

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

**AJUSTE DO FORNECIMENTO AUTOMÁTICO DE RAÇÃO DE
ACORDO COM A TEMPERATURA DA ÁGUA PARA TILÁPIAS
CRIADAS EM TANQUES REDE**

CÉLIO APARECIDO CARMELIN JÚNIOR

Tese apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em
Zootecnia como parte das
exigências para a obtenção do
título de Doutor

BOTUCATU – SP

Julho – 2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**AJUSTE DO FORNECIMENTO AUTOMÁTICO DE RAÇÃO DE
ACORDO COM A TEMPERATURA DA ÁGUA PARA TILÁPIAS
CRIADAS EM TANQUES REDE**

CÉLIO APARECIDO CARMELIN JÚNIOR

Zootecnista

Orientador: PROF. Dr. CLÁUDIO ANGELO AGOSTINHO

Tese apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em
Zootecnia como parte das
exigências para a obtenção do
título de Doutor

BOTUCATU – SP

Julho - 2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

C287a Carmelin Júnior, Célio Aparecido, 1987-
Ajuste do fornecimento automático de ração de acordo com a temperatura da água para tilápias criadas em tanques rede / Célio Aparecido Carmelin Júnior - Botucatu: [s.n.], 2018
60 p.: grafs. color., tabs.

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2018
Orientador: Cláudio Angelo Agostinho
Inclui bibliografia

1. Piscicultura. 2. CLP. 3. Desempenho. 4. Produtividade. I. Agostinho, Cláudio Angelo. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

Tese dedicada a toda minha família e amigos

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP/Botucatu, pela oportunidade de realização do doutorado;

Aos meus pais, Célio Aparecido Carmelin e Celina Munhoz Lopes Carmelin, e irmã Ariane Maria Carmelin, por tudo que me foi ensinado na vida, a educação e o respeito ao próximo, além de todo o amor e carinho, devo tudo a eles, desde o início de minha vida até o final da mesma. Agradeço ainda a paciência e apoio da minha mãe no período que estive fora, sempre me ligando, conversando e me auxiliando nas decisões, e ao meu pai, por ir a Riolandia com o pretexto de pescar, para passar um tempo comigo.

Ao Professor Claudio Angelo Agostinho, por me aceitar como orientado, ajudar como amigo além de orientador, ter confiado em mim para que pudesse realizar o experimento fora de Botucatu, me atendido todas as vezes em que solicitei ajuda, ensinando a ser melhor cidadão e ser humano.

À Dona Sueli por toda amizade e preocupação comigo e com o professor, desde que iniciei o trabalho até nos tempos atuais, quando vamos a riolandia fazer visitas técnicas intermináveis, além de ajudar muito nas correções da tese;

Ao professor Meirelles, pela disposição em liberar o Laboratório de Bromatologia para a análise dos nutrientes da ração;

Ao colorado de Riolandia, em especial o meu amigo e treinador Jacó, por confiar em mim e me ceder lugar na equipe, se tornando meus melhores amigos durante minha passagem pela cidade;

À empresa Fisher Piscicultura e todos os seus integrantes, Davi, Helio, Rones, Alex, Diogo, Jean, pelo apoio e por cederem espaço à nossa pesquisa.

À Célia Scorvo e João Scorvo, duas pessoas maravilhosas que conheci e que levo a amizade comigo para onde eu for;

Ao Cláudio Masocatto, por toda a ajuda e conhecimento transmitido a mim, com muita simplicidade, aos lanches e pizzas que comemos durante minha estadia em Riolandia, se tornando um grande amigo;

Ao Luis Viana, vulgo “Piau”, por ser a pessoa que mais me ajudou na piscicultura, sendo um grande amigo e parceiro para todas as horas;

Ao grande amigo “Louro Preto”, seu filho David, sua esposa Ilma, Tio Quelé e toda família, por me “adotarem” durante este período, me tratando como se fosse da família, sendo as pessoas mais importantes para mim que conheci em Riolandia;

Ao Lila e Neto, que me ajudaram muito no início da caminhada em Riolandia;

A todos os amigos da “família Gato Felix”, republica na qual passei grande parte dos períodos de diversão em Riolandia;

Ao Rodrigo Morgado Ramalho Sousa, por conseguir os exemplares de tilápia, compra-los ao final do experimento e poder contribuir com suas idéias na defesa;

Aos professores Marcos e Ibiara, por suas valiosas contribuições, tanto na qualificação quanto na defesa;

Ao Daniel Argentim, pelas toneladas de ração que cedeu durante meu experimento para alimentar as tilápias, além das contribuições como membro da banca;

Aos amigos do Setor de Aquicultura da UNESP: Anderson, Daniel, Gabriel, João, Junior e Obedias, por serem muito mais que colegas de pós graduação, serem amigos para a vida toda, ajudando de forma inigualável no experimento e na vida.

Aos meninos da República Litraço de 4, pelos momentos de descontração, festas, churrascos, futebol e também responsabilidades;

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho;

BIOGRAFIA DO AUTOR

Possui graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2011). Em 2008 e 2009, foi Assessor de Projetos e Assessor de Marketing no Núcleo de Estudos em Aquicultura em Piracema (Extensão em Produção Animal - EPA Jr.). De 2007 a 2011, realizou estágio extracurricular na área de Produção de Aquicultura, no Departamento de Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu. Em 2011, concluiu estágio curricular obrigatório de 6 meses e realizou o projeto “Efeito do atraso da primeira alimentação no crescimento de Acará-Bandeira (*Pterophyllum scalare*)” no Centro de Aquicultura da Unesp (CAUNESP) na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, orientado pelo professor João Batista Kochenborger Fernandes. Concluiu o mestrado na área de Zootecnia pelo programa de pós graduação em Zootecnia da UNESP Botucatu, orientado pelo professor Claudio Angelo Agostinho, defendendo a dissertação intitulada “Sistema automatizado de alimentação de juvenis de tilápia”. Defendeu o título de doutor pelo programa de pós graduação em Zootecnia da UNESP Botucatu, orientado pelo professor Claudio Angelo Agostinho, defendendo a tese intitulada “ajuste do fornecimento automático de ração de acordo com a temperatura da água para tilápias criadas em tanques rede”. Atualmente atua na área de manejo alimentar, nutrição, e manejo de peixes e rãs.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	Página
Considerações iniciais.....	1
Cultivo de peixes	2
Manejo Alimentar	3
Automação do Manejo Alimentar	5
Influência da temperatura da água.....	8
Referências bibliográficas	10
CAPÍTULO II	
Períodos de alimentação de tilápias criadas em tanques rede com automação do fornecimento de ração sob influência de altas temperaturas.....	17
Resumo	18
Abstract... ..	19
Introdução.....	20
Materiais e Métodos.....	21
Instalações.....	21
Manejo alimentar	22
Ração.....	22
Delineamento Experimental.....	22
Correção da oferta de ração de acordo com a temperatura.....	23
Resultados.....	23
Temperatura da água.....	24
Índices Zootécnicos.....	24
Oxigênio Dissolvido	25
Discussão.....	25
Conclusão.....	28

Implicações.....	28
Referências bibliográficas.....	30

CAPITULO III

Automação do fornecimento de ração durante diferentes períodos para tilápias criadas sob baixas temperaturas.....	33
Resumo	34
Abstract... ..	35
Introdução.....	36
Materiais e Métodos.....	37
Instalações.....	37
Manejo alimentar	38
Ração.....	38
Delineamento Experimental.....	39
Correção da oferta de ração de acordo com a temperatura.....	40
Resultados.....	40
Temperatura da água.....	40
Índices Zootecnicos.....	42
.. Rendimento de filé.....	43
Oxigênio Dissolvido	43
Discussão.....	43
Conclusão.....	46
Implicações.....	46
Referências bibliográficas.....	47

ÍNDICE DE TABELAS

página

CAPÍTULO II

Períodos de alimentação de tilápias criadas em tanques rede com automação do fornecimento de ração sob influência de altas temperaturas.....17

Tabela 1. Composição nutricional da dieta.....22

Tabela 2. Ajuste na quantidade de ração a ser fornecida de acordo com a temperatura da água.....23

Tabela 3. Desempenho de tilápias criadas durante a primavera e verão. Peso médio (Pm), Peso total (Ptot), Ganho de peso (Gp), Sobrevivência (Sobr) e Conversão alimentar aparente (CAA)..... 25

CAPÍTULO III

Automação do fornecimento de ração durante diferentes períodos para tilápias criadas em águas com baixas temperaturas.....33

Tabela 1. Composição nutricional da dieta.....39

Tabela 2. Ajuste na quantidade de ração a ser fornecida de acordo com a temperatura da água.....40

Tabela 3. Desempenho de tilápias criadas durante a primavera e verão. Peso médio (Pm), Peso total (Ptot), Ganho de peso (Gp), Sobrevivência (Sobr) e Conversão alimentar aparente (CAA).....42

Tabela 4. Valores de rendimento de filé, em porcentagem, dos períodos 1, 2 e 3.....43

ÍNDICE DE FIGURAS**Página****CAPÍTULO II**

Períodos de alimentação de tilápias criadas em tanques-rede com automação do fornecimento de ração sob influência de altas temperaturas.....**17**

Figura 1. Temperaturas máximas da água (°C) nos períodos 1 e 2, entre os meses de janeiro a março.....**24**

CAPÍTULO III

Automação do fornecimento de ração durante diferentes períodos para tilápias criadas em águas com baixa temperaturas.....**33**

Figura 1. Figura 1. Temperaturas máximas diárias (°C) nos períodos 1 e 2, durante os meses de criação.....**41**

Figura 2. Temperaturas mínimas diárias (°C) nos períodos 1 e 2, durante os meses de criação.....**42**

CAPITULO I
CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1. Cultivo de peixes

A piscicultura vem desempenhando papel de destaque dentre as atividades agropecuárias brasileiras. Isto se deve ao aumento do consumo de peixes pela população, bem como as características naturais do Brasil, que possui uma grande área alagada disponível para o cultivo em tanque-rede, terras férteis para a produção de grãos, os quais são utilizados nas rações comerciais de peixes e clima favorável para o desenvolvimento de várias espécies. Além disso, a criação de peixes é considerada rentável, com a venda de um produto final com excelente qualidade e alto valor biológico.

Segundo dados da FAO (2018), a produção da aquicultura global, incluindo plantas aquáticas, foi de 110,2 milhões de toneladas, avaliadas em 243 bilhões de dólares. Esta produção total inclui 80 milhões de toneladas de outras espécies além dos peixes, e 30,1 milhões de plantas aquáticas. Estes dados revelam um aumento no consumo de pescado pela população. O desenvolvimento econômico alcançado nos últimos anos, bem como mudanças no hábito alimentar para uma alimentação mais saudável, tem sido os responsáveis pelo aumento da demanda por peixes no Brasil e no mundo. Com este aumento da demanda, somada aos diversos fatores naturais do país e as novas tecnologias que vem sendo pesquisadas, o Brasil tem potencial para ser um dos maiores fornecedores de pescado do planeta.

No mundo, existem aproximadamente 600 espécies de peixe cultivadas (FAO, 2016), sendo utilizadas para tanto as mais diversas tecnologias e sistemas de criação, dado que cada espécie tem sua particular exigência quanto ao ambiente, nutrição e manejo alimentar.

A tilápia (*Oreochromis niloticus*), segundo Suganuma (2004), é a segunda espécie mais cultivada no mundo, ficando atrás apenas das carpas, que em grande parte deve sua primeira colocação à China, maior produtor de carpas do mundo. Popma e Phelps (1998) definem que o termo tilápia é a denominação comum para um grande número de espécies de ciclídeos, que se distribuem-se originalmente do centro-sul da África até o norte da Síria. As tilápias originalmente foram disseminadas pelo mundo com o intuito de se criar peixes em países em desenvolvimento (LOVSHIN, 1997). Dentre as espécies de tilápia disseminadas pelo mundo, a que demonstrou o melhor

potencial de desenvolvimento aquícola em vários sistemas de criação foi a *Oreochromis niloticus*. A primeira espécie introduzida em outros países foi a *Oreochromis mossambicus*, porém não se mostrou com potencial significativo para a aquicultura (LAZARD;ROGNON, 1997).

Em 10 anos, a produção de tilápias no Brasil cresceu cerca de 223%, no ano de 2005, a produção de tilápia no Brasil foi de 67.850,50 toneladas (IBAMA). Já em 2015, a produção da espécie foi de 219.329 toneladas (EMBRAPA, 2015). Este grande aumento na criação de tilápias é devido às suas características zootécnicas, por ser um animal rústico, com crescimento precoce, além de possuir um filé sem espinhos em “Y” (FURUYA et al., 2001; SOUZA et al., 2004).

1.2. Manejo Alimentar

A alimentação dos peixes é a atividade que se deve ter maior atenção dentro de uma piscicultura. Cerca de 70% dos custos operacionais efetivos advém da alimentação (SABBAG et al., 2007). Uma característica do sistema intensivo de criação em tanques-rede é a dependência total e exclusiva da ração como fonte de alimento para os peixes, devendo-se adotar assim dietas que atinjam as exigências nutricionais da espécie à fase de cultivo e técnicas que se ajustem às condições das mesmas (SCHIMITTOU, 1997). De acordo com Sousa (2007), dividindo-se a porção total de ração diária em um maior número de refeições, diminui-se a dominância das tilápias maiores, aumentando a uniformidade do lote. Devido a esta diminuição da dominância, reduz-se a quantidade de classificações feitas nas pisciculturas, a qual é um manejo estressante aos animais. Oliveira (2007) afirma que a frequência alimentar, taxa de alimentação e o período no qual é fornecida a dieta são determinantes no desempenho produtivo. A frequência alimentar pode influenciar em uma melhor conversão alimentar, já que o alimento será melhor aproveitado, no ganho de biomassa e na uniformidade do lote (CARNEIRO e MIKOS, 2005).

A taxa de alimentação também deve ser levada em consideração no manejo alimentar. Nas pisciculturas comerciais, são utilizadas tabelas pré-estabelecidas pelas fábricas de ração, usando-se como base safras de anos anteriores. A ração é fornecida baseando-se em uma porcentagem do total da biomassa de um tanque-rede. Estas taxas

são corrigidas de acordo com o ganho de peso médio esperado do lote, e a cada 15 dias são alteradas, sendo os funcionários responsáveis por usar a caneca de ração adequada para cada classe de peixes na piscicultura. De acordo com Oliveira (2010), nas fases iniciais, os animais recebem ração em pó, que é altamente lixiviada para o meio ambiente. De acordo com o autor, ao utilizar altas taxas de alimentação tem-se uma melhora na conversão alimentar e o crescimento dos animais. O mesmo autor realizou estudos com base em reversão sexual de larvas de tilápia, obtendo resultados de reversão em apenas 15 dias, usando-se para tanto altas taxas e altas frequências alimentares. Comparando diferentes frequências alimentares, Sousa (2010), utilizou seis e 24 refeições para larvas de tilápia que receberam taxa de alimentação de 200% do peso vivo, obteve os melhores resultados de reversão sexual e ganho de peso com a maior frequência alimentar.

Santos et al. (2015) utilizando elevadas taxas de alimentação de 150, 200 e 250% do peso vivo das larvas, sendo fornecida a ração de 30 em 30 minutos, obteve a reversão sexual em sete dias de cultivo, com o uso de menor quantidade de hormônios masculinizantes do que em criações convencionais. O autor concluiu que a frequência alimentar aliada a uma correta taxa de alimentação são de extrema importância para o desenvolvimento dos animais e a reversão sexual precoce.

Oliveira et al. (2007) testaram três taxas de alimentação diferentes (2, 3 e 4% do peso vivo) alimentando os peixes em alta frequência alimentar (48 vezes por dia) em tilápias da faixa de peso de 200g a 600g, e verificaram que quando a ração é oferecida nessas condições, é possível aumentar a taxa de alimentação sem desperdícios, e diminuir o tempo de recria.

Deve-se levar em consideração que Oliveira et al. (2007), Sousa et al. (2010) e Santos et al. (2015) utilizaram sistemas de alimentação automática, o que facilita o fornecimento de alimento em alta frequência e altas taxas de alimentação.

Quanto à preferência alimentar, Pezzato et al. (2004), preconizam que para espécies onívoras, que apresentam estômago reduzido quando comparadas a espécies carnívoras, há necessidade de que a alimentação seja realizada com maior frequência. Contestando estes dados, criando pintados (*Pseudoplatystoma corruscans*), Alexandre (2010), utilizando diferentes taxas de alimentação (4 e 8% do peso vivo) e diferentes frequências (6, 12 e 24) no período noturno, cujo hábito alimentar a espécie em questão

possui na natureza constatou melhores resultados com o tratamento que recebeu 8% do peso vivo e 24 vezes. Este estudo demonstra que, apesar do pintado ser um peixe carnívoro, com estômago grande e intestino curto, também obteve um melhor desenvolvimento com elevada frequência alimentar.

Além da taxa de alimentação e a frequência alimentar, o período de arraçoamento também tem forte influência na criação de peixes. Deve-se levar em consideração os hábitos alimentares naturais dos animais, bem como variações de parâmetros da água, tais como oxigênio e temperatura, para que se forneça a ração no período ideal para os peixes.

De acordo com Toguyeni et al. (1997), a tilápia possui atividade alimentar preferencial ao amanhecer e ao entardecer. Sousa et al. (2012) criaram tilápias em 126 dias, em tanques-rede fornecendo ração em três regimes alimentares: 12 horas somente ao dia, 12 horas somente à noite e dia e noite, com peso médio inicial de 16g. Os peixes alcançaram 264g, 245g e 285g em média, respectivamente, uma evidência clara de que a alimentação noturna pode melhorar o desempenho produtivo de tilápias, já que os animais alimentados dia e noite obtiveram o maior ganho de peso.

Baras et al., (1995) ao estudar os juvenis de tilápia, obteve alta taxa de crescimento e conversão alimentar boa para o período noturno comparados com os peixes que receberam alimento somente durante o dia.

1.3. Automação do manejo alimentar

De maneira geral, nas pisciculturas, o método manual de arraçoamento ainda é o mais utilizado, porém, quanto maior a piscicultura, mais oneroso se torna este manejo, já que requer um maior número de pessoas capacitadas para esta atividade. No Brasil, este é o método mais utilizado, o qual os tratadores se baseiam em tabelas de arraçoamento de anos anteriores, podendo estes dados serem super ou subestimados de um período a outro no ano, além de estar mais propício a ocorrerem perdas por excesso de ração. Os grandes produtores de pescado têm aumentado seus investimentos em novas tecnologias e em mão-de-obra especializada, pois com o crescimento da atividade, surgem limitações que só podem ser contornadas com desenvolvimento tecnológico da produção (ZION, 2012).

A alimentação manual tem certa eficiência em pequenas pisciculturas, pois possibilita o monitoramento do comportamento alimentar e facilita o ajuste da oferta de ração de acordo com o consumo, sendo necessários poucos funcionários para a atividade. Entretanto, a alimentação automática pode ser a melhor opção para a piscicultura intensiva, pois se reduz a mão-de-obra e facilita o oferecimento de uma grande quantidade de ração com precisão da oferta. A escolha e complexidade dos sistemas de alimentação automática dependem da espécie cultivada, do peso do peixe e do sistema de cultivo (KAUSHIK, 2013).

O desenvolvimento tecnológico da aquicultura deve seguir caminhos semelhantes aos da avicultura de corte, em que a automatização do fornecimento da ração teve grande importância na produção de aves. A diferença básica da alimentação automática entre estas duas áreas é que no caso da avicultura a ração permanece disponível no comedouro e a ave controla sua ingestão diária, entretanto para a alimentação de peixes, a ração oferecida tem que ser consumida imediatamente, pois é fornecida na água, lixiviando nutrientes para o ambiente. A maioria das tecnologias desenvolvidas para a alimentação automática de peixes depende de algum mecanismo de detecção das sobras para controlar a oferta.

A maioria das técnicas utilizadas na automação do fornecimento de ração vem sendo realizadas com auxílio de câmeras, analisando e quantificando as sobras de ração, e se caso necessário, desativa o fornecimento do alimento.

Este modo de automação, com o controle por meio de câmeras, é muito interessante em espécies com dominância, como por exemplo o salmão (*Salmo salar*), onde os dominantes se alimentam vorazmente na superfície e os menos dominantes se alimentam na coluna d'água, se saciando mais vagarosamente que os primeiros. Portanto, analisando a filmagem o criador pode avaliar se os peixes estão se alimentando bem na coluna d'água ou não, sendo o sistema eficiente para este tipo de criação (ROBB; CRAMPTON, 2013). A filmagem das sobras e do comportamento alimentar dos animais é eficiente, pois analisa o exato momento em que os peixes estão saciados cortando o fornecimento caso ocorram sobras. Petrell (2003) também desenvolveu um sistema que detecta péletes que sobram na água. Ao detectar o pélete, é enviado um sinal para o computador, que corta o fornecimento da ração. Portanto, pode-

se usar esta técnica para o desenvolvimento de sistemas que fornecem a ração de acordo com a demanda dos peixes.

Segundo Chang et al. (2005), as enguias apresentam comportamento de nado na superfície quando estão com fome. O autor recomendou o uso de alimentadores que detectam a atividade dos peixes na superfície, ligando ou desligando de acordo com o comportamento dos animais.

O método de filmagem de sobras e comportamento dos peixes é muito eficiente em tanques de grande volume, onde são necessárias poucas câmeras para monitorar uma grande quantidade de peixes. Nas pisciculturas brasileiras, por possuírem grandes quantidades de tanques-rede de pequeno volume, este manejo é inviável, já que seria necessária uma quantidade enorme de câmeras para monitoramento.

Agostinho et al. (2010; 2014) desenvolveram uma alternativa ao método de câmeras, para pisciculturas nacionais, criando um software em que o controle da oferta da ração é baseado em sensores que vão diretamente na água, medindo a temperatura e o oxigênio. Quando há variação destes parâmetros, saindo da zona de conforto dos animais, o programa instantaneamente diminui o fornecimento do alimento. Para tanto, é utilizado um CLP (Controlador Lógico Programável) acoplado a uma IHM (Interface Homem Máquina). Nesta IHM, são inseridos os dados de período do dia, frequência alimentar, peso médio dos animais, taxa de alimentação, conversão alimentar esperada, quantidade de ração dispensada por segundo e número de animais. Por meio destes dados, o CLP calcula a quantidade de ração diária e aciona os motores dos alimentadores, acoplados aos tanques, liberando a ração na superfície da água. Este sistema prediz o ganho médio diário dos peixes, aumentando a quantidade de ração com o passar dos dias, com base na conversão alimentar esperada inserida no visor. Utilizando o sistema proposto, Castro et al. (2014) criaram rãs-touro em baias dentro de tanques-rede, consorciadas com tilápias, obtendo resultados satisfatórios de peso médio final das rãs de 330g ao final de quatro meses, sendo a quantidade de ração fornecida no experimento totalmente controlada pelo CLP, conseguindo estar muito próximo do peso estimado pelo CLP, que foi de 350 g. Também utilizando o sistema, Carmelin et al. (2014) criaram juvenis de tilápias, em taxas de 3, 4, 5 e 6% do peso vivo, nos meses frios, obtendo crescimento satisfatório, sem desperdício de ração, o que é ideal para uma piscicultura comercial.

1.4. Influência da temperatura da água

Os peixes são animais pecilotérmicos, ou seja, controlam a temperatura do corpo de acordo com a temperatura ambiente, sendo assim, a temperatura é um dos fatores que mais influenciam no desempenho dos animais, afetando o consumo de oxigênio e a atividade alimentar (CANPANA et al., 1996; LOURES, 2001; PIANA et al., 2003). Segundo Jian et al. (2003), a temperatura é um fator primário que controla as necessidades nutricionais, o esvaziamento gástrico e o metabolismo dos peixes, afetando assim o seu desenvolvimento quando está fora da temperatura de conforto. Cada espécie de peixe possui uma faixa de temperatura ideal, em que se tem o maior desenvolvimento corporal. Utilizando três temperaturas diferentes para Jundiás (*Ramdia quelen*), Piedras et al. (2004) observaram um maior consumo com a temperatura de 23°C, sendo um dado importante para encontrar a faixa de temperatura ideal da espécie. Já no bagre-do-canal (*Ictalurus punctatus*), observou-se uma melhora na conversão alimentar de 3,30 para 1,82, respectivamente, quando se elevou a temperatura de 20°C para 26°C (PIEDRAS et al, 2006). Usmani & Jafri (2002) verificaram que, de acordo com o aumento da temperatura de 18°C para 28°C, houve uma melhora na digestibilidade da proteína em duas espécies de bagre (*Clarias gariepinus* e *Heteropneustes fossilis*). Nas espécies de clima frio, como a truta (*Oncorrinchus mykiss*), houve uma melhora na digestibilidade quando se aumentou a temperatura gradualmente de 6°C para 15°C (AZEVEDO et al. 1998). Em pacus (*Piaractus mesopotamicus*) também foi observado que o consumo diário de ração é influenciado pela temperatura, proporcionando índices de ingestão de 2,29 e 2,97% do peso vivo ao dia, para as temperaturas de 23 e 27°C, respectivamente. Além disso, os valores de tempo de trânsito gastrointestinal foram influenciados pelas temperaturas, com médias de 36 e 14 horas, para 23 e 27°C, respectivamente, e a digestão do alimento foi mais lenta a 23°C do que a 27°C, que alcançou menores índices de repleção (DIAS-KOBERSTEIN et al., 2004).

Segundo Workagegn (2012), após testar a sobrevivência, crescimento e o comportamento alimentar de alevinos de tilápias, com 4g de peso vivo criadas em aquários, usando cinco temperaturas diferentes (24, 28, 30, 32 e 34°C), concluiu que a faixa entre 28 e 32°C é a ideal para o animal exprimir seu potencial, estando as faixas

entre 24 e 28°C e acima de 32°C fora do conforto térmico, que são prejudiciais ao desenvolvimento dos peixes.

Maciel Junior (2006) também encontrou a faixa de 28 a 32°C como a ideal para a criação de alevinos de tilápia de 0,8 gramas criados em aquários. Por outro lado, Azaza (2008) preconizou a faixa de temperatura entre 26 e 30°C para tilápias com peso médio de 0,25g criadas em aquários. Segundo Kubitzka (2000), temperaturas que se encontram acima de 32°C e abaixo de 27°C reduzem o apetite e o crescimento de tilápias, e quando submetidas a temperaturas menores que 18°C, tem o sistema imunológico suprimido. Utilizando diferentes temperaturas (20, 24, 28 e 32°C), Moura et al. (2007) notaram um aumento linear no consumo de ração, bem como um melhor desenvolvimento dos animais quando se aumentou a temperatura. Os peixes alimentados a 32°C consumiram cerca de 10 vezes mais ração que os peixes alimentados a 20°C, indicativo de que as tilápias se desenvolvem melhor em temperaturas mais altas.

Diante do exposto, os presentes estudos foram realizados com o objetivo de melhorar o fornecimento de ração sob influência de altas temperaturas e baixas temperaturas, por meio de um sistema de automação por CLP, determinando o melhor período para a criação de peixes. Com base neste estudo serão apresentados nos capítulos II e III os artigos intitulados “Períodos de alimentação de tilápias criadas em tanques-rede com automação do fornecimento de ração sob influência de altas temperaturas” e “Automação do fornecimento de ração durante diferentes períodos para tilápias criadas sob baixas temperaturas”, respectivamente. Os trabalhos foram escritos de acordo com as normas da revista *Aquaculture* (Elsevier).

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, C.A. et al. **Alimentador automático para peixes e organismos aquáticos em geral**. Brasil. PI10055363, 03 dez. 2010. INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

AGOSTINHO, C. A. et al. **Aqui o Matic: Programa para a automação do fornecimento de ração para peixes e rãs com base nas variações da temperatura da água, no oxigênio dissolvido e no ganho diário de peso estimado com base na conversão esperada**. Registro de programa INPI. 2014.

ALEXANDRE, J. S. **Taxa de alimentação e frequência alimentar para surubins criados em tanques-rede: desempenho produtivo e digestibilidade de proteína**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2010. 51f Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2010.

ANG, K.P.; PETRELL, R.J. Control of feed dispensation in seacages using underwater video monitoring: effects on growth and feed conversion, **Aquacultural Engineering**, v.16, p.45-62, 1996.

AZAZA, M.S.; DHRAÏEF, M.N.; KRAÏEM, M.M. Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. **Journal of thermal Biology**, v.33, p.98-105, 2008.

AZEVEDO, P.A et al. Effects of feeding level and water temperature on growth, nutrient and energy utilization and waste outputs of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquatic Living Resources**, v.11, p.227-238, 1998.

BARAS, E.; THOREAU, X.; MELARD. Influence of feeding time on growth and feed conversion rates in juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Cahiers d'Ethologie Fondamentale et Appliquee, Animale et Humaine**, v. 15, p.71-80, 1995.

CARMELIN, C. A. J. **Sistema automatizado de alimentação de juvenis de tilápia. Botucatu: Universidade Estadual Paulista**, 2014. 44f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2014.

CANPANA, S. E. et al. Reply: spatial implications of a temperature-based growth model for Atlantic cod (*Gadus morhua*) off the eastern coast of Canada. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v.53, p.2909-2911, 1996.

CARNEIRO, P.C.F.; MIKOS, J.D. Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhandia quelen*. **Ciência Rural**, v.35, p.187-191, 2005.

CASTRO, C. S. et al. Polyculture of frogs and tilapia in cages with high feeding frequency. **Aquacultural Engineering**, v.61, p.43-48, 2014.

CHANG, C.M. et al. Development of an intelligent feeding controller for indoor intensive culturing of eel. **Aquacultural Engineering**, v. 32, p.343–353, 2005.

DIAS-KOBERSTEIN, T.C.R.; CARNEIRO, D.J.; URBINATI, E.C. Comportamento alimentar de alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) por meio das observações do tempo de retorno do apetite e do tempo de saciação dos peixes em duas temperaturas de cultivo. **Acta Scientiarum**, v.26, p.339- 344, 2004.

EMBRAPA. Produção de tilápia cresce 223% em 10 anos. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/21621836/producao-de-tilapia-no-brasil-cresce-223-em-dez-anos>. Acesso em: 12 Dez 2017.

FAO. The state of world fisheries and aquaculture. 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf>. Acesso em: 14 Maio 2018.

FAO. **FAO Aquaculture e-Bulletin**. 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/static/e-Bulletin/en/FI-Aquaculture-L/en/Apr2018.pdf>.

Acesso em: 14 Maio 2018.

FURUYA, W.M. et al. Fitase na Alimentação da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Desempenho e Digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.924-929, 2001.

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.

LOURES, R.; RIBEIRO, R. P.; VARGAS, L. et al. Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), associados às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. **Acta Scientiarum**, v.23, p.877-883, 2001.

LOVSHIN, L.L. Tilapia farming: a growing worldwide aquaculture industry. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1, Piracicaba, 1997. Anais... Piracicaba: **CBNA**,. p.137-164, 1997.

MACIEL JUNIOR, A. **Efeito da temperatura no desempenho e na morfometria de Tilápia, *Oreochromis niloticus*, de linhagem tailandesa.** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 51p, Tese (Doutorado em zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.

NDONG, D. et al. The immune response of tilapia *Oreochromis mossambicus* and its susceptibility to *Streptococcus iniae* under stress in low and high temperatures. **Fish & Shellfish Immunology**, v.22, p.686-694, 2007.

PETRELL, R.J.; PARSONAGE, K.D., Accuracy of a machine-vision pellet detection system. **Aquacultural engineering** v.29, p. 109-123, 2003.

PIANA, P. A.; BAUMGARTNER, G.; GOMES, L. C. Influência da temperatura sobre o desenvolvimento de juvenis de piapara (*Leporinus cf.obtusidens*). **Acta Scientiarum**, v.25, p.87-94, 2003.

POPMA, T.J.; PHELPS, R.P. Status report to commercial tilapia producers on monosex fingerling productions techniques. In: AQUICULTURA BRASIL, 10., 1998, Recife. Anais... Recife: Associação Brasileira de Aquicultura, v.10, p.127-145, 1998.

KAUSHIK, S.J. Feed management and on-farm feeding practices of temperate fish with special reference to salmonid. In M.R. Hasan & M.B. New, eds. On-farm feeding and feed management in aquaculture, pp. 519–551. **FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper** No. 583, 2013, 585p.

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

LAZARD, J., ROGNON, X. Genetic diversity of tilapia and aquaculture development in Côte D'Ivoire and Niger. **Israeli Journal of Aquaculture.**, V.49, p.90-98, 1997.

LOVSHIN, L. L.; CYRINO, J. E. P. Status of commercial fresh water fish culture in Brasil. **World Aquaculture**, p. 23-38, 1997.

MOURA, G. S. et al. Desempenho e atividade de amilase em tilápias-do-nilo submetidas a diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1609-1615, 2007.

OLIVEIRA, F.A. **Taxas e intervalos de alimentação na produção de tilápias em tanque-rede com dispensador automático de ração.** Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2007. 80f Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2007.

OLIVEIRA, L.C. **Altas frequências de arrazoamento nas fases iniciais da criação de tilápia em hapas.** Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2010. 73f. **Tese (Doutorado em Zootecnia)** – Universidade Estadual Paulista, 2010.

PEZZATO, L.E. et al. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M.; CASTAGNOLLI, N. Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. **Tecart**, p.75-169, 2004.

PIEDRAS, S.R.N.; MORAES, P.R.R.; POUHEY, J.L.O.F. Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.30, p.177-182, 2004a.

PIEDRAS, S.R.N.; MORAES, P.R.R.; POUHEY, J.L.O.F. Desempenho de juvenis de catfish (*Ictalurus punctatus*) em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, p.367-370, 2006b.

ROBB, D. H. F.; CRAMPTON, V. O. On-farm feeding and feed management in aquaculture. **Fisheries and Aquaculture Technical Paper**, v. 583, p. 489-518, 2013.

SABBAG, O. J. et al. Análise econômica da produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade associativista em Ilha Solteira, SP. **Custos e @gronegocio online**, v. 3, p. 86-100, 2007.

SANTOS, A.A.S. **Reversão sexual de tilápias GIFT criadas em hapas e submetidas a diferentes taxas de alimentação em alta frequência**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2015. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2015.

SCHIMITTOU, H.R. Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume. ASA- Associação Americana de Soja. Ed. Silvio Romero Coelho, **Mogiana Alimentos S.A.**, 1997, 78p.

SOUSA, R.M.R. **Qualidade da água e desempenho produtivo da tilápia do Nilo alimentada em diferentes frequências e períodos por meio de dispensador automático**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2007. 64f Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2007.

SOUSA, R.M.R. **Frequência alimentar para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) nas fases de reversão e pós-reversão sexual**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2010. 62f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2010.

SOUSA, R.M.R. et al. Productive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed at different frequencies and periods with automatic dispenser. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.64, p.192-197, 2012.

SOUZA, et al. Defumação da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira eviscerada e filé: aspectos referentes às características organolépticas, composição centesimal e perdas ocorridas no processamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.27-36, 2004.

SUGANUMA, C.H. **Caracterização de estoques de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) através do uso de microssatélites**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2004. 46f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, 2004.

TOGUYENI et al. Feeding behavior and food utilization in tilapia (*Oreochromis niloticus*); Effect of sex ratio and relationship with endocrine status. **Physiology and Behavior**. V.62, p. 273-279, 1997.

USMANI, N.; JAFRI, A.K. Effect of fish size and temperature on the utilization of different protein sources in two catfish species. **Aquaculture Research**, v.33, p.959-967, 2002.

WORKAGEGN, K.B. Evaluation of growth performance, feed utilization efficiency and survival rate of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) reared at different water temperature. **International Journal of aquaculture**, v.2, p.59-64, 2012.

ZION, B. The use of computer vision technologies in aquaculture - A review. Journal Computers and Electronics in **Agriculture archive**, v.88, p. 125-132, 2012.

CAPITULO II

PERÍODOS DE ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIAS CRIADAS EM TANQUES REDE COM AUTOMAÇÃO DO FORNECIMENTO SOB INFLUÊNCIA DE ALTAS TEMPERATURAS

Períodos de alimentação de tilápias criadas em tanques-rede com automação do fornecimento de ração sob influência de altas temperaturas.

RESUMO: O estudo foi realizado no período entre 15 de janeiro a 8 de março, com o objetivo de definir qual o melhor período de oferta de alimento, estando os peixes sob efeito de altas temperaturas. Foram distribuídos três mil juvenis de tilápias (*Oreochromis niloticus*), com peso médio de $33 \pm 1,83$ g, em 30 tanques-rede, totalizando 100 animais por tanque-rede. A ração foi fornecida no período 1 (24:00 a 12:00hs) e no período 2 (12:00 a 24:00hs) totalizando 15 repetições para cada tratamento, em delineamento inteiramente casualizado. A oferta de ração foi feita por alimentadores automáticos controlados por Controlador Lógico Programável (CLP) ligado a um sensor de temperatura da água. A ração foi fornecida em 24 refeições diárias. A oferta de ração foi ajustada em 10% a cada grau, abaixo de 28°C, e acima de 30°C, quando a temperatura alcançava 31°C o ajuste foi de 50%, e com 32°C, o CLP não fornecia ração. Foi realizada uma biometria final, obtendo-se os valores de peso médio, ganho de peso, peso final e conversão alimentar aparente. Estes dados foram submetidos a uma análise de variância. As médias para peso médio, peso total e ganho de peso foram de 230,00g, 21,73kg e 18,29kg para o período 1 e 210,00g, 20,17kg e 16,69kg para o período 2. Os valores encontrados foram maiores para os animais do período 1 ($p < 0,05$). Estes resultados demonstram que, quando a água está acima do conforto térmico dos animais, recomenda-se o fornecimento de ração no período 1.

Palavras-chave: Piscicultura, CLP, desempenho, produtividade

Feeding periods of tilapia grown in tanks with feed automation under the influence of high temperatures.

ABSTRACT: The study was conducted in the period between January 15 and March 8, 2017, in order to determine the best period of food supply, with the fish under high temperature effect. Three thousand juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus*), with an average weight of 33 ± 1.83 g, were distributed in 30 cages, totalizing 100 animals per cage. The ration was provided in period 1 (24:00 a 12:00 hs) and in period 2 (12:00 a 24:00 hs) totalizing 15 repetitions for each treatment, in a completely randomized design. The feed supply was made by automatic feeders controlled by Programmable Logic Controller (PLC) connected to a water temperature sensor. The feed was provided on 24 daily meals. The feed supply was corrected above 30°C , when the temperature reached 31°C the adjustment was 50%, and at 32°C , the PLC did not provide ration. A final biometry was obtained, obtaining the values of average weight, weight gain, final weight and apparent feed conversion. These data were submitted to an analysis of variance. The averages of mean weight, total weight and weight gain were 230,00g, 21.73 kg and 18.29 kg for period 1 and 210,00 g, 20.17 kg and 16.69 kg for period 2. The values found were higher for the animals of period 1 ($p < 0.05$). These results demonstrate that, when the water is above the thermal comfort of the animals, the feeding is recommended in period 1.

Keywords: Fisheries, PLC, Performance, Productivity

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais fatores que dificulta o desenvolvimento de pisciculturas comerciais é o desperdício de ração. Segundo Ayrosa et al. (2005), os custos com a alimentação dos peixes podem chegar a 70% do custo total da produção. Os dois fatores que mais influenciam no desperdício são a temperatura da água e o oxigênio dissolvido. Quando a ração é oferecida fora da faixa ideal, os peixes diminuem o consumo e ocorrerão sobras (KESMONT e BARAS, 2001). O fornecimento de ração na maioria das pisciculturas brasileiras é manual e deve ser feito por funcionários treinados que possuem a capacidade de decidir sobre o ajuste da oferta de ração de acordo com o comportamento alimentar e variações nos parâmetros físico-químicos da água, e quanto maior o número de tanques, mais complexo e oneroso o manejo alimentar se torna, devido ao maior número de pessoas qualificadas necessárias para a atividade. (SOUSA et al., 2012).

Em criações de salmão, a oferta de ração é controlada quando as sobras são detectadas por câmeras, além das sobras, as câmeras também monitoram o comportamento alimentar dos peixes (ANG et al. 1997). Petrell (2003), descreve um sistema onde uma câmera detecta péletes de ração sobrando na superfície da água, enviando um sinal ao computador, que desliga o fornecimento de ração, automaticamente, sem necessidade de funcionários para efetuar o manejo. Este método de controle da oferta da ração é adequado para animais como o salmão, em que os mais dominantes se alimentam na superfície, e os menos dominantes na coluna d'água. Observando as imagens das câmeras, é possível analisar quando todos os animais do tanque estão saciados, bem como quando há sobras de ração. Este sistema é viável para tanques-rede de grande volume de 20.000 a 60.000m³, com produção de 65kg/m³ (BERGHEIM, 2012). Neste caso, uma câmera pode monitorar até 4 mil toneladas de peixes. Por outro lado, a maioria das pisciculturas do Brasil, utilizam tanques-rede de 18 m³, inviabilizando este manejo, pois seria necessário um grande número de câmeras para serem monitoradas.

Agostinho et al. (2014) desenvolveram um sistema de automação que corrige a oferta diária de ração com base no ganho de peso e fraciona o volume total diário de ração em várias refeições. O programa também realiza modificações na oferta quando a

temperatura estiver fora da zona de conforto térmico, reduzindo ou aumentando a oferta de ração de acordo com a faixa ideal de temperatura para a espécie cultivada.

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o desempenho de tilápias (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques-rede sob efeito de altas temperaturas, e ajustar a oferta por meio de automação, quando a temperatura estava acima da faixa de conforto a faixa de conforto para esta espécie.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Instalações

O experimento foi realizado na empresa Fisher Piscicultura Água Vermelha, localizada no município de Riolândia-SP, no período entre 15 de janeiro a 8 de março de 2017. A estrutura do experimento foi instalada no Rio Grande, divisa entre os estados de São Paulo e Minas Gerais, na represa de Água Vermelha. Inicialmente foram distribuídas 3 mil tilápias (*Oreochromis niloticus*) da linhagem Supreme, com peso médio inicial de $33 \pm 1,83$ g, em 30 tanques-rede de 1m³. Os tanques foram dispostos em linha, distantes 1 metro um do outro, e amarrados a uma corda de aproximadamente 300 metros, fixada em um lado por uma poita de concreto pesando 1.200kg, e em outra ponta em um tronco submerso. Em cada tanque, foi acoplado um alimentador automático, confeccionado em fibra de vidro, com capacidade para 10kg de ração, possuindo um disco e um motor, que gira para dispensar a ração nos tanques. Estes alimentadores foram controlados por um sistema de automação. Cada tratamento contava com um controlador lógico programável (CLP) e uma expansão, que acionavam os alimentadores, dispensando a ração nos tanques. Os parâmetros zootécnicos iniciais para a criação dos peixes, como a quantidade de animais por tanque, a quantidade de ração por segundo, o horário de alimentação, o número de refeições e a correção da oferta da ração de acordo com a temperatura foram programados no CLP por meio de um teclado virtual em uma interface homem-máquina. Todos os alimentadores foram regulados para dispensarem quatro gramas de ração por segundo. Uma vez por semana a regulação dos alimentadores era conferida, utilizando-se bandejas abaixo dos alimentadores, em seguida acionando o conjunto e dispensando a ração sobre as mesmas. Em seguida, a ração dispensada era pesada com o auxílio de uma balança com

0,1g de precisão. A temperatura da água e o oxigênio dissolvido da represa foram monitorados por sensores, acoplados na entrada analógica do CLP. O sensor PT100 registrava a temperatura a cada 30 minutos, e foi instalado próximo aos tanques-rede, a cerca de 1 metro de profundidade. O oxigênio foi monitorado por um oxímetro da marca Metler Toledo, em que eram registrados os dados de oxigênio dissolvido a cada 30 minutos.

2.2. Manejo alimentar

A oferta da ração foi baseada no peso médio dos animais, sendo a quantidade total de ração o resultado da taxa de alimentação multiplicada pelo peso vivo total dos animais. A correção diária da oferta de alimento foi programada no CLP, com base no ganho de peso diário estimado pela conversão alimentar esperada de cada tratamento. A taxa de alimentação foi alterada quando ocorriam sobras. A correção diária da oferta de acordo com o ganho é obtida pelo cálculo teórico da conversão sobre a ração oferecida.

2.3. Ração

Para o estudo foi elaborada a ração extrusada (tabela 1), no diâmetro de 2 a 4mm, contendo 36% de proteína bruta. Na tabela 1 tem-se composição nutricional da dieta do experimento. Os valores nutricionais estão de acordo com Furuya et al (2010).

Tabela 1. Composição nutricional da dieta experimental

<i>Composição Nutricional</i>		
EB	Kcal/kg	4082,71
PB	%	35,99
FB	%	7,49
EE	%	1,58
MM	%	8,36
Umidade	%	12,9

2.4. Delineamento experimental

Foram distribuídas três mil tilápias, com peso médio inicial de $33,33 \pm 1,83$ g, em 30 tanques-rede em delineamento inteiramente casualizado, desta maneira cada tanque

de 1m³ foi povoado com 100 peixes. Os peixes de 15 tanques foram alimentados no período das 24:00 a 12:00hs (período 1), e nos outros 15 tanques os peixes foram alimentados no período das 12:00 a 24:00hs (período 2). A taxa de alimentação inicial foi de 8% do peso vivo, e após 15 dias alterando-se para 7%, e nos 15 dias finais, 6% do peso vivo. Em ambos os tratamentos, a ração foi oferecida em 24 refeições, ou seja, uma vez a cada meia hora. Ao final do experimento foi feita a pesagem do lote total de cada tanque, calculando o ganho de peso, peso médio, sobrevivência, conversão alimentar aparente e peso final dos mesmos. A conversão alimentar aparente foi calculada com base no consumo de ração dividido pelo ganho de peso dos peixes. Todos os peixes amostrados foram anestesiados com Eugenol, 50mg L-1 (VIDAL et al 2008). A análise de variância foi realizada com o programa SAEG, a 5% de probabilidade.

2.5. Correção da oferta de ração de acordo com a temperatura

A oferta de ração foi corrigida de acordo com a temperatura da água (Tabela 2). Na Tabela 2 são apresentados os dados de correção da oferta de ração de acordo com a temperatura, sendo na faixa entre 28 e 30 °C foi fornecida 100% da ração diária. A 31°C, esta oferta foi instantaneamente reduzida para 50% do total, e a 32°C não foi fornecida ração.

Tabela 2. Correção na quantidade de ração a ser fornecida de acordo com a temperatura da água

Temperatura (°C)	Redução da oferta (%)
33	100
32	100
31	50
30	0
29	0
28	0

3.RESULTADOS

3.1. Temperatura da água

Na figura 1 tem-se as temperaturas máximas, em graus celsius, dos períodos 1 e 2, ao longo do experimento. Durante a maior do período de criação os peixes estiveram sob efeito de altas temperaturas, fora do conforto térmico da espécie, com máximas de 33,4°C. As temperaturas máximas dos dois períodos, em grande parte do experimento, diferiram em mais de 1°C, afetando o desempenho dos animais.

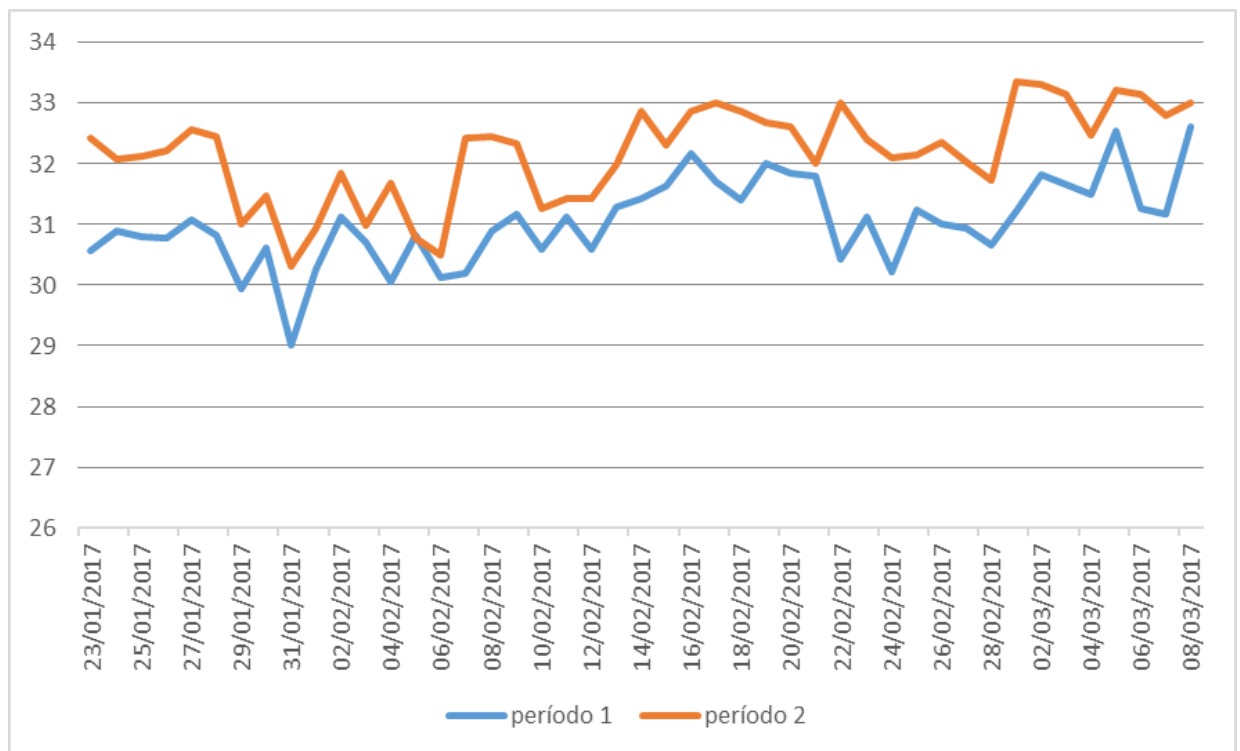


Figura 1. Temperaturas máximas da água, em graus celsius, nos períodos 1 e 2, entre os meses de janeiro a março.

3.2. Índices Zootécnicos

Os índices zootécnicos são apresentados na tabela 3. Não foram encontradas diferenças entre os tratamentos no que se refere à conversão alimentar aparente e sobrevivência. Os animais no período 1 apresentaram os melhores resultados de peso total (Ptot), peso médio (Pm) e ganho de peso (Gp) ($P < 0,05$).

Tabela 3. Desempenho de tilápias criadas entre os meses de janeiro e março. Peso médio (Pm), peso total (Ptot), ganho de peso (Gp), sobrevivência (Sobr) e conversão alimentar aparente (CAA) de tilápias criadas sob a influência de altas temperaturas submetidas a 2 períodos de fornecimento de ração.

Tratamento	Pm(g)	Ptot(kg)	Gp(kg)	Sobr(%)	CAA
Período 1	230,00	21,73	18,29	93,87	1,25
Período 2	210,00	20,17	16,69	95,87	1,19
CV(%)	7,314	7,451	8,772	6,280	9,350
P	0,0006	0,0050	0,0047	0,2021	0,1830

3.3. Oxigênio dissolvido

A média de oxigênio do período total do experimento foram de 5,04mg/L. Por sua vez, foram encontrados valores de até 3,60mg/L. Os menores valores de oxigênio dissolvido foram encontrados durante os 8 dias do mês de março, período no qual a temperatura foi mais elevada. Durante os meses de janeiro e fevereiro, o oxigênio se manteve acima de 5,00mg/L

4.DISCUSSÃO

Os peixes são animais pecilotérmicos que tem seu metabolismo influenciado pela temperatura ambiente, apresentando uma zona de conforto térmico diferente para cada espécie (CHERVINSKI, 1982). Segundo Chervinski, 1982, Cnaani & Hulata (2000) e El-Sayed (2008), a faixa de temperatura ideal para o cultivo de tilápias é de 25 a 32°C. Quando a temperatura está abaixo da zona de conforto térmico as tilápias diminuem seu metabolismo e consomem menos ração, além de diminuem sua resposta imunológica. Quando a temperatura está acima da zona de conforto térmico da espécie, principalmente nos períodos de pico de temperatura depois do meio dia (32 a 33°C), o oxigênio dissolvido na água diminui e a temperatura excessiva pode resultar em períodos de estresse térmico. Nestes períodos de pico de temperatura recomenda-se a interrupção do fornecimento de ração, pois a alimentação dos animais em estresse térmico pode comprometer a saúde dos peixes.

Durante o período 1 (24:00 a 12:00hs), houve menos picos de temperaturas fora do conforto térmico dos animais, se comparado com o período 2 (12:00 a 24:00hs), existindo diferença de 1°C entre as temperaturas dos períodos durante grande parte do cultivo. Por conta disso, nota-se melhor desenvolvimento dos animais durante o período 1, sugerindo que quando a temperatura está acima do conforto térmico, o crescimento dos animais pode ser comprometido.

Moura et al. (2007) avaliaram o desempenho de tilápias criadas a temperaturas de 20, 24, 28 e 32°C, os autores constataram que a à temperatura de 20°C o crescimento e a conversão alimentar ficam comprometidos, ocorrendo sobras de ração devido a diminuição do consumo de ração pelos peixes. Workagegn (2012), concluiu que juvenis de tilápia criados em temperaturas entre 30 e 32°C, com três refeições diária e taxa de alimentação de 10%, foram os que apresentam os melhores resultados para desempenho. Entretanto Azaza (2008) verificou o melhor desempenho em uma faixa de temperatura mais baixa, 26 e 30°C, quando as tilápias foram criadas em aquários e alimentadas até a saciedade de duas em duas horas. Estes dados estão de acordo com Newman e Popma (1995), que encontraram os melhores desempenhos na mesma faixa de temperatura, aumentando gradativamente as taxas de alimentação nas temperaturas de 22, 26 e 30°C. Justi et al. (2005) testaram as temperaturas de 23, 26, 29 e 32°C para a criação de alevinos de tilápias e verificaram os maiores ganhos nas maiores temperaturas. Segundo Pandit (2010), também constatou que as tilápias aumentaram o consumo de ração com o aumento da temperatura, até 32°C. A partir desta temperatura ocorreu a diminuição do apetite e da taxa de crescimento, devido a redução da ingestão de alimentos e diminuição da sobrevivência devido ao estresse térmico.

Ndong (2006) inoculou a bactéria *Streptococcus iniae* em tilápia mossambicus (*Oreochromis mossambicus*) que haviam sido criadas a 27°C. Após a inoculação os peixes foram distribuídos em diferentes temperaturas (19, 23, 27, 31 e 35°C). Ao serem transferidas para águas com temperaturas abaixo da faixa de conforto térmico (19 e 23°C) e acima (31 e 35°C), apresentaram queda na resposta imunológica e propensão para contrair doenças.

Comparando estes dados com os do presente experimento, os animais foram criados sob efeito de altas temperaturas, tendo seu desenvolvimento afetado e sendo necessária a correção da oferta de ração.

As correções de oferta de ração de acordo com a temperatura foram feitas com base nestas faixas de conforto térmico, e quando a temperatura da água foi superior a 31°C a correção foi de 50% da taxa de alimentação prevista, e para temperatura acima de 32°C não foi oferecida nenhuma ração. Isto proporcionou a economia de ração, uma vez que o apetite do peixe diminui quando a temperatura da água está acima ou abaixo de seu conforto térmico.

O período de fornecimento de ração aos peixes também influenciou no seu crescimento, sendo que, os animais alimentados no período 1 (24:00 h às 12:00) obtiveram melhor desempenho que os alimentados no período 2 (12:00 às 24:00 h), onde ocorreram picos de temperatura (32 e 33°C) na parte da tarde. No período 1, a temperatura foi em média 1°C menor do que o período 2. Os animais alimentados das 12:00 às 24:00 h receberam menos ração se comparados com os alimentados no período 1, pois a temperatura esteve durante grande parte do experimento acima dos 31°C, com picos entre 32,5°C a 33°C, sendo a redução da oferta de 50% do total para 31°C e, acima de 32°C, não foi fornecida a ração.

Nijuru et al. (2004), avaliaram o hábito alimentar de tilápias, em sua vida selvagem, obtiveram resultados diferentes para a alimentação diurna e noturna. O autor constatou que os animais se alimentaram mais durante o dia, e a partir das 23 horas diminuía consideravelmente o consumo, voltando a se alimentar novamente a partir das cinco horas da manhã. Trewavas (1983) também obteve resultados semelhantes para o comportamento alimentar de tilápias, confirmando que os animais começam a se alimentar um pouco antes do sol nascer e param ao pôr do sol, completando sua digestão cerca de duas horas após a meia noite. Moriarty e Moriarty (1973), quando analisaram o comportamento alimentar de tilápias, notaram que os estômagos dos animais estavam totalmente vazios no período entre duas e cinco da manhã, sendo que após o início da atividade alimentar, houve aumento do conteúdo gástrico dos animais.

De acordo com o experimento, os animais preferiram se alimentar no período onde a temperatura estava mais próxima de seu conforto térmico, ou seja, no período 1, indicando que, quando são criados em cativeiro, alimentados somente com a ração como fonte de alimento, os animais apresentam melhor crescimento no período em que a temperatura da água está mais próxima de seu conforto.

Durante grande parte do período experimental, o oxigênio dissolvido manteve-se na faixa ideal para o cultivo de tilápias. No final do experimento, durante 8 dias do mês de março, devido à falta de chuvas, com a represa baixando seu nível e a temperatura alta da água, o nível oxigênio coletados foram de até 3,6mg/L. Neste período, a temperatura máxima da água atingiu 33,4°C. Tendo em vista este valor e a temperatura alta da água, deve-se salientar a necessidade no corte do fornecimento de ração, já que quando os animais se alimentam, aumenta o consumo de oxigênio e, caso o oxigênio dissolvido esteja baixo, os peixes não terão oxigênio suficiente para o metabolismo e digestão, podendo vir a óbito. A média de oxigênio dissolvido no experimento foi de 5,04mg/L, suprimindo as necessidades dos animais durante o período experimental. Este valor médio, está dentro da faixa recomendada para a aquicultura (BOYD, 1990). Salienta-se a importância do aparelho em aferir a temperatura e o oxigênio a cada 30 minutos, a fim de fornecer a quantidade correta de alimento no instante exato do fornecimento, estando as variáveis físico químicas da água de acordo com as necessidades dos animais. Mesmo que o valor médio esteja dentro das necessidades, existem picos de oxigênio e temperatura fora do conforto dos animais, sendo necessário o corte do fornecimento de ração.

5. CONCLUSÃO

Durante o verão, as temperaturas estão acima da zona de conforto para a criação de tilápias. Neste caso, o melhor período de fornecimento de ração foi entre 24:00 às 12:00 h, quando a temperatura está mais próxima da zona de conforto.

6. IMPLICAÇÕES

O uso do controlador lógico programável para o acionamento dos alimentadores para o fornecimento de ração mostra-se uma ferramenta valiosa ao desenvolvimento da piscicultura, quando se alia os parâmetros da água, como a temperatura e o oxigênio, o hábito alimentar e os índices zootécnicos. A automação possibilitou corrigir a oferta de ração de acordo com o ganho de peso diário e a variação de temperatura, bem como oferecer o alimento em alta frequência alimentar.

Os dados coletados de temperatura e oxigênio deste experimento durante o período mais quente do ano, fornecerão informações importantes para a automação em

pisciculturas comerciais, possibilitando a redução das perdas de ração e melhorar os índices zootécnicos, reduzindo os custos de produção, uma vez que 70% do custo operacional provem da alimentação dos peixes.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, C. A. et al. **Aqui o Matic: Programa para a automação do fornecimento de ração para peixes e rãs com base nas variações da temperatura da água, no oxigênio dissolvido e no ganho diário de peso estimado com base na conversão esperada.** Registro de programa INPI. 2014.

ANG, K.P.; PETRELL, R.J. Control of feed dispensation in seacages using underwater video monitoring: effects on growth and feed conversion, **Aquacultural Engineering**, v.16, p.45-62, 1996.

AYROSA, L. M. S. et al. Custos e rentabilidade da produção de juvenis de tilápia-do-nylo em tanques-rede utilizando-se diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.231-239, 2011.

AZAZA, M.S.; DHRAÏEF, M.N.; KRAÏEM, M.M. Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. **Journal of thermal Biology**, v.33, p.98-105, 2008.

BARAS, E.; THOREAU, X.; MELARD. Influence of feeding time on growth and feed conversion rates in juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Cahiers d'Ethologie Fondamentale et Appliquee, Animale et Humaine**, v. 15, p. 71-80,1995.

BERGHEIM, A. Recent growth trends and challenges in the norwegian aquaculture industry. **Latin American Journal of Aquatic Research.**, v.40, p.800-807, 2012.

BOYD, C. Water quality in ponds for aquaculture. **London: Birmingham Publishing**, 1990. 482p

CASTRO, C. S. et al. Polyculture of frogs and tilapia in cages with high feeding frequency. **Aquacultural Engineering**, v.61, p.43-48, 2014.

CHERVINSKI, J. Environmental physiology of tilapias. p. 119-128. In R.S.V. Pullin and R.H. Lowe-McConnell (eds.) The biology and culture of tilapias. **ICLARM Conf. Proc.** 7, 1982, 360 p.

CNAANI, A., HULATA, G. Cold tolerance of tilapia species and hybrids. **Aquaculture International**, v.8, p.289-298, 2000.

EL-SAYED, A.F.M; KAWANNA, M. Optimum water temperature boosts the growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry reared in a recycling system. **Aquaculture Research**, v.39, p.670-672, 2008.

JUSTI, K.C. et al. Efeito da temperatura da água sobre desempenho e perfil de ácidos graxos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, v.24, p.529-534, 2005.

KESMONT, P; BARAS, E. Environmental factors and feed intake: Mechanisms and interations. In: **Food intake in fish. Blackwell Science Ltd.** 2001. 442p.

MORIARTY, C.M. & MORIARTY, D.J.W. Quantitative estimation of the daily ingestion of phytoplankton by *Tilapia nilotica* and *Haplochromis nigrispinnis* in Lake George, Uganda. **Journal of Zoology**. V.171, p. 15–23, 1973.

MOURA, G. S. et al. Desempenho e atividade de amilase em tilápias-do-nilo submetidas a diferentes temperaturas. **Pesquisa agropecuária brasileira.**, Brasília, v.42, p.1609-1615, 2007.

NDONG, D.; CHEN, Y.Y.; VASEEHARAN, B.;CHEN, J.C. The immune response of tilapia *Oreochromis mossambicus* and its susceptibility to *Streptococcus iniae* under stress in low and high temperatures. **Fish & Shellfish Immunology**. V. 22, p. 686-694, 2007.

NEWMAN, J. R.; POPMA, T.J. Maximum Voluntary Feed Intake and Growth of Nile Tilapia Fryas a Function of Water Temperature. Aquaculture Collaborative Research Support Program, **Fourteenth Annual Administrative Report**, p. 101-102, 1996.

PANDIT, N.P.; NAKAMURA, M. Effect of High Temperature on Survival, Growth and Feed Conversion Ratio of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Our Nature**, v.8, p.219-224, 2010.

PETRELL, R.J.; PARSONAGE, K.D., Accuracy of a machine-vision pellet detection system. **Aquacultural engineering** v.29, p. 109-123, 2003.

SOUSA, R.M.R. et al. Productive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed at different frequencies and periods with automatic dispenser. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.64, p.192-197, 2012.

FURUYA, W.M. et al. Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias. **GFM**, 2010, 100p.

TOGUYENI et al. Feeding behavior and food utilization in tilapia (*Oreochromis niloticus*); Effect of sex ratio and relationship with endocrine status. **Physiology and Behavior**. V.62, p. 273-279, 1997.

TREWAVAS, E. Tilapiine fishes of Genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakila*. **British Museum Natural History**. 1983, 878p.

WORKAGEGN, K.B. Evaluation of growth performance, feed utilization efficiency and survival rate of juvenile nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) reared at different water temperature. **International Journal of aquaculture**, v.2, p.59-64, 2012.

VIDAL, L.V.O. et al. Eugenol como anestésico para a tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1069-1074, 2008.

CAPITULO III

AUTOMAÇÃO DO FORNECIMENTO DE RAÇÃO DURANTE DIFERENTES PERÍODOS PARA TILÁPIAS CRIADAS SOB BAIXAS TEMPERATURAS

Automação do fornecimento de ração durante diferentes períodos para tilápias criadas sob baixas temperaturas

RESUMO: O estudo foi realizado no período entre 4 de abril a 15 de julho, com o objetivo de definir qual o melhor período de oferta de alimento, estando os peixes sob efeito de baixas temperaturas. Foram distribuídas 3 mil juvenis de tilápias (*Oreochromis niloticus*), com peso médio de $228 \pm 14,4$ g, em 30 tanques-rede, totalizando 100 animais por tanque. O fornecimento de ração foi feito em 3 períodos: Período 1 (24:00 a 12:00hs), período 2 (12:00 a 24:00hs) e período 3 (24:00 a 24:00hs), totalizando 3 tratamentos, com 10 repetições por tratamento. A oferta de ração foi feita por alimentadores automáticos controlados por Controlador Lógico Programável (CLP) ligado a um sensor de temperatura da água. A ração foi fornecida em 24 refeições diárias, sendo no período 1 e 2 fornecida a cada 30 minutos, e no período 3 a cada 1 hora. A oferta de ração foi ajustada em 10% a cada grau abaixo de 28°C. Foi realizada uma biometria ao final do experimento, obtendo-se os valores de peso médio, ganho de peso, peso final, sobrevivência e conversão alimentar aparente. Estes dados foram submetidos a uma análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As médias para o peso médio, peso total e ganho de peso foram 720,00g, 68,66kg e 45,2kg para o período 2; 700,00g, 65,96kg e 43,12kg para o período 3 e 690,00g, 62,87kg e 40,59kg para o período 1. Os melhores índices zootécnicos foram obtidos pelos peixes do período 2, portanto, quando a temperatura da água está abaixo do conforto térmico dos animais, recomenda-se o fornecimento de ração durante o período 2.

Palavras-chave: Piscicultura, CLP, desempenho, produtividade

Automation of the feed supply during different periods for tilapia created in waters with low temperature

ABSTRACT: The study was carried out between April 4 and July 15, 2017, in order to determine the best period of food supply, with the fish under low temperatures. Three thousand juveniles of tilapia (*Oreochromis niloticus*) were distributed, with an average weight of $228 \pm 14.4\text{g}$, in 30 net tanks, totalizing 100 animals per tank. The rationing was carried out in three periods: Period 1 (24:00 to 12: 00hs), period 2 (12:00 to 24h) and period 3 (24h to 24h), totalizing 3 treatments, with 10 repetitions each. The feed supply was made by automatic feeders controlled by Programmable Logic Controller (PLC) connected to a water temperature sensor. The feed was provided in 24 daily meals, being in period 1 and 2 provided every 30 minutes, and in period 3 every 1 hour. The feed supply was adjusted by 10% each degree below 28°C . A biometry was performed at the end of the experiment, obtaining the values of average weight, weight gain, final weight, survival and apparent feed conversion. These data were submitted to an analysis of variance and the means compared according to the Tukey test, at 5% probability. The averages for mean weight, total weight and weight gain were 720g, 68.66kg and 45.2kg for period 2; 700,00g, 65.96kg and 43.12kg for period 3 and 690,00g, 62.87kg and 40.59kg for period 1. The best zootechnical indexes were obtained by the fish of period 2, therefore, when the water temperature is below the thermal comfort of the animals, the recommended is the feeding during period 2.

Keywords: Fisheries, PLC, Performance, Productivity

1. INTRODUÇÃO

A temperatura da água é um dos fatores do meio ambiente com grande influência no crescimento e desenvolvimento dos peixes. Por serem animais pecilotérmicos, ou seja, animais que são afetados pela temperatura da água ao seu redor, tem sua taxa de crescimento, consumo de alimento, conversão alimentar e outras funções corpóreas afetadas por ela (BRITZ et al., 1997; AZEVEDO et al., 1998). O crescimento dos peixes é estimulado, quando os animais são criados dentro da sua faixa de conforto térmico (GADOWASKI e CADELL, 1991).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), um ciclídeo africano, é um peixe com grande interesse comercial, sendo responsável pela maior parte da produção de peixes em cativeiro no Brasil. Suas origens tropicais e subtropicais claramente influenciam na sua zona de conforto térmico, sendo que estes peixes não se desenvolvem bem em temperaturas menores que 16°C. e não conseguem sobreviver por alguns dias em temperaturas menores que 10°C (CHERVINSKI, 1982), porém, são animais surpreendentemente tolerantes a altas temperaturas, sobrevivendo a temperaturas entre 40 e 42°C (PHILIPPART e RUWET, 1982).

Tendo em vista o fato de que a tilápia diminui sua ingestão de alimentos de acordo com a variação da temperatura, as pisciculturas dependem de tratadores experientes, que saibam o momento de fornecer mais ou menos ração, de acordo com a temperatura da água. Mesmo os funcionários mais experientes tem dificuldade para realizar este ajuste e muitas vezes fornecem a ração de forma equivocada, ocasionando sobras, e com isso aumentando os custos de produção. Segundo Ayrosa (2011), deve-se buscar a melhor conversão alimentar diminuindo os custos, sem comprometer o crescimento dos peixes. Além da oferta da ração de acordo com a temperatura, em pisciculturas comerciais convencionais também é feita a correção da taxa de alimentação das tilápias de acordo com tabelas de fabricantes de ração, as quais preconizam uma correção de 15 em 15 dias, utilizando-se altas taxas e baixas frequências. Por depender de um tratador que fornece a ração manualmente, a correção diária da oferta da ração torna-se inviável.

Para que o desenvolvimento tecnológico da piscicultura brasileira seja consistente o uso de ferramentas de zootecnia de precisão como a automação é imprescindível. Considerando-se esta necessidade, objetivou-se nesta pesquisa utilizar

um sistema de controle da oferta de ração por automação proposto por Agostinho et al. (2014) para a criação de tilápias em tanque-rede, onde o alimento pode ser fornecido com a taxa de alimentação ajustada diariamente, de acordo com o ganho de peso diário dos peixes e a oferta de ração corrigida de acordo com os parâmetros físico químicos da água.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Instalações

O experimento foi realizado na empresa Fisher Piscicultura Água Vermelha, localizada no município de Riolândia, no período de 4 de abril a 15 de julho de 2017. A estrutura do experimento foi instalada no Rio Grande, divisa entre os estados de São Paulo e Minas Gerais, na represa de Água Vermelha. Inicialmente foram distribuídas 3 mil tilápias (*Oreochromis niloticus*) da linhagem Supreme, com peso médio inicial de 228 ± 14 g, em 30 tanques-rede de 1m^3 . Os tanques foram dispostos em linha, distantes 1 metro um do outro, e amarrados a uma corda de aproximadamente 300 metros, fixada em um lado por uma poita de 1200kg de peso, e em outra ponta em um tronco submerso. Cada tanque possui um alimentador automático, com capacidade para 10kg de ração. Estes alimentadores estavam conectados a um sistema de automação para o controle da oferta. Cada tratamento contava um controlador lógico programável (CLP) e uma expansão, que acionavam os alimentadores, dispensando a ração nos tanques. A quantidade de animais por tanque, a quantidade de ração por segundo, o horário de alimentação, o número de refeições e a correção da oferta da ração de acordo com a temperatura foram programadas no CLP por meio de um teclado virtual em uma interface homem-máquina. Os alimentadores automáticos foram confeccionados em fibra de vidro, com uma caixa protetora logo abaixo do reservatório, onde estava acoplado um motor a um disco que liberava a ração assim que o motor era acionado. Todos os alimentadores foram regulados para dispensarem quatro gramas de ração por segundo. Uma vez por semana a regulagem dos alimentadores era conferida, utilizando-se bandejas abaixo dos alimentadores, em seguida acionando o conjunto e dispensando a ração sobre as mesmas. Em seguida, a ração dispensada era pesada com o auxílio de uma balança com 0,1g de precisão. A temperatura água e o oxigênio dissolvido da

represa foram monitorados por sensores, acoplados na entrada analógica do CLP. O sensor PT100 registrava a temperatura a cada 30 minutos, e foi instalado próximo aos tanques-rede, a cerca de 1 metro de profundidade. O oxigênio foi monitorado por um oxímetro da marca Metler Toledo, onde eram registrados os dados de oxigênio dissolvido a cada 30 minutos.

2.2. Manejo alimentar

O controlador foi programado para fornecer a ração de acordo com o peso médio dos animais de cada tratamento. A correção diária da oferta de alimento foi programada no CLP, com base no ganho de peso diário estimado pela conversão alimentar esperada de cada tratamento. A conversão alimentar e a taxa de alimentação foram alteradas de acordo com a observação de eventuais sobras nos tanques, bem como o comportamento dos animais. A quantidade total de ração diária por tanque foi calculada multiplicando-se o peso vivo total dos animais pela taxa de alimentação. A quantidade exata que cada alimentador fornecerá ao dia, é o resultado da multiplicação do peso total dos animais pela taxa de alimentação. A correção diária da oferta de acordo com o ganho foi obtida pela divisão entre a ração diária e a conversão alimentar prevista.

2.3. Ração

Para o estudo foi elaborada a ração extrusada, no diâmetro de 4 a 6mm de diâmetro. Na tabela 1 tem-se a composição nutricional da dieta. Os níveis nutricionais estão de acordo com Furuya et al. (2010)

Tabela 1. Composição nutricional da dieta

<i>Composição Nutricional</i>		
EB	Kcal/kg	4107
PB	%	32,29
FB	%	4,05
EE	%	2,18
MM	%	7,60
Umidade	%	12,30

2.4.Delineamento experimental

O experimento foi realizado no período de 6 de abril a 15 de julho. Três mil tilápias, com peso médio inicial de 228 ± 14 g, foram distribuídas em 30 tanques-rede com 1m^3 submerso, totalizando 100 peixes por tanque. O arraçamento foi realizado em três períodos: das 24:00 até as 12:00 (período 1), 12:00 até 24:00 (período 2) e 24:00 até 24:00 (período 3), com dez tanques por tratamento. Em todos os tratamentos a ração diária foi dividida em 24 refeições, onde os animais alimentados nos períodos 1 e 2 recebiam ração a cada meia hora, e os animais alimentados no período 3 receberam ração de uma em uma hora. A taxa de alimentação inicial foi de 6% do peso vivo, sendo que através de observações do comportamento dos animais e eventuais sobras de ração, foi decrescente até o valor de 2%. Ao final do experimento, foi realizada a contagem e pesagem final dos peixes, com o objetivo de calcular o peso médio, peso total, ganho de peso, sobrevivência e conversão alimentar aparente.

Em todas as biometrias os peixes foram anestesiados em eugenol 50 mg L⁻¹ e sal (Vidal et al., 2008), com o intuito de facilitar o manejo e prevenir eventuais doenças no período pós biometria. Ao final do experimento, uma amostra casualizada composta por três peixes por tanque foi abatida para calcular o rendimento de filé. As sobras de ração de cada alimentador foram coletadas, em seguida pesadas para calcular a conversão alimentar aparente, tendo em vista que não é possível calcular as perdas da ração para o ambiente. O cálculo da conversão alimentar aparente foi feito com base na oferta de ração dividido pelo ganho de peso dos peixes. A análise estatística foi feita por meio do programa SAEG, e as medias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

2.5. Correção da oferta de ração de acordo com a temperatura

Foi levada em consideração a correção da oferta de ração de acordo com a temperatura da água da represa (tabela 2). Na tabela 2 são apresentados os dados de correção da oferta de ração de acordo com a temperatura, sendo na faixa entre 28 e 30 °C foi fornecida 100% da ração diária. A 31°C, esta oferta foi instantaneamente reduzida para 50% do total, e a 32°C não foi fornecida ração. Abaixo dos 27°C, para cada grau que diminuía, foi feito um ajuste de 10% a menos que a taxa prevista pelo peso médio e biomassa.

Tabela 2. Correção na quantidade de ração a ser fornecida de acordo com a temperatura da água

Temperatura (°C)	Redução da oferta (%)
33	100
32	100
31	50
30	0
29	0
28	0
27	10
26	20
25	30
24	40
23	50
22	60
21	70

3. RESULTADOS

3.1. Temperatura da água

Os picos de temperaturas máximas dos dois períodos, 1 e 2, estão descritos na figura 1. Na figura 2, têm-se as temperaturas mínimas diárias dos períodos 1 e 2. A temperatura da água diminuiu consideravelmente no período final do experimento, iniciando com máxima de 31,10°C e finalizando com 22,20 °C. Devido às quedas de temperatura e diminuição do consumo e da oferta programada, a expectativa de

crescimento foi menor para os meses de junho e julho. Nos primeiros dois meses, excetuando-se alguns dias com picos elevados de temperatura, a temperatura estava dentro da faixa ideal para a espécie, havendo pouca ou nenhuma redução de oferta de ração de acordo com a temperatura da água (figuras 1 e 2). Nos meses seguintes, houve um decréscimo acentuado na temperatura da água, reduzindo o consumo. Com a queda da temperatura, o CLP ajustou a oferta 10% para cada grau abaixo de 28°C. Em média, no mês de junho houve uma redução 30% do total, enquanto que no mês de julho, foi reduzida 50%, sendo a redução máxima da oferta de ração em 60% do total, já que a temperatura da água atingiu a faixa entre 22 e 23°C. No início do experimento, com temperaturas mais altas, observa-se que há maior diferença entre as temperaturas dos períodos 1 e 2. Esta diferença fica menor a medida que a temperatura da água diminui.

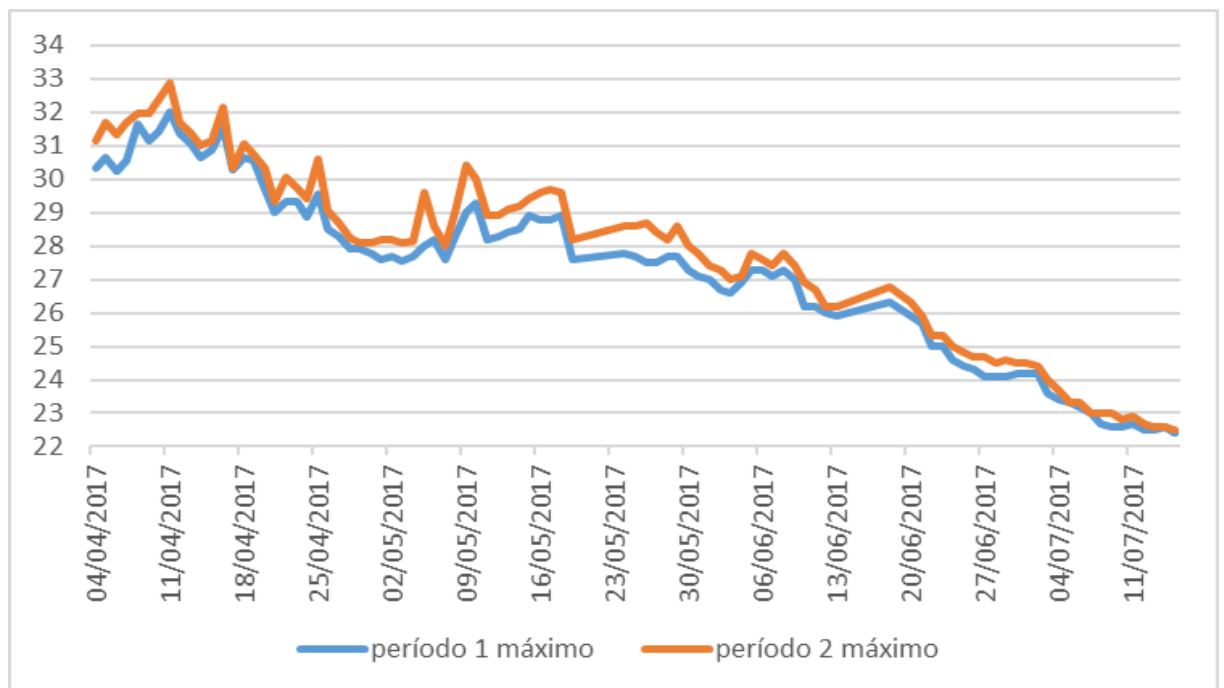


Figura 1. Temperaturas máximas diárias (°C) nos períodos 1 e 2, durante os meses de criação

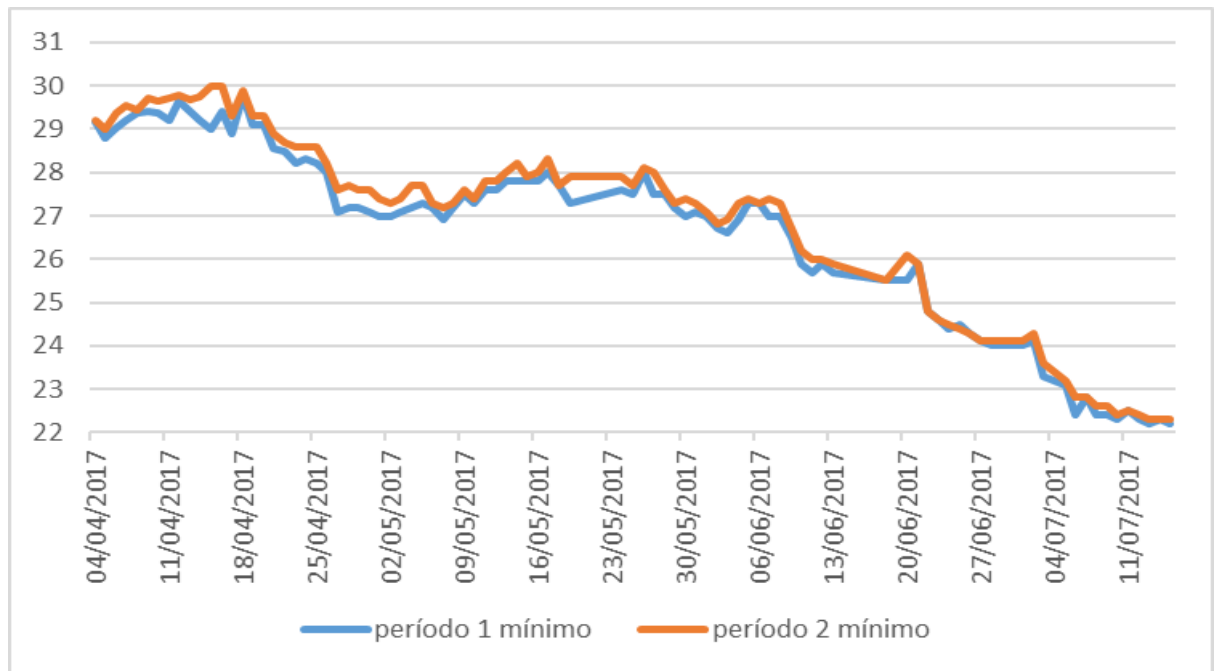


Figura 2. Temperaturas mínimas diárias (°C) nos períodos 1 e 2, durante os meses de criação

3.2. Índices Zootécnicos

Os dados de peso médio (Pm), peso total (Ptot), ganho de peso (Kg), sobrevivência (Sobr) e conversão alimentar aparente (CAA) são apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Desempenho de tilápias criadas entre os meses de abril e julho. Peso médio (Pm), ganho de peso (Gp), sobrevivência (Sobr) e conversão alimentar aparente (CAA).

Tratamento	Pm (g)	Ptot (kg)	Gp (Kg)	Sobr (%)	CAA
Período 2	720,00	68,66a	45,2a	96,10	1,90
Período 3	700,00	65,96ab	43,12ab	94,5	1,90
Período 1	690,00	62,87b	40,59b	91,1	2,00
CV (%)	6,93	6,38	9,01	5,98	9,12
P	0,0785	0,0354	0,0320	0,1950	0,1190

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de tukey (p<0,05)

De acordo com os dados analisados, não houve diferenças entre os tratamentos nos índices peso médio, sobrevivência e conversão alimentar, sendo os dados de Peso Total e Ganho de peso diferentes entre si (P<0,05).

Os animais do período 2 apresentaram melhor crescimento com relação ao tratamento período 1, sendo o período 3 o tratamento intermediário entre os três. A conversão alimentar dos peixes foi relativamente alta, indicando que o ajuste feito pelo CLP ainda precisa ser mais preciso.

3.3. Rendimento de filé

Não houve diferença estatística entre os tratamentos para o rendimento de filé. A média foi de 29,8% do peso total dos animais ($P < 0,05$). Na tabela 4, têm-se os valores médios de rendimento de filé.

Tabela 4. Valores de rendimento de filé, em porcentagem, dos períodos 1, 2 e 3.

Tratamento	Rendimento (%)
Período 1	29,90
Período 2	30,00
Período 3	29,50

3.4. Oxigênio dissolvido

A média de oxigênio dissolvido do período total do experimento foi de 5,88mg/L. O oxigênio dissolvido se manteve dentro dos parâmetros requeridos para a criação de tilápias, não ultrapassando o ideal, 5,00mg/L.

4.DISCUSSÃO

Durante os meses de junho e julho, os animais passaram por períodos de estresse térmico, com temperaturas abaixo do conforto, principalmente no mês final de criação. Os índices zootécnicos obtidos pelos animais criados durante o período 2 (12:00 as 24:00hs), foram melhores. Os animais do período 3 (24:00 as 24:00hs) obtiveram desenvolvimento intermediário, enquanto o tratamento do período 1 (24:00 a 12:00hs) teve o pior desempenho.

A temperatura ideal para o cultivo de tilápias se situa entre os 26°C até 32°C, com autores diferindo em qual a máxima temperatura de conforto dos animais, situando-se entre 30 e 32°C (PANDIT, N.P., 2010; AZAZA et al, 2008;

WORKAGEGN, 2012). Newman e Popma (1995), criaram tilápias sob influência de diferentes temperaturas (22, 26 e 30°C). Os melhores desempenhos foram encontrados nos peixes criados em 26 e 30°C, tendo os animais nas temperaturas mais baixas diminuído acentuadamente a ingestão de alimento e conseqüentemente obtiveram pior desempenho. De acordo com Qiang et al. (2013), a temperatura ideal para o cultivo é de 27,9°C, combinado com a correta dose diária de proteína, sendo que esta combinação pode fortalecer o sistema imunológico, diminuindo as doenças causadas por *Streptococcus iniae*. Nesta temperatura, foram encontrados os menores valores de mortalidade. O autor também obteve resultados de maior mortalidade em tilápias cultivadas em baixas temperaturas, como 20°C e 22,1°C.

De acordo com estes trabalhos, os dados de temperatura do presente estudo indicam que os animais passaram por estresse térmico, suportando temperaturas de até 22,1°C. De acordo com esta variação de temperatura, foi proposta a correção da oferta de ração de, abaixo de 28°C, 10% do total, a cada grau de decréscimo da temperatura, já que o peixe tem seu apetite diminuído com a variação da temperatura da água, acima ou abaixo de seu conforto térmico. De acordo com Ostrensky e Boerger (1998), a correção da oferta de ração em porcentagem do peso vivo para tilápia varia de acordo com a temperatura da água, aumentando na região de conforto térmico dos animais e diminuindo nas regiões de maior e menor temperatura. A correção é feita de acordo com o aumento ou diminuição da porcentagem da oferta da ração diária. No período final do experimento, nos meses de junho e julho, a oferta de ração foi realizada em 60% da taxa calculada com base no peso vivo. Estas correções se mostraram insuficientes, já que a conversão alimentar aparente foi de 2,00, valor alto para a espécie.

Quando a temperatura está baixa, o comportamento dos peixes se torna mais imprevisível, de modo que, neste experimento, seria necessária maior correção da oferta a cada grau, a fim de diminuir a conversão alimentar aparente, e assim diminuindo os custos. Os peixes alimentados durante o período 1 (0:00 a 12:00) apresentaram comportamento alimentar menos ativo que os peixes alimentados nos outros períodos, tornando assim mais difícil o ajuste da oferta de ração.

Outro fator de grande impacto no comportamento alimentar e saúde dos peixes é o oxigênio dissolvido. O oxigênio dissolvido não influenciou negativamente no

experimento, já que durante todo o período experimental se manteve na faixa ideal para o cultivo de tilápias. A média de oxigênio dissolvido do experimento foi de 5,86mg/L, não sendo encontrados valores abaixo de 5,00mg/L. A alta concentração de oxigênio dissolvido pode ser explicada pelas baixas temperaturas no período. Estes valores encontrados estão dentro da faixa recomendada para a aquicultura (SIPAÚBA-TAVARES, 1995).

Além dos fatores físico químicos da água, a tilápia tem sua alimentação ligada ao fotoperíodo, preferindo se alimentar nos períodos do amanhecer e entardecer (TOGUYENI et al. 1997). No presente estudo, a temperatura da água foi semelhante entre os períodos, inclusive nos picos de temperatura, demonstrando que, quando a temperatura é semelhante, os animais têm preferência por se alimentar no período 2 (12:00 as 24:00hs) e 3 (0:00 a 24:00hs), sendo o período 3 o que obteve o pior desempenho. Notou-se, nos animais alimentados durante o período 2, maior atividade alimentar do que nos outros períodos, o que pode ter influenciado nos resultados de desempenho.

Contrastando os dados de período, criando tilápias em tanques-rede, em três períodos e duas frequências diferentes, Sousa et al. (2012) obtiveram melhores resultados quando os animais foram alimentados dia e noite. Estes resultados diferem dos resultados do experimento, onde o período 3, foi o intermediário entre os outros dois, sendo o período 2 o de melhor desenvolvimento e o período 3 o pior desenvolvimento. Estas diferenças podem ter sido influenciadas pela temperatura e o oxigênio dissolvido, com temperaturas máximas de 28°C e mínimas de 17,7°C, e pelos períodos 1 e 2 serem em intervalos diferentes de horário, sendo o período dia das 6 horas às 18 horas, e o noite das 18 horas às 6 horas. Quanto ao oxigênio, a média foi menor do que a encontrada no presente estudo. Devido a estes dados, os peixes criados por Sousa et al (2012) obtiveram um crescimento mais lento se comparado com o experimento.

Quanto ao rendimento de filé, obteve-se a média de 29,8%, sendo satisfatório se comparado a outros trabalhos, como Pinheiro et al. (2006), que obteve rendimento médio de 31%. Alguns experimentos obtiveram o rendimento do filé sem a cabeça do peixe, obtendo valores mais altos que os do presente estudo, como SOUZA et al (2005),

que encontraram a porcentagem de 38 a 40% de rendimento, para peixes com média de peso entre 550 e 730g. O rendimento de filé em frigoríficos é usualmente feito de acordo com o procedimento deste estudo, pesando-se o peixe inteiro e em seguida pesando o filé, dividindo-se o peso do filé multiplicado por 100, pelo peso do peixe inteiro. Não houve diferença entre os rendimentos de filé.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que, quando a temperatura da água estiver abaixo do conforto térmico dos animais, é recomendado fornecer o alimento durante o período 2, do 12:00 às 24:00hs, desde que utilizando o sistema de automação proposto.

6.IMPLICAÇÕES

Através do experimento, pôde-se avaliar os efeitos do estresse por temperatura no desempenho dos animais, em dimensões semelhantes a uma produção comercial, sendo que grande parte dos experimentos com este propósito são feitos em laboratórios. Utilizando-se o sistema de automação proposto, é possível diminuir os custos de produção com a diminuição do desperdício de ração, bem como um melhor aproveitamento do alimento pelos peixes, graças à alta frequência alimentar, a correção da oferta de acordo com a temperatura da água e a correção diária do ganho de peso dos animais. Este trabalho abre espaço para análise de custos de investimentos em automação de pisciculturas comerciais, uma vez que 70% do custo de produção é determinada pela ração, portanto a redução na perda deste insumo é de suma importância para os produtores de pescado.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, C. A. et al. **Aqui o Matic: Programa para a automação do fornecimento de ração para peixes e rãs com base nas variações da temperatura da água, no oxigênio dissolvido e no ganho diário de peso estimado com base na conversão esperada.** Registro de programa INPI. 2014.

AYROSA, L. M. S. et al. Custos e rentabilidade da produção de juvenis de tilápia-do-nylo em tanques-rede utilizando-se diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.231-239, 2011.

AZAZA, M.S.; DHRAÏEF, M.N.; KRAÏEM, M.M. Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. **Journal of thermal Biology**, v.33, p.98-105, 2008.

AZEVEDO, P.A., C.Y. CHO, S. LEESON, D.P. Effects of feeding level and water temperature on growth, nutrient and energy utilization and waste outputs of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquatic Living Resources**, v.11, p.227-238, 1998.

BRITZ P.J., HECHT, T., MANGOLD, S. Effect of temperature on growth, feed consumption and nutritional indices of *Haliotis midae* fed a formulated diet. **Aquaculture**, v.152, p.191-203, 1997.

CHERVINSKI, J. Environmental physiology of tilapias. In *The Biology and Culture of tilapia* (Eds. R.S.V. Pullin and R.H. Lowe-Mc Connell). **ICLARM Conference Proceedings**, v.7, p. 119-128, 1982.

GADOWSASKI, D.M. and S.M. Caddell. Effects of temperature on early-life-history stages of California halibut *Paralichthys californicus*. **Fish Bull**, v.89, p.567-576, 1991.

NEWMAN, J. R.; POPMA, T.J. Maximum Voluntary Feed Intake and Growth of Nile Tilapia Fry as a Function of Water Temperature. **Aquaculture Collaborative Research**

Support Program, Fourteenth Annual Administrative Report - 1 Sept. 1995 to 31 Aug. 1996, p. 101-102.

NDONG, D.; CHEN, Y.Y.; VASEEHARAN, B.; CHEN, J.C. The immune response of tilapia *Oreochromis mossambicus* and its susceptibility to *Streptococcus iniae* under stress in low and high temperatures. **Fish & Shellfish Immunology**. V. 22, p. 686-694, 2007.

PANDIT, N.P.; NAKAMURA, M. Effect of High Temperature on Survival, Growth and Feed Conversion Ratio of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Our Nature**, v.8, p.219-224, 2010.

PHILIPART, J.C., RUWET, J.C.. Ecology and distribution of tilapias. In *The Biology and Culture of Tilapias* (Eds. R.S.V. Pullin and R.H. Lowe-McConnell). **ICLARM, Manila, Philippines**, p.15-60, 1982.

PINHEIRO, L.M.S. et al. Rendimento industrial de filetagem da tilápia tailandesa (*Oreochromis spp.*). **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, p.257-262, 2006.

QIANG, J. et al. Interacting effects of water temperature and dietary protein level on hematological parameters in Nile tilapia juveniles, *Oreochromis niloticus* (L.) and mortality under *Streptococcus iniae* infection. **Fish & Shelfish immunology**, v. 34, p. 8-16, 2013.

OSTRENSKY, O.; BOERGER, W. **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíba :Agropecuária, 1998, 129p.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.S. *Limnologia aplicada à aquicultura*. Jaboticabal: **Fundação Universidade Estadual Paulista**, 1995. 72p.

SOUSA, R.M.R. et al. Productive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed at different frequencies and periods with automatic dispenser. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.64, p.192-197, 2012.

SOUZA, M.L.R. et al. Efeito do peso de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre o rendimento e a qualidade de seus filés defumados com e sem pele. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, 2005, p.51-59.

FURUYA, W.M. et al. Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias. **GFM**, 2010, 100p.

TOGUYENI et al. Feeding behavior and food utilization in tilapia (*Oreochromis niloticus*); Effect of sex ratio and relationship with endocrine status. **Physiology and Behavior**, v..62, p. 273-279, 1997.

WORKAGEGN, K.B. Evaluation of growth performance, feed utilization efficiency and survival rate of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) reared at different water temperature. **International Journal of aquaculture**, v.2, p.59-64, 2012.

VIDAL, L.V.O. et al. Eugenol como anestésico para a tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1069-1074, 2008.