidos no plantel do setor de piscicultura da UFLA, com peso médio de $9,27 \pm 6,56g$ e de três grupos contemporâneos, sendo o primeiro grupo composto por animais nascidos entre 1° e 15 de dezembro 2018 (GC 1), o segundo grupo composto por animais nascidos entre 16 e 31 de dezembro de 2018 (GC 2) e o terceiro por animais nascidos entre 1° e 15 de janeiro de 2019 (GC 3).

A metodologia para seleção dos animais consistiu da separação por grupo contemporâneo, onde foram selecionados através da visualização do tamanho e pesagem.

A pesagem foi feita com uma amostra de 10% de cada grupo contemporâneo, e os animais pertencentes ao grupo foram transferidos para hapas de 1,73m³ (1,20m x 1,20m x 1,20m) e malha com diâmetro de 5mm, instaladas em 3 tanques de alvenaria.

Os tanques de alvenaria possuíam 8m de comprimento por 5m de largura (40m²), sendo que cada tanque era equipado com 9 hapas, tendo em cada hapa 120 animais

representados por uma variedade e grupo contemporâneo conforme esquematizado na Figura 4.

Figura 4 – Vista lateral dos tanques de alvenaria utilizados no experimento.



Fonte: Autor (2019).

Foi utilizado Delineamento em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 3 x 3, sendo três variedades (GIFT, UFLA e GENEFORTE), três grupos contemporâneos (GC 1, GC 2 e GC 3) e 3 tanques (tanque 1, tanque 2 e tanque 3) (Figura 5).

Figura 5 – Disposição dos animais nos tanques de alvenaria.

Tanque 1	Entrada de Água		Tanque 2	Entrada de Água		Tanque 3	Entrada de Água	
Hapa 1	2	3	Hapa 10	11	12	Hapa 19	20	21
GC 2	GC 2	GC 2	GC 3	GC 3	GC 3	GC 1	GC 1	GC 1
Gene	UFLA	Gift	UFLA	Gift	Gene	Gift	Gene	UFLA
4	5	6	13	14	15	22	23	24
GC 3	GC 3	GC 3	GC 1	GC 1	GC 1	GC 2	GC 2	GC 2
Gift	Gene	UFLA	Gene	UFLA	Gift	UFLA	Gift	Gene
7	8	9	16	17	18	25	26	27
GC 1	GC 1	GC 1	GC 2	GC 2	GC 2	GC 3	GC 3	GC 3
UFLA	Gift	Gene	Gift	Gene	UFLA	Gene	UFLA	Gift

GC 1 = grupo contemporâneo 1; GC 2 = grupo contemporâneo 2; GC 3 = grupo contemporâneo 3.

Fonte: Autor (2019).

Após o período de aclimação de 15 dias, a base da alimentação consistiu de uma ração comercial própria para a fase, sendo fornecida duas vezes ao dia (08:00 e às 14:00 até a saciedade aparente, onde o restante era recolhido e pesado para avaliação do consumo aparente da biomassa de cada hapa.

As medidas de temperatura, oxigênio dissolvido e pH foram feitas duas vezes ao dia (09:00h e 15:00h), com auxílio de um oxímetro e phmetro específicos para tal atividade.

No início e final do período experimental, foram realizadas pesagens de uma amostra de 10% dos peixes de cada grupo contemporâneo para avaliação do desempenho.

3.1 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo Método de Quadrados Mínimos, através do procedimento GLM do pacote estatístico do SAS (2003) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, considerando o nível de significância estatística de 5%. O modelo incluiu os efeitos fixos de bloco, variedade e idade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas do peso de entrada (PE), peso de saída (PS), consumo (CONS), peso de biomassa de entrada (PBIOE), peso de biomassa de saída (PBIOS), ganho de peso de biomassa (GPBIO) e mortalidade (MORT) por variedade e grupo contemporâneo.

Tabela 1 – Análise descritiva para peso de entrada (PE), peso de saída (PS), consumo (CONS), peso de biomassa de entrada (PBIOE), peso de biomassa de saída (PBIOS), ganho de peso de biomassa (GPBIO) e mortalidade (MORT).

Variedade	GC	PE(g)	PS(g)	CONS(g)	PBIOE(g)	PBIOS(g)	GPBIO(g)	MORT(%)
GENEFORTE	GC 1	10,16	31,94	1186,67	1219,60	2405,80	1186,20	32,50
	GC 2	11,33	40,33	1113,00	1359,60	3116,33	1756,73	37,22
	GC 3	8,16	25,92	1213,67	979,20	1840,48	861,28	36,94
GERAL		9,88	32,73	1171,11	1186,13	2454,20	1268,07	35,56
GIFT	GC 1	10,99	27,70	1121,67	1319,20	2571,78	1252,58	23,89
	GC 2	13,90	35,58	1080,00	1668,00	2187,71	519,71	49,17

	GC 3	3,99	25,22	1350,33	478,40	1397,02	918,62	53,89
	GERAL	9,63	29,50	1184,00	1155,20	2052,17	896,97	42,31
UFLA	GC 1	8,16	20,45	1229,33	979,60	2355,47	1375,87	4,44
	GC 2	8,50	23,25	1162,33	1019,60	2422,10	1402,50	13,33
	GC 3	8,19	25,97	1163,33	983,20	1781,46	798,26	39,44
	GERAL	8,28	23,22	1185,00	994,13	2186,34	1192,21	19,07
	TOTAL	9,27± 2,92	28,49± 8,73	1180,04± 171,67	1111,82± 349,82	2230,91± 1455,43	1119,08± 446,74	32,31± 24,30

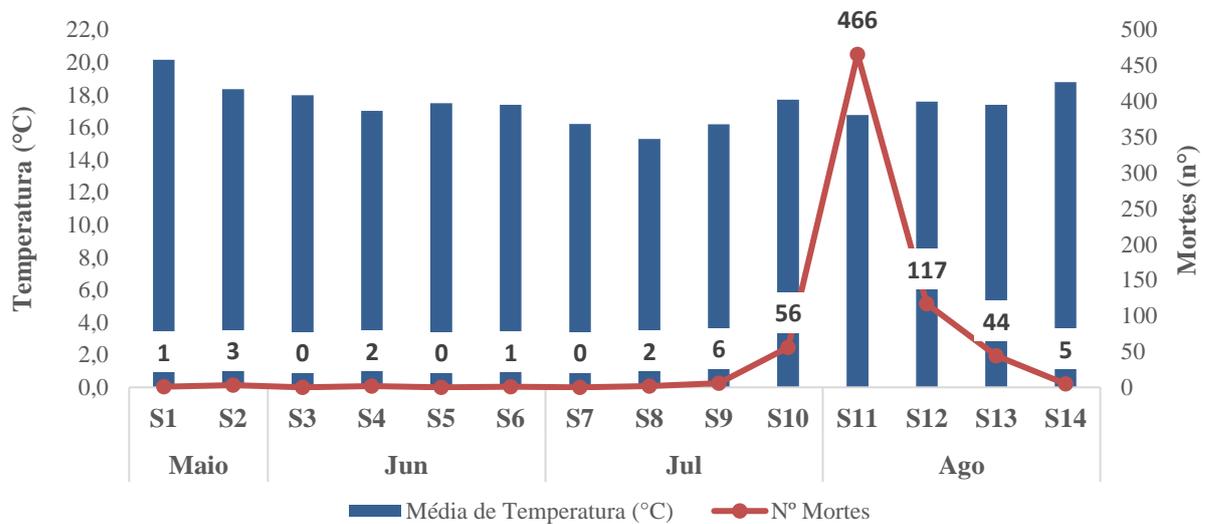
GC= grupo contemporâneo; PE= peso de entrada; PBIOE= peso biomassa de entrada; PS= peso de saída; PBIOS= peso biomassa de saída; CONS= consumo; MORT= mortalidade; GPBIO= ganho de peso biomassa.

Os resultados apresentados permitem observar dados de entrada e saída para peso, peso de biomassa, ganho de peso da biomassa, consumo e mortalidade para as diferentes variedades e grupos contemporâneos.

O peso de biomassa de entrada (PBIOE) foi calculado a partir do peso médio dos animais, multiplicado pelo número de animais que entraram no experimento. Já o peso de biomassa de saída (PBIOS) pelo peso médio dos animais, multiplicado pelo número de animais ao final do experimento. A diferença entre peso de biomassa de saída (PBIOS) e peso de biomassa de entrada (PBIOE) resulta no ganho de peso de biomassa (GPBIO).

Já o Gráfico 1, apresenta dados sobre as médias de temperatura e mortes por semana durante o período de 01/05 a 26/08 de 2019.

Gráfico 1 – Médias de temperaturas e mortes dos tanques por semana, do período de maio a agosto de 2019.



S1 = período compreendido entre 16/05 e 23/05, S2 = período compreendido entre 24/05-31/05, S3 = período compreendido entre 01/06-08/06, S4 = período compreendido entre 09/06-15/06, S5 = período compreendido entre 16/06-22/06, S6 = período compreendido entre 23/06-30/06, S7 = período compreendido entre 01/07-09/07, S8 = período compreendido entre 10/07-16/07, S9 = período compreendido entre 17/07-23/07, S10 = período compreendido entre 24/07-31/07, S11 = período compreendido entre 01/08-07/08, S12 = período compreendido entre 08/08-14/08, S13 = período compreendido entre 15/08-21/08 e S14 = período compreendido entre 22/08-26/08.

A temperatura é um fator abiótico que interfere expressivamente no comportamento, crescimento, reprodução e sobrevivência de tilápias (PANG et al., 2011; WALBERG, 2011; XIE et al., 2011).

Nota-se que ao avançar das semanas a temperatura média entrou em declínio e permaneceu mais baixa entre as semanas S3 e S9. Os animais toleraram a queda da temperatura até a semana S8, porém entre a semana S10 e S14, a temperatura da água voltou a subir, aumentando a mortalidade.

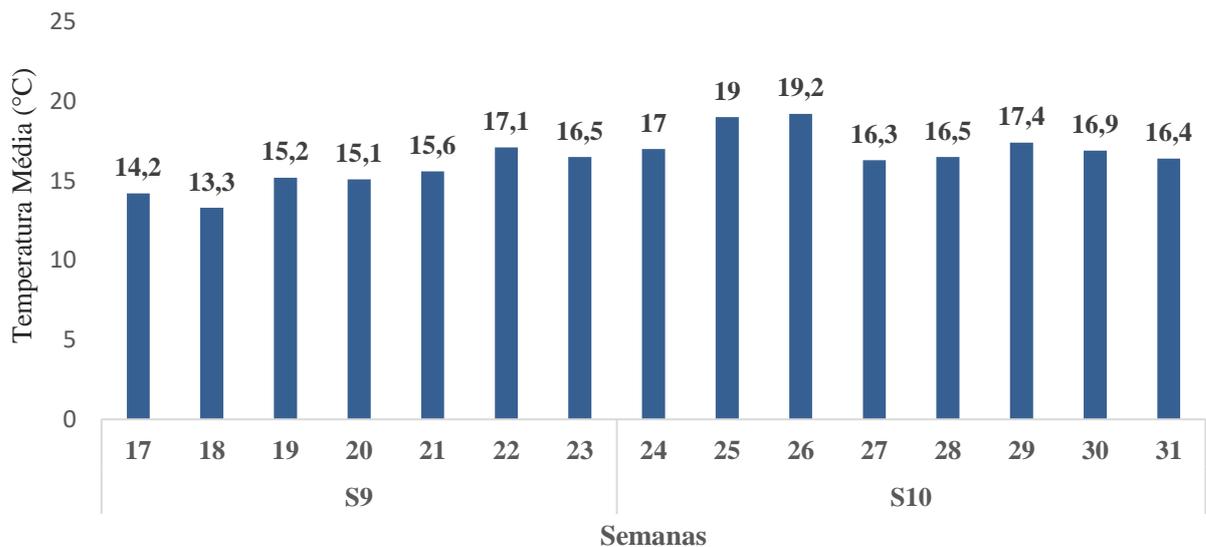
Esse fato pode ser explicado pelo estresse acumulativo, que pode prejudicar os peixes e a produtividade (FERREIRA; GIL BARCELLOS, 2008), pois os animais foram submetidos a condições de baixas temperaturas por um longo período de tempo e/ou também a variações de temperatura no período que antecede o mês de agosto, onde nas semanas S9 e S10 houve oscilação de temperatura na faixa de 5 a 6°C (Gráfico 2).

As temperaturas entre as semanas S3 e S6 tiveram taxas mais lentas de alteração (oscilação), que de acordo com Mora & Maya (2006) podem diminuir os valores críticos de temperatura em que os animais toleram.

A partir dessas semanas a oscilação de temperatura ocorre de maneira mais rápida. Quando essas condições de temperatura mudam de forma rápida, tendo menor tempo de aclimatação sobre aquela condição, mecanismos de resistência são importantes, onde outros fatores também influem sobre a sobrevivência (WILLMER et al., 2005; PÖRTNER, 2008). Segundo WILLMER (2005), após comportamentos primários em resposta a aclimatação, pode ocorrer colapsos, perda de desempenho, problemas patológicos e por último levar a morte.

O gráfico 2 apresenta a variação da temperatura da água ao longo das duas semanas que antecedem o pico de mortalidade (semana S11).

Gráfico 2 – Médias de temperaturas dos tanques das semanas S9 e S10.



S9= período compreendido entre 17/07-23/07; S10 = período compreendido entre 24/07-31/07.

A oscilação da temperatura de 5 e 6°C durante duas semanas antes do pico de mortalidade (gráfico 2) são bruscas mesmo para peixes como as tilápias, podendo ser o motivo do maior número de mortes na semana S11. Resultados de estudos de LEIRA et al. (2017) comprovam que o choque térmico causado por oscilações bruscas de mais ou menos 5°C são prejudiciais para ovos, larvas e também alevinos.

A tabela 2 apresenta informações de análises das fontes de variação para variáveis mortalidade, ganho de peso biomassa e consumo.

Tabela 2 – Análise de fontes de variação para as variáveis de desempenho em tilápias.

Variável	Fonte de variação	p-valor	R²
<i>Mortalidade</i>	Tanque	0,0130*	0,65
	Variedade	0,0430*	
	Grupo contemporâneo	0,0501*	
	Idade * Variedade	0,5011	
<i>Ganho de Peso Biomassa</i>	Tanque	0,2519	0,39
	Variedade	0,3285	
	Grupo contemporâneo	0,3214	
	Idade * Variedade	0,6039	
<i>Consumo</i>	Tanque	0,3295	0,30
	Variedade	0,9840	
	Grupo contemporâneo	0,3770	
	Idade * Variedade	0,6531	

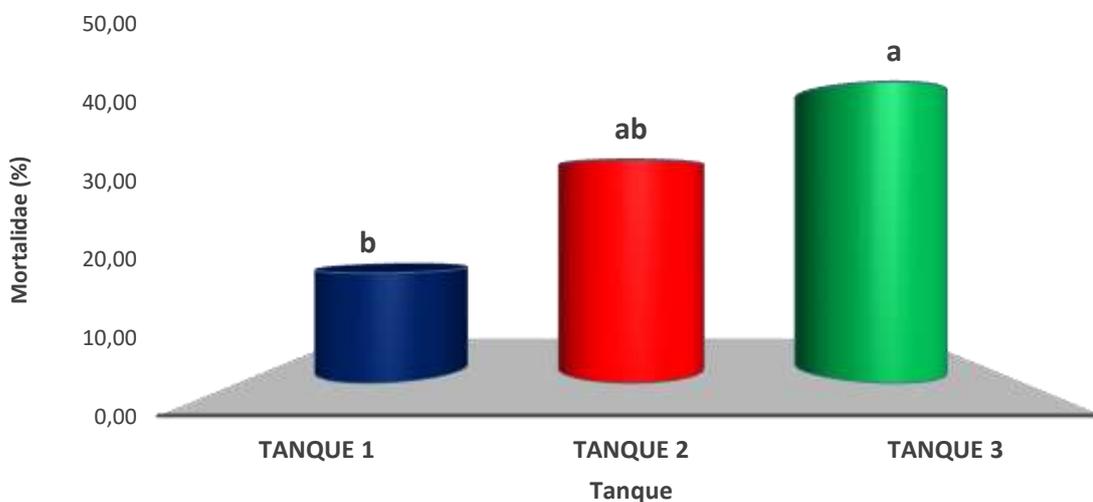
p-valor = probabilidade estatística; *=significativo a 5%; R² = coeficiente de determinação do modelo.

Para a variável mortalidade foram significativos (P<0,05) os efeitos de tanque, variedade e idade, entretanto, não houve interação significativa entre idade e variedade.

Enquanto para as variáveis ganho de peso por biomassa e consumo os efeitos de bloco, variedade e idade não foram significativos.

O gráfico 3 apresenta dados de mortalidade em função dos diferentes tanques avaliados durante o período de inverno.

Gráfico 3 – Mortalidade em função dos diferentes tanques avaliados durante o período de inverno.



O tanque teve efeito significativo ($P < 0,05$) na mortalidade dos animais, observando-se maior mortalidade no tanque 3, entretanto, este não diferiu estatisticamente do tanque 2.

Este fato pode estar relacionado com a temperatura média do tanque 3 que foi de $17,24^{\circ}\text{C}$, correspondendo a menor média de temperatura entre os tanques, o que pode ter ocasionado maior mortalidade dos peixes.

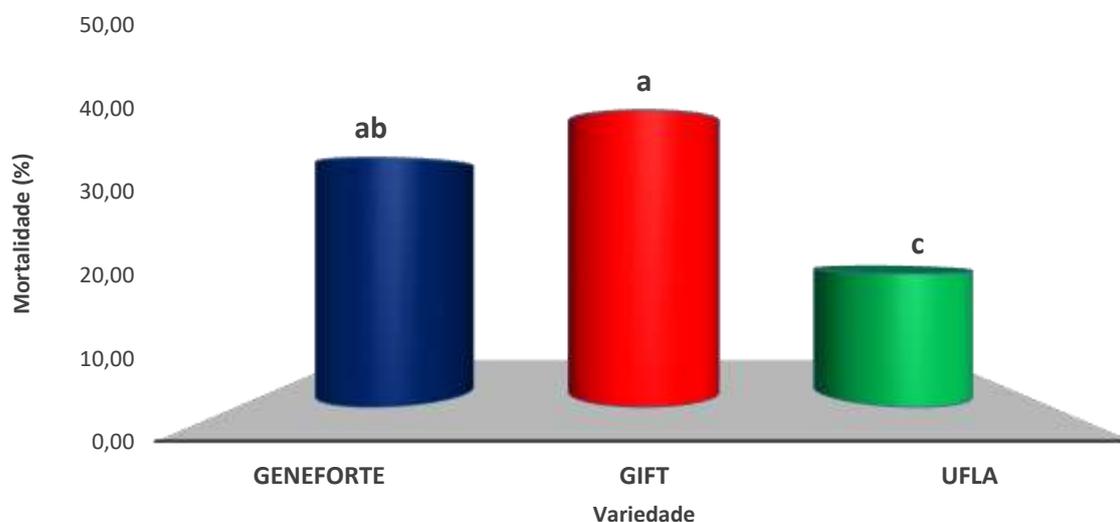
Sendo assim, a temperatura média do tanque 3 influenciou diretamente na taxa de mortalidade dos peixes, que provavelmente ficaram sob estresse cumulativo devido a exposição por longo período a baixas temperaturas, juntamente com as variações que ocorreram nesse parâmetro durante o período experimental.

Essa exposição contínua ao estresse brusco e de duração prolongada pode desencadear respostas adversas e nocivas (BARTON, 2002; OBA; MARIANO; SANTOS, 2009).

Kubtiza (2000), afirma que temperaturas abaixo de 27°C reduzem o consumo e pioram o desempenho; e abaixo de 20°C , aumentam os riscos de doenças e mortalidade.

O gráfico 4 apresenta dados sobre mortalidade das variedades de tilápias avaliadas durante o período de inverno.

Gráfico 4 – Mortalidade em função das diferentes variedades de tilápias avaliadas durante o período de inverno.



A variedade teve efeito significativo ($P < 0,05$) sobre a mortalidade dos animais, observando-se maior mortalidade na variedade GIFT, entretanto, esta não diferiu estatisticamente da variedade GENEFORTE.

Por outro lado, a variedade UFLA diferiu estatisticamente, se apresentando mais tolerante as variações e queda de temperatura se comparada com GIFT e GENEFORTE, mostrando estar mais adaptada ao ambiente onde o experimento foi submetido.

Segundo Dias et al. (2016), a variedade UFLA foi desenvolvida nas instalações da Universidade Federal de Lavras (UFLA) por volta de 1977, explicando o fato da maior adaptabilidade, já que está exposta as oscilações de temperatura a mais de 40 anos no mesmo local onde o presente estudo foi desenvolvido

Já a variedade GIFT, tem menos tempo de adaptação ao clima brasileiro, já que foi trazida para o Brasil em 2005 (FÜLBER et al., 2009).

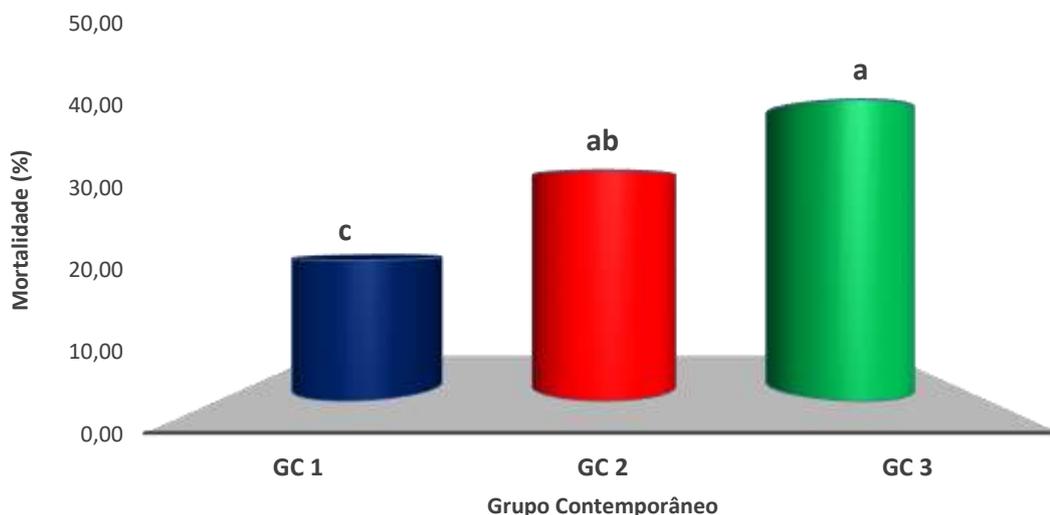
Em trabalho realizado por SIFA et al. (2002) com a variedade GIFT, Sudão 78 e Egito 88 em baixas temperaturas, verificou-se que a variedade GIFT apresentou menor tolerância que as demais variedades. Os mesmos autores destacam que apesar da variedade ser oriunda de um programa de melhoramento genético, o mesmo teve origem em região tropical com temperaturas mais elevadas, sem ter sido previamente exposta às pressões de baixa temperatura. Com isso, ao enfrentarem ambiente com temperaturas mais baixas, se apresentaram com maior dificuldade de adaptação e maiores taxas de mortalidade.

Cabe ressaltar ainda, que a variedade GIFT foi selecionada ao longo das gerações para maior peso vivo á despesca, procurando melhorar a taxa de crescimento (PONZONI et al.,

2005), o que pode de certa maneira influenciar em seu desempenho em baixas temperaturas, visto que a mesma não foi selecionada para essa característica. Outra explicação pode ser pelo fato de alguma variedade fundadora da GIFT se apresentar com baixa tolerância ao frio, como por exemplo, indivíduos do país de Gana que participaram do cruzamento (KHATER e SMITHERMAN, 1988), ou também ser contaminada com a espécie *O. mossambicus* (tilápia de Moçambique), que possui alelos de baixa tolerância ao frio (MACARANAS et al., 1986; ABDELHAMID, 1988).

O gráfico 5 apresenta mortalidade em função dos grupos contemporâneos de tilápias avaliadas durante o período de inverno.

Gráfico 5 – Mortalidade em função do grupo contemporâneo de tilápias avaliadas durante o período de inverno.



O grupo contemporâneo teve efeito significativo ($P < 0,05$) sobre a mortalidade dos animais, observando-se maior mortalidade no GC 3, entretanto, não diferiu estatisticamente do GC 2.

Esse resultado pode estar relacionado ao fato do GC 3 e 2 serem representadas por animais mais novos (idade média de 5 meses para GC 2 e 4,5 meses para GC 3) se comparado com o GC 1 (idade média de 5,5 meses), o que pode ter ocasionado maior mortalidade dos peixes. Sugerindo também que esses animais mais novos eram menores, e que, os peixes menores apresentam-se menos tolerantes que peixes maiores. Isso pode ser explicado pelo fato dos peixes menores terem área corporal exposta maior comparado aos peixes maiores, sendo os primeiros a sofrerem com mudanças ambientais, necessitando de temperaturas mais altas para os processos metabólicos (MARTINEZ, 2011).

Já a o GC 1 apresentou menor taxa de mortalidade, podendo ser considerado melhor em relação a viabilidade, favorecendo a escolha por animais maiores no período de inverno. Em estudo feito por Hein (2006), comparando três lotes de tamanhos diferentes de tilápias (lote A, B e C) no período de inverno com temperaturas entre 15 e 20°C, observou que animais do lote A, com peso médio de 1,3g, apresentaram sobrevivência de 24,3; 42,5 e 41,2% nos viveiros 1, 2 e 3 respectivamente. Já os animais do lote B, com peso médio de 32g, apresentaram sobrevivência de 81,2; 89 e 90,6% nos viveiros 4, 5 e 10.

Para temperaturas médias em torno dos 24°C sob mesmas condições do trabalho anterior, Hein (2002) observou taxas de sobrevivência superiores a 80%.

5 CONCLUSÃO

A variedade UFLA mostrou-se mais tolerante as baixas temperaturas, assim como as variações dentro do período experimental, sugerindo ser a variedade mais adaptada para condições de baixas temperaturas.

Os grupos contemporâneos constituídos por animais mais velhos, mostraram-se mais tolerantes as baixas temperaturas podendo ser a melhor opção de povoamento durante o inverno.

A seleção de animais mais tolerantes e com melhor desempenho durante período de inverno pode ser utilizada como forma de viabilizar a produção de peixes durante o período de baixas temperaturas, visto que há variação de tolerância a essas condições de acordo com a variedade e idade dos animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAM, P. K.; BOIVIN, G.; MOIROUX, J.; BRODEUR. **Behavioural effects of temperature on ectothermic animals: unifying thermal physiology and behavioural plasticity**. *Biological Reviews*, v. 9, 2016.

ALEXANDRE FILHO, L. **Desempenho produtivo e econômico da Tilápia do nilo (*O. niloticus*) cultivada em tanques-rede nos períodos de inverno e verão, no rio do Corvo-Paraná**. Maringá, 2008.

ALHAZZAA, RAMEZ; NICHOLS, PETER D.; CARTER, CHRIS G. **Sustainable alternatives to dietary fish oil in tropical fish aquaculture**. *Reviews in Aquaculture*, 2018.

ALVES DE OLIVEIRA, R. C. 2001. **Monitoramento de fatores físicoquímicos de represas utilizadas para criação de *Colossoma macropomum* no Município de Carlinda, Mato Grosso**. 2001. Ciências Agrárias. Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, Mato Grosso.

ANGILLETTA, M. J. **Thermal adaptation: a theoretical and empirical synthesis**. Oxford: Oxford University Press, 2009.

BALDISSEROTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: UFSM, 2002. 212p.

BARTON, B.A. Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulation corticosteroids. ***Integrative and Comparative Biology***, v. 42, p.517-525, 2002.

BENDHACK, F., PECZEK, V., GONCALVES, R., BALDAN, A. P. **Desempenho do robalo-peva em diferentes temperaturas de cultivo**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 48, p. 1128-1131, 2013.

BERMUDES, M., GLENCROSS, B., AUSTEN, K., HAWKINS, W. **The effects of temperature and size on the growth, energy budget and waste outputs of barramundi (*Lates calcarifer*)**. *Aquaculture*, v. 306, 160-166, 2010.

BORGES, A. M. et al. Produção de populações monossexo macho de tilápia-donilo da linhagem Chitralada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 2, p. 153-159, fev. 2005.

CARMO, J.L.; FERREIRA, D.A.; SILVA JUNIOR, F.R.; SANTOS, R.M.S.; CORREIA, E.S. Crescimento de três linhagens de tilápia sob cultivo semi-intensivo em viveiros. **Revista Caatinga**. Mossoró. v.21, n.2, p.20-26, 2008.

CLIMA LAVRAS. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/lavras-24957/>>. Acesso em 17/11/2019.

DIAS, M.A.D.; FREITAS, R.T.F.; ARRANZ, S.E.; VILLANOVA, G.V.; HILSDORF, A.W.S. Evaluation of the genetic diversity of microsatellite markers among four strains of *Oreochromis niloticus*. **Stichting International Foundation for Animal Genetics**, v. 47, p. 345–353, 2016.

EL-SAYED, A. F. M. Stress and diseases. In: _____. **Tilapia culture**. Wallingford: CAB International Publishing, 2006. p. 139–159.

FALCON, D.R. et al. Leucograma da tilápia-do-Nilo arraçoada com dietas suplementadas com níveis de vitamina C e lipídeo submetida a estresse por baixa temperatura. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 3, p.543-551, 2008.

FERNANDES JUNIOR, A. C. et al. **Resposta hemática da tilápia-do-Nilo alimentada com dietas suplementadas com níveis crescentes de colina e submetida a estímulo por baixa temperatura**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 39, n. 8, p. 16191625, 2010.

FERREIRA, D.; GIL BARCELLOS, L.J. Enfoque combinado entre as boas práticas de manejo e as medidas mitigadoras de estresse na piscicultura. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 3, p.601-611, 2008.

FIRETTI, R.; GARCIA, S.M.; SALES, D.S. **Planejamento estratégico e verificação de riscos na piscicultura**. Disponível

em:http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/Planejamento/Index.htm>. Acesso em 08 Nov. 2019.

FÜLBER, V.M.; MENDEZ, L.D.V.; BRACCINI, G.L.; BARRERO, N.M.L.; DIGMEYER, M.; RIBEIRO, R.P. **Desempenho comparativo de três linhagens de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em diferentes densidades de estocagem.** Acta Scientiarum: Animal Sciences, v.31, n.2, p.177-182, 2009.

GOTO-KAZETO, R.; ABE, Y.; MASAI, K.; YAMAHA, E.; ADACHI, S.; YAMAUCHI, K. **Temperature-dependent sex differentiation in goldfish: Establishing the temperature sensitive period and effect of constant and fluctuating water temperatures.** Aquaculture, 254: 617-624, 2006.

GRAEFF, Á. & PRUNER, E. N. **Variáveis que podem interferir na sobrevivência e desenvolvimento da tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) na região fria do Estado de Santa Catarina.** Congresso Iberoamericano Virtual de Aquicultura, v. 5, p. 70-79, 2006.

GRAEFF, A.; AMARAL JUNIOR, H. 2004. **Produção de juvenis de Tilapia nilótica (*Oreochormis niloticus*) em tanque-rede como opção econômica para regiões de clima desfavorável para engorda anual.** Congresso Iberoamericano Virtual de Aquicultura, v. 3, p. 190-196, 2004.

HEIN, Gelson. **Verificação da sobrevivência de tilápias (*O. niloticus*) de tamanhos diferentes no município de Toledo-PR e sua importância prática na organização da produção.** EMATER, 2006. Disponível em:<http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/File/Biblioteca_Virtual/Premio_Extensao_Rural/2_Prêmio_ER/28_Verif_Sobrev_Tilapias_.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2019.

HILSDORF, A.W.S.; MOREIRA, H.L.M.; FREITAS, R.T.F. **Desafios do melhoramento genético de organismos aquáticos.** Panorama da aquicultura, Laranjeiras, v.25, n. 147, janeiro-fevereiro, p.36-43, 2015.

JIAN, C.Y.; CHENG, S.Y.; CHEN, J.C. **Temperature and salinity tolerances of yellowfin sea bream, *Acanthopagrus latus*, at different salinity and temperature levels.** *Aquaculture Research*, v.34, p.175-185, 2003.

KHATER, A., SMITHERMAN, R.O., 1988. Cold tolerance and growth of three strains of *Oreochromis niloticus*. In: PULLIN, R.S.V., BHUKASWAN, T., TONGUTHAI, K., MACLEAN, J.L. (Eds.), *The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. ICLARM Conference Proceedings 15, Department of Fisheries, Bangkok, Thailand and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.

KUBITZA, F. **A evolução da tilapicultura no Brasil: produção e mercados.** *Panorama da Aquicultura*, v. 13, n. 76, p. 25–35, 2003.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial.** Jundiaí: Fernando Kubitza, 2000. 289p.

KUBITZA, F. **Qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade.** Parte II. *Acqua Imagem Serviços em Aquicultura*.

LEIRA, M. H., DA CUNHA, L. T., BRAZ, M. S., MELO, C. C. V., BOTELHO, H. A., & REGHIM, L. S. **Qualidade da água e seu uso em pisciculturas.** *PUBVET*, v. 11, p. 1-102, 2017.

LEONARDO, A.F.; CORREA, C.F.; BACCARIN, A.E. **Qualidade da água de um reservatório submetido a criação de tilapias em tanques-rede, no sul de São Paulo, Brasil.** *Boletim do Instituto de Pesca*, v.37, n.4, p.341-354, 2011.

LIMA, A. F.; SILVA, A. P.; RODRIGUES, A. P. O.; BERGAMIN, G. T.; TORATI, L. S.; PEDROZA FILHO, M. X.; MACIEL, P. O. **Qualidade da água: piscicultura familiar.** *Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura*, 2013. 8p. Disponível em: <
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/972064/1/agua.pdf>>. Acesso em: 10/11/2019.

LUCKENBACH, J.A.; GODWIN, J.; DANIELS, H.V.; BORSKI, R.J. **Gonadal differentiation and effects of temperature on sex determination in Southern flounder (*Paralichthis lethostigma*)**. Aquaculture, 216: 315-327, 2003.

MACARANAS, J.M., TANIGUCHI, M., PANTE, M.J.R., CAPILI, J.B., PULLIN, R.S.V., 1986. Electrophoretic evidence for extensive hybrid gene introgression into commercial, *Oreochromis niloticus* (L.) stocks in the Philippines. Aquaculture and Fisheries Management 17, 249–258.

MALLASEN, M. e BARROS, H.P. 2008. **Piscicultura em tanques-rede na concentração de nutrientes em um corpo d'água**. In: CYRINO, J.E.P.; FURUYA, W.M.; RIBEIRO, R.P.; SCORVO FILHO, J.D. Tópicos especiais em biologia aquática e aquicultura III. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. p.79-85.

MARENGONI, N. G.; MACHADO, L. M. C.; DE OLIVEIRA, C. A. L.; YOSHIDA, G. M.; KUNITA, N. M., & RIBEIRO, R. P. **Morphological traits and growth performance of monosex male tilapia GIFT strain and Saint Peter®**. Semina: Ciências Agrárias, v. 36, n. 5, p. 3399-3409, 2015.

MARQUES NR, HAYASHI C, SOARES CM, SOARES T (2003). **Níveis Diários de Arraçamento para Alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.) Cultivados em Baixas Temperaturas**. Seminário: Ciências Biológicas e da Saúde 24:97-104.

MARTELL, D. J.; KIEFFER, J. D.; TRIPPEL, E. A. 2005. Effects of temperature during early life history on embryonic and larval development and growth in haddock. *J. Fish Biol.* V. 66. p. 1558-1575.

MARTINEZ, O; GÓMEZ, E; HURTADO, H. Levante de Goldfish (*Carassius auratus*) en sistema de recirculación cerrada. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá - Colombia. 2011; 1-350.

MOMMSEN, T.P., VIJAYAN, M.M., MOON, T.W., 1999. Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. *Rev. Fish Biol. Fish.*, 9, 211–268.

MOURA, Guilherme S.; OLIVEIRA, Maria G. A.; LANNA, Eduarda T. A.; JÚNIOR, Alaor M.; MACIEL, Claudia M. R. R. **Desempenho e atividade de amilase em tilápias-do-Nilo submetidas a diferentes temperaturas.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 42, n. 11, p. 1609-15, nov. 2007.

OBA, E.T.; MARIANO, W.S.; SANTOS, L.R.B. Estresse em peixes cultivados: agravantes e atenuantes para o manejo rentável. In: TAVARES-DIAS, M. **Manejo e sanidade de peixes em cultivo.** Macapá: Embrapa Amapá, 2009.

OLIVEIRA, R. D. (2003) Efeitos da temperatura nas respostas cardiorespiratórias e na respiração aérea acessória de jeju, *Hoplerythrinus unitaeniatus* (Erythrinidae) aclimação a 15, 20, 25 e 30°C e submetidos a variações de O₂ ambiental. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos.

OLIVEIRA, R. P. C.; SILVA, P. C.; BRITO, P. P.; GOMES, J. P.; SILVA, R. F.; SILVEIRA FILHO, P. R.; ROQUE, R. S. Variáveis hidrológicas físico-químicas na criação da tilápia do Nilo no Sistema Raceway com diferentes renovações de água. **Revista Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 11, n. 3, p. 482-487, jul./set. 2010.

OLIVEIRA, S.R. **Efeito do levamisol sobre o desempenho produtivo e como mitigador do estresse ao transporte em matrinxã (*Brycon amazonicus*).** 2008. 101 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Amazonas, Amazonas, 2008.

PIEDRAS, S.R.N.; MORAES, P.R.R.; PIEDRAS, F.R.; POUHEY, J.L.O.F. **Efeito da temperatura e da saturação de oxigênio na taxa de crescimento específico do jundiá na fase de engorda.** In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE AQUICULTURA E BIOLOGIA AQUÁTICA – AQUIMERCO 2004, Vitória, 24-28/mai./2004. Anais... Vitória: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. p.152.

PONZONI, R.W.; HAMZAH, A.; TAN, S.; KAMARUZZAMAN, N. Genetic parameters and response to selection for live weight in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis Niloticus*). **Aquaculture**, v. 247 , p. 203-210, 2005.

POPMA TL, LOVSHIN LL (1996) **World side prospects for commercial production of tilápia**. Research and Development Series 41:1-23.

PÖRTNER H. O., BOCK C., GISELA LANNING, MAGNUS LUCASSEN, FELIX CHRISTOPHER MARK, FRANZ JOSEF SARTORIS (2008). Cod and climate in a latitudinal cline: physiological analyses of climate effects in marine fishes. *Clim. Res.* 37:253-270.

Produção global de Tilápia cresce para atender demanda. PeixeBR, 2018. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/Anuario2018/AnuarioPeixeBR2018/> Acesso em: 11 dez. 2019.

RANTIN F.T , FERNANDES M.N. (1986). Lethal temperature of *Oreochromis niloticus* (Pisces – Cichlidae). *Revista brasileira de biologia.* 46:589-595.

REZK, M.A.; KAMEL, E.A.; RAMADAN, A.A. et al. **Comparative growth of Egyptian tilapias in response to declining water temperature**. *Aquaculture*, v.207, p.239-247, 2002.

ROSS, L. G., FALCONER, L. L., CAMPOS, M. A. & MARTINEZ PALACIOS, C. A. **Spatial modelling for freshwater cage location in the Presa Adolfo Mateos Lopez (El Infiernillo)**, Michoacán, México. *Aquaculture Research*, v. 42, p. 797-807, 2011.

SANTOS, L.R.B.; OBA, E.T. **Dieta: ferramenta importante para manejo dos peixes no cultivo**. In: TAVARES-DIAS, M. Manejo e sanidade de peixes em cultivo. Macapá: Embrapa Amapá, 2009.

SIFA, L.; CHENHONG, L.; DEY, M.; GAGALAC, F.; DUNHAM, R. **Cold tolerance of three strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, in China**. *Aquaculture*, v.213, n.1-4, p.123-129, 2002.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. **Limnologia aplicada à aquicultura**. Jaboticabal: Funep, 1994. 70p. TACHIBANA, L.; CASTAGNOLLI, N.; PEZZATO, L.E.; et al. Desempenho de diferentes linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de reversão sexual. *Acta Scientiarum*, v.26, n.3, p.305-311, 2004.

SONODA, D.Y. **Análise econômica de sistemas alternativos de produção de tilápias em tanque rede para diferentes mercados**. ESALQ. Dissertação de Mestrado Economia Aplicada. Piracicaba, SP, Out/2002, 92p.(mimeo).

SULIS-COSTA, R. **Criação de piavas, *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1837) em tanques rede no reservatório de Itá, rio Uruguai, Santa Catarina**. Dissertação de Mestrado, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-graduação em Aquicultura. Florianópolis - SC, 2012.

SUN LT CEN GR, CHANG CF (1992) The physiological responses of tilapia exposed to low temperatures. *Journal of Thermal Biology* 17:149-153.

TENÓRIO, I. V. Desempenho comparativo em tanques-rede de três linhagens da tilápia do Nilo—*Oreochromis niloticus*: comum, chitralada e mestiço. **Biotemas**, Florianópolis, v. 25, n. 1, p. 65-72, mar. 2011.

URBINATI, E.C.; CARNEIRO, P.C.F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. In: CYRINO, J.E.P. et al. **Tópicos especiais de piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Tecart, 2004. p.171-194.

VERAS, G. C. et al. **Fotoperíodo sobre parâmetros fisiológicos relacionados ao estresse em alevinos de tilápia-do-nilo**. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 65, n. 5, p. 1434-1440, 2013.

WALBERG, E. **Effect of increased water temperature on warm water fish feeding behavior and habitat use**. *Journal of Undergraduate Research at Minnesota State University*, v. 11, 2011.

WILLMER P., GRAHAM S. & JOHNSTON I. (2005). *Environmental physiology of animals* – 2nd edition Blackwell Publishing. Pages 179-215.

ZANOLO, R.; YAMAMURA, M. H. Parasitas de Tilápias do Nilo criadas em sistemas de tanques- rede. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 281–288, 2006.

ZANONI, M.A.; CAETANO FILHO, M.; LEONHARDT, J.H. **Performance de crescimento de diferentes linhagens de tilápiado-nilo, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), em gaiolas.** Acta Scientiarum, v.22, p.683-687, 2000.

ZIMMERMANN, S. **O bom desempenho das Chitraladas no Brasil.** Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, v.10, p. 15-19, 2000.