

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

TAYNARA BRUNING DA SILVA

**TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS (BFT) NO DESEMPENHO DE PEIXES
ORNAMENTAIS**

**Uruguiana
2018**

TAYNARA BRUNING DA SILVA

**TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS (BFT) NO DESEMPENHO DE PEIXES
ORNAMENTAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Aquicultura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo em Aquicultura.

Orientador: Giovani Taffarel Bergamin

**Uruguiana
2018**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

S586t Silva, Taynara Bruning da
TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS (BFT) NO DESEMPENHO DE PEIXES
ORNAMENTAIS / Taynara Bruning da Silva.
46 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do Pampa, AQUICULTURA, 2018.

"Orientação: Giovani Taffarel Bergamin".

1. Crescimento. 2. Maturação sexual. 3. Zebrafish. 4. Acará do Congo. 5. Sistema heterotrófico.

Título.

TAYNARA BRUNING DA SILVA

TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS (BFT) NO DESEMPENHO DE PEIXES
ORNAMENTAIS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Tecnólogo
em Aquicultura da Universidade
Federal do Pampa, como requisito
parcial para obtenção do Título de
Tecnólogo em Aquicultura.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 20 julho de 2018.

Banca examinadora:



Prof. Dr. Giovani Taffarel Bergamin
Orientador

Curso Superior de Tecnologia em Aquicultura - UNIPAMPA



Prof. Dr. Carlos Frederico Ceccon Lanes

Curso Superior de Tecnologia em Aquicultura - UNIPAMPA



Prof. Dr. Cátia Aline Veiverberg

Curso Superior de Tecnologia em Aquicultura - UNIPAMPA

A minha mãe Eva Ledi Bruning, que com muito carinho e apoio não mediu esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A todos que contribuíram direta ou indiretamente no decorrer desta jornada, em especial:

A Deus, a quem devo minha vida.

À minha família que sempre me apoiou nos estudos, principalmente minha mãe, Eva Ledi Bruning por sempre me incentivar e compreender nos momentos difíceis e nas escolhas tomadas.

Ao meu namorado Tiago Lourenço, pela paciência, companheirismo e motivação durante meus dias de ansiedade e nervosismo, quando tudo parecia dar errado, você dizia para ter calma que no fim tudo daria certo. Obrigada por acreditar em mim quando nem eu mesma mais acreditava.

Ao meu orientador, Dr. Giovani Taffarel Bergamin que teve papel fundamental na elaboração deste trabalho e por todo apoio e dedicação. Pelos ensinamentos que me guiam e contribuem com minha formação pessoal e profissional.

À professora Dr. Alessandra Tamajusuku Neis, pela oportunidade da bolsa enquanto executava o experimento.

Aos professores Carlos Frederico Ceccon Lanes e Gabriel Martins pela participação e sugestões feitas em minha qualificação.

Ao professor Marco Aurélio pela oportunidade de aprendizado durante sua bolsa de monitoria, PDA.

Aos meus colegas do laboratório de Aquariorfilia pelo companheirismo e disponibilidade para me auxiliar em vários momentos.

Ao Sr. Antonio pelo auxílio nas análises e a disponibilidade do laboratório de Histologia e Embriologia.

À técnica Alessandra Pretto pelo auxílio nas análises de qualidade de água e formulação dos reagentes.

Ao técnico Cristiano pelo auxílio e dicas quando dava “zebra” no experimento e precisávamos do gerador.

À colega Alessandra Perez pelas longas conversas auxiliando nas interpretações e pesquisa, pelos conselhos e conversas durante nossas escalas no laboratório.

Aos amigos (as) da turma de 2014 da Aquicultura, pelo acolhimento, boa relação e pela amizade que construímos ao decorrer da formação, muitos momentos de diversão compartilhamos durante esta longa formação.

"E guardamos a certeza pelas próprias dificuldades já superadas que não há mal que dure para sempre."

Chico Xavier

RESUMO

A aquicultura ornamental vem ganhando espaço no mercado mundial, pela facilidade de criação e beleza dos animais. No Brasil, a produção comercial de peixes ornamentais é uma atividade altamente lucrativa, embora ainda em estruturação. O desenvolvimento desta atividade ocasiona aumento da geração de efluentes que podem vir prejudicar o meio natural, sendo assim, há uma busca por novos sistemas alternativos de produção empregados para sanar estas questões ambientais e também para aumentar a produtividade de organismos aquáticos. O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho zootécnico de zebrafish (*Danio rerio*) e acará-do-congo (*Archocentrus nigrofasciatus*) criados em sistema de bioflocos ou água clara. O período experimental foi de 56 dias, utilizando-se 120 animais, sendo 60 de cada espécie, alojados em doze unidades experimentais. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 3 repetições, sendo distribuídos 10 animais por repetição. Os tratamentos foram: Z = zebrafish controle (água limpa); ZB= zebrafish com bioflocos; A= acará do congo controle (água limpa) e AB= acará do congo com bioflocos. Os animais receberam 5% do peso vivo em ração, duas vezes ao dia. Foram analisados os seguintes parâmetros zootécnicos: peso, comprimento total, sobrevivência, fator de condição, conversão alimentar aparente e taxa de crescimento específico. Também foi realizada análise histológica para verificação do estágio de desenvolvimento gonadal. Os valores de peso, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico foram superiores para acará do congo no tratamento de bioflocos quando comparados com os acarás submetidos a água clara. Peso e CAA também foram superiores para zebrafish no mesmo sistema. Consumo de água apresentou uma grande diferença, demonstrando a superioridade da tecnologia de bioflocos no que diz respeito ao uso de recursos hídricos, que foi no mínimo 12,6 vezes menor que o sistema com água clara. Para histologia, o sistema de bioflocos permitiu acelerar a maturação sexual para machos de zebrafish, sendo verificado estágio de maturação, mesmo para animais mais jovens e menores que os indicados na literatura. A maturação gonadal de machos de acará do congo não foi afetada pelos sistemas testados, embora o crescimento tenha sido maior em sistema de bioflocos.

Palavras chaves: crescimento, maturação sexual, zebrafish, acará do congo, sistema heterotrófico.

ABSTRACT

Ornamental aquaculture has been gaining space in the world market, for the ease of creation and beauty of the animals. In Brazil, the commercial production of ornamental fish is a highly profitable activity, although still in structuring. The development of this activity causes an increase in the effluent generation that can harm the natural environment. Thus, new production technologies are needed. The aim of this work was to evaluate the zootechnical performance of zebrafish (*Danio rerio*) and convict cichlid (*Archocentrus nigrofasciatus*) raised in a system of bioflocos or clear water. The experimental period was 56 days, using 120 animals, 60 of each species, housed in twelve experimental units. The experimental design was completely randomized, with 4 treatments and 3 replicates, and 10 animals were distributed per replicate. The treatments were: Z = zebrafish control (clean water); ZB = zebrafish with bioflocos; A = acara congo control (clean water) and AB = acar congo with bioflocos. The animals received 5% of live weight in ration twice a day. The following zootechnical parameters were analyzed: weight, total length, survival, condition factor, apparent feed conversion and specific growth rate. Histological analysis was also performed to verify the stage of gonadal development. The values of weight, apparent feed conversion, specific growth rate were higher for the cichlids in AB when compared to A. Weight and feed conversion ratio were also superior for zebrafish in the same system. Water consumption presented difference, demonstrating the superiority of biofloc technology in terms of the use of water resources, which was at least 12.6 times lower than the clear water system. For histology, the BFT system allowed to accelerate sexual maturation for zebrafish, and maturation stage was verified, even for young and small animals. Gonadal maturation of convict cichlid males was not affected by the systems, although growth was higher in the biofloc system.

Keywords: growth, sexual maturity, zebrafish, acará do congo, heterotrophic systems.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS.....	18
2.1 OBJETIVO GERAL.....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5 CONCLUSÃO	36
6 ANEXOS	37
7 REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura ornamental vem ganhando espaço no mercado mundial, pela facilidade de criação e beleza dos animais. No Brasil, a produção comercial de peixes ornamentais é uma atividade altamente lucrativa, embora ainda em estruturação. Mais de 700 variedades de peixes ornamentais são comercializadas no mercado mundial (VIDAL JUNIOR, 2007). Em 2013, a exportação desses animais rendeu US\$ 10,5 milhões para os criadores brasileiros, de acordo com o Ministério da Pesca e Aquicultura. Há crescente valorização no mercado de peixes e, conseqüentemente, grande potencial de mercado a ser explorado (SEBRAE, 2014).

De acordo com o levantamento da Universidade Estadual do Norte Fluminense, o Brasil tem 4800 criadores comerciais de peixes ornamentais, sendo que 80% deles ficam na zona rural, onde os tanques se espalham em áreas de 3.000 m² a 10.000 m². Nas cidades, os criadouros são bem menores, com no máximo 200m² (SEBRAE, 2014). O Brasil tem espaço para se tornar o celeiro no mundo na Aquariofilia e para valorizar a sua biodiversidade (MPA, 2014). Entre as espécies mais procuradas estão o peixe *Betta splendens* (Betta), *Carassius auratus* (Kinguio), *Cyprinus carpio* (Carpa dourada), *Danio rerio* (Zebrafish), *Symphysodon aequifasciatus* (Acará disco) e *Poecilia reticulata* (Guppy). As unidades podem custar de R\$ 0,50 até, em casos raros, R\$ 10 mil (SEBRAE, 2014).

Zebrafish (*Danio rerio*)

É um peixe pertencente à família dos ciprinídeos (NELSON, 1994), nativo do sul da Ásia e originário dos rios da Índia, Bangladesh e Nepal. É encontrado facilmente em águas rasas ou de baixa movimentação, com lodo e vegetação submersa. Adapta-se a criações em cativeiro devido às variações climáticas de sua região de origem. Possui o hábito de viver em cardumes e é capaz de tolerar grandes variações ambientais, apresentando facilidade na reprodução.

Figura 1 - Imagem de macho e fêmea de zebrafish



Fonte: achetudoeregiao.com.br

Também conhecido como paulistinha (Figura 1), é uma espécie de pequeno porte, com o corpo fusiforme e achatado lateralmente, possuindo listras horizontais escuras em toda a extensão do corpo, por isto conhecido como zebrafish (SPENCE et al., 2008). De acordo com Maack & Segner (2003) e Spencer et al. (2008), o mesmo possui em torno de 3 a 4 cm de comprimento, as fêmeas são maiores que os machos, possuindo uma forma arredondada por causa dos ovos e o macho apresenta o corpo esguio com uma coloração mais escura. A espécie apresenta curto tempo de geração (12 a 14 semanas) comparada a outros ornamentais que possuem longo intervalo. Vivem em média de 42 meses (GERHARD et al., 2002). Se mantidas em cativeiro podem viver até mais, embora possa afetar a sua qualidade de vida, surgindo deformidades esqueléticas e degeneração muscular (KISHI et al., 2003).

Além de ser comercializado como peixe ornamental, é utilizado como modelo biológico, pois apresenta grande similaridade anatômica com outros vertebrados e por possuir o genoma já sequenciado (BARBAZUK et al., 2000). É uma espécie em que suas informações hereditárias encontram-se decodificadas, apresentando um elevado grau de semelhança (aproximadamente 70%) aos genes do ser humano (HOWE et al, 2013). Estas similaridades têm estimulado a comunidade científica a utilizá-lo como alternativa ao uso de outros animais em diferentes áreas do conhecimento.

Em relação à produção comercial do *D. rerio*, a espécie apresenta facilidade no manejo alimentar, caracterizado como onívoro, consome alimentos vivos e

processados. Além disso, ao avaliar a reprodução, é demonstrado que a espécie apresenta alta taxa de fecundidade (HILL et al., 2005). Segundo Lawrence (2007), uma fêmea pode produzir 200 ovos/semana, os quais são demersais e apresentam alta taxa de sobrevivência larval e baixo custo de manutenção.

O zebrafish apresenta ciclo de vida dividido em 3 fases distintas com base no comprimento padrão (CP) e nos dias pós-fertilização (DPF). Fase larval: com duração em média 28 dias (3 a 12 mm CP), com início no terceiro DPF; fase juvenil: início em torno dos 28 a 31 DPF (12 a 18 mm CP), aparentemente com crescimento exponencial e alterações morfológicas fase adulta: em média nas 12 semanas (90 DPF e CP superior a 18 mm), com menor taxa de crescimento e com os animais atingindo a maturidade sexual, sendo capazes de reproduzir (PARICHY et al., 2009).

Em torno de 5 a 7 semanas após a eclosão começa o processo de desenvolvimento dos testículos. Com 12 semanas, se dá por completo o processo de diferenciação gonadal, entretanto o mesmo depende das características genéticas e da criação (MAACK; SEGNER, 2003; SPENCE et al., 2008).

Acará-do-congo (*Archocentrus nigrofasciatus*)

Espécie pertencente à família dos Ciclídeos, natural da América Central, possui fácil manejo e é amplamente comercializado no Brasil. Devido às suas cores e formas peculiares é dividido em variedades: albino, mármore e selvagem. Possui hábito alimentar onívoro, consumindo dieta variada no habitat natural. Em cativeiro, se alimenta de alimentos vivos ou ração própria para ciclídeos (ZURLO; SCHLESER, 2002).

É uma espécie com crescente interesse e potencial econômico para a aquicultura nacional, especialmente devido seu manejo e formas peliculares, tornando-a atrativa para a aquariofilia.

O comportamento da espécie também atrai o interesse dos aquarofilistas, sendo os indivíduos territorialistas até mesmo agressivos, na tentativa de estabelecer posto social em uma hierarquia de dominância (SHACKLETON et al., 2005) mesmo convivendo bem com outros peixes da sua espécie.

Figura 2 - Casal de acará do congo



Fonte: aquaflux.com.br

Em média os animais (Figura 2) alcançam até 15 cm, a fêmea possui tamanho menor comparado ao macho, normalmente ambos adultos pesam em torno de 35g. Atingem a maturação sexual com aproximadamente 12 semanas de vida (PINTO-PAIVA; HILTON-NEPOMUCENO, 1989), formam pares monogâmicos e é a fêmea quem escolhe o local para reproduzir e depositar seus ovos. Cada desova apresenta cerca de 50 a 150 ovos (ZURLO; SCHLESER, 2002), o macho fecunda o ovos e o casal manifesta sinais de cuidado parental próximo aos ovos (QUEIROZ, 2013).

Embora apresente potencial para cultivo há poucas informações sobre a espécie, incluindo reprodução, fisiologia e comportamento. Assim sendo, é necessário definir e priorizar estudos que possam contribuir para a difusão do conhecimento técnico-científico em relação a essa espécie e, conseqüentemente, promover ainda mais o seu crescimento.

Bioflocos bacterianos (BFT)

Devido às demandas mundiais relacionadas à sustentabilidade, sistemas que utilizam menor volume de água e geram menos efluentes têm sido desenvolvidos.

O bioflocos surgiu pela primeira vez no início da década de 1970 na Ifremer-COP (French Research Instituto de Exploração do Mar, Centro Oceânico do Pacífico) com diferentes espécies de camarões marinhos (EMERENCIANO et al.,

2013). Nos anos 80 e início dos anos 90, em Israel e EUA (Waddell Mariculture Centro) desenvolveu pesquisas com BFT envolvendo as tilápias e camarão branco *Litopenaeus Vannamei*, respectivamente, em qual limitação de água, preocupações ambientais e custos de terra foram o principal causador (SERFLING, 2006; AVNIMELECH, 2009).

O sistema é baseado na ciclagem do nitrogênio (N) inorgânico, realizada por microorganismos (DE SCHRYVER et al. 2008). Esta tecnologia consiste em sistema de cultivo com troca mínima de água ou zero, através do desenvolvimento da população microbiana mantida pela relação carbono/nitrogênio 20:1 (AVNIMELECH, 2011). Durante o cultivo são gerados resíduos orgânicos como fezes, muco ou sobra de rações, que são desintegrados e servem como substrato, para estimular estas bactérias (KUBITZA, 2011).

A tecnologia de cultivo em bioflocos possui a finalidade de controlar o acúmulo de amônia ($\text{NH}_3 \text{NH}_4^+$) e nitrito (NO_2^-), os quais são tóxicos aos organismos aquáticos, minimizando o impacto pela transformação nitrato (NO_3^-) que não prejudica o meio (AVNIMELECH, 2009).

A tecnologia de BFT iniciou na produção de camarões e segundo Emerenciano et al. (2013) mostrou inúmeros benefícios, também para peixes, como melhor taxa de crescimento, melhor conversão alimentar e maior sobrevivência.

Criar peixes ornamentais em sistema de bioflocos também se tornou vantajoso, pois o crescimento e a uniformidade dos peixes são afetados quando sua alimentação é insuficientemente ou em excesso, o que resulta em um elevado custo de produção (LEE et al., 2000). Pelo fato de os agregados microbianos servirem de complemento na dieta dos organismos, pode-se reduzir a quantidade de proteína necessária na ração, e diminuir a quantidade de ração fornecida (SAMOCHA et al., 2004).

Além de proporcionar melhor aproveitamento das estruturas por utilizar pequena área e alta densidade de estocagem dos animais (LOPES et al., 2012) apresenta também biossegurança, pela restrição da renovação e troca de água, reduzindo a possibilidade de doenças no sistema (WASIELESKY et al., 2006), organismos aquáticos ornamentais são expostos a condições estressantes desde a captura até a comercialização, passando por manejos periódicos de classificação, transporte e alterações frequentes.

As condições em que são mantidos os animais afetam até na reprodução. Alguns animais começam a reproduzir precocemente, mas isso varia conforme a espécie. Em piscicultura o conhecimento sobre idade e tamanho dos animais para maturação sexual é fundamental (OKUZAWA, 2002). Há espécies que atingem a maturidade sexual apenas após alcançarem grande tamanho corporal, aumentando o custo para o produtor. Outros animais começam a reproduzir mais cedo, com menor tamanho.

Segundo Cardona et al., (2016), alguns estudos demonstram que em sistema BFT o desempenho reprodutivo dos animais aumenta comparado com aqueles produzidos em água clara. A frequência de desova aumenta, apresentam maior índice gonadossomático e maior número de ovos (EKASARI et al., 2015). Embora peixes ornamentais não sejam valorizados pelo seu ganho em peso e sim pelo seu desenvolvimento, o sistema atual demonstra ser vantajoso para tal. Com animais rapidamente desenvolvidos é possível diminuir custos com manutenção e obter maior crescimento dos animais, podendo assim renovar lotes de matrizes e reprodutores, bem como executar maior número de ciclos de produção por ano.

Diante disso torna-se importante o aprimoramento e a convicção se este sistema de cultivo alternativo é vantajoso para tais espécies, aliando algo sustentável à eficiência produtiva.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a viabilidade técnica do sistema de bioflocos para a criação de juvenis de zebrafish e acará do congo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o crescimento de juvenis de acará do congo e zebrafish criados em sistema de bioflocos, em comparação ao sistema de produção em água clara.

Determinar o estágio de maturação sexual dos animais submetidos aos dois sistemas de criação através de análises histológicas.

Avaliar os parâmetros da qualidade da água ao longo do cultivo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Local e data de execução

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Aquariorfilia e no laboratório de Histologia e Embriologia, localizados na Universidade Federal do Pampa, Campus Uruguaiana, no período de 22 de setembro a 16 de novembro de 2017, totalizando de 56 dias.

Animais

O experimento foi realizado com duas espécies de peixe: Zebrafish ($0,022 \pm 0,005\text{g}$) e Acará do Congo ($0,090 \pm 0,01\text{g}$), com idade de 30 e 60 dias após a eclosão, respectivamente, oriundos de desovas realizadas no Laboratório de Aquariorfilia da Universidade Federal do Pampa. Foram utilizados 120 animais, sendo 60 indivíduos de cada espécie.

Os peixes passaram por período de adaptação nos aquários antes de iniciar o experimento durante 14 dias. Sendo a alimentação ofertada diariamente com ração comercial floculada para peixes ornamentais, duas vezes ao dia, até a saciedade aparente.

Tratamentos

Foram testados 2 tratamentos com 3 repetições por espécie, sendo distribuídos 10 animais por repetição. Os tratamentos (Anexo 1) testados foram: Z (zebrafish - água clara), ZB (zebrafish em sistema de bioflocos), A (acará do congo - água clara) e AB (acará do congo em sistema de bioflocos).

Unidades experimentais

O ensaio foi realizado em 12 aquários com capacidade de 14L (20 x 20 x 35 cm; vol. útil 10 L). Cada unidade experimental possuía uma mangueira de 4 mm de diâmetro, que mantinha oxigenação constante e forneciam movimentação na água

para ativação dos bioflocos (Anexo 2). O fotoperíodo foi controlado, 10 horas luz e 14 horas escuro. A temperatura foi mantida por aquecedores em 25°C para acará do congo e 28°C para zebrafish. Foram realizadas trocas parciais de água duas vezes ao dia nos aquários de água limpa.

Implantação do sistema bioflocos

Para a implantação do sistema de bioflocos, no primeiro dia ao contar o início do experimento foi adicionado na água clara dos aquários inoculo de bioflocos previamente produzido no laboratório de Aquariorfilia. A quantidade de sólidos inicial utilizada foi de 50 mg/L. Os animais receberam ração floculada referente a 5% do seu peso vivo, dividida em duas vezes ao dia. Os resíduos produzidos nos aquários com bioflocos não foram retirados durante o experimento para que as sobras de ração e fezes fossem utilizadas como substrato para o desenvolvimento das colônias de bactérias.

A relação C/N foi mantida próxima a 20:1, foram realizadas adições de melação quando a amônia > 1,0 mg/L, ou em situações em que visivelmente a quantidade de sólidos suspensos fosse muito baixa, seguindo o método de Avnimelech (1999).

Manejo alimentar

Os peixes receberam 5% do peso vivo em ração por dia, divididos em duas alimentações: às 9h e às 17h. Quantidade calculada e corrigida a cada 15 dias. Foi utilizada ração comercial floculada para peixes ornamentais (Alcon BASIC, contendo 45% de proteína bruta) (Anexo 3).

Qualidade de água

Diariamente foram monitorados a temperatura e a concentração de oxigênio dissolvido com Oxímetro digital. Além disso, era verificado o nível de água de cada unidade experimental, para os tratamentos que utilizam água clara, foram realizadas

trocas parciais de água após as alimentações e calculado o gasto com reposição da água.

Semanalmente, foram determinadas as concentrações de alcalinidade (CaCO_3 -2) foram analisadas segundo Boyd et al. (1992). A dureza foi analisada de acordo com Adad (1982) e o pH foi medido através de pHmetro microprocessador de bancada.

Os sólidos foram monitorados semanalmente para determinar a concentração (mg.L^{-1}) dos sólidos suspensos totais (SST) após filtração de acordo com o método de Strickland & Parsons (1972). Assim, amostras de água (50 ml) foram coletadas de cada aquário e filtradas sob pressão de vácuo através de filtro de papel GF/C pré-secos em estufa por 4 horas e pré-pesado em balança analítica. Os filtros contendo os SST foram secos em estufa até atingirem peso constante. As amostras secas foram novamente pesadas, e assim foi calculado a partir das diferenças entre os pesos iniciais e finais dos filtros.

Foram analisadas duas vezes na semana nitrito (NO_2^-) e amônia, segundo Boyd et al. (1992) e Verdouw et al. (1978), respectivamente.

Parâmetros de crescimento

As biometrias foram realizadas a cada 15 dias avaliando o peso (mg), comprimento total (mm) e sobrevivência (%). Para tal, os 120 animais foram anestesiados com Eugenol na concentração de 100 mg/L (Vidal et al., 2007) para evitar o estresse durante o manejo, sendo pesados em balança analítica digital e medidos com paquímetro digital.

Taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar aparente (CAA), fator de condição (FC), foram calculadas através das fórmulas:

$\text{TCE (\% dia}^{-1}\text{)} = [(\ln (\text{peso final}) - \ln (\text{peso inicial})) / \text{dias}] \times 100$, em que: \ln = logaritmo neperiano;

$\text{CAA} = \text{Qr} / (\text{peso final} - \text{peso inicial})$, em que: Qr = quantidade de ração fornecida.

$\text{FC} = (\text{Peso} \times 100) / (\text{comprimento total}^3)$.

Histologia:

Para avaliação do desenvolvimento gonadal, foi realizada histologia de ambas espécies. Os procedimentos foram realizados no laboratório de Histologia e Embriologia da Universidade Federal do Pampa, Campus Uruguiana. Foram utilizados 5 peixes por unidade experimental, totalizando 60 animais, que foram eutanasiados e assim passaram pelos métodos de fixação em formol 10% por 14 dias, desidratação em etanol, diafanização, banho de parafina, emblocamento, cortes transversais (5 micrômetros), banho-maria e coloração Hematoxilinaeosina (HE).

As lâminas foram analisadas em microscópio óptico, munido de um sistema de captura de imagens. Os estágios de desenvolvimento gonadal foram determinados conforme descrito por Quagio-Grassiotto et al., (2013). E as frequências de células foram identificadas através de Menke et al., (2011) para zebrafish, para acará do congo seguiram aquelas descritas por El-Sakawy et al., (2011) e Oldfield (2011).

Análise estatística

Os dados de desempenho zootécnico, consumo de ração e qualidade de água foram submetidos a análise de variância de uma via, por espécie, e comparação de médias pelo teste "t" de Student. Os valores de peso final do zebrafish foram transformados (1/X) a fim de normalizar a distribuição dos dados. Para a análise histológica dos machos, em ambas as espécies, os dados foram submetidos à análise de variância não-paramétrica e teste de comparação de médias de Kruskal-Wallis. Para todas as análises estatísticas foi considerado nível de significância de 5% ($P < 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento

De maneira geral, as duas espécies apresentaram boa adaptação e desempenho favorável quando criadas em sistemas de bioflocos, em relação aos tratamentos com água limpa. Os valores de peso final, conversão alimentar aparente (CAA) e taxa de crescimento específico (TCE) foram maiores para acará no tratamento com bioflocos. Peso e CAA também foram superiores para zebrafish no mesmo sistema. Em relação ao comprimento, tanto para zebrafish quanto para acará do congo, não foram encontradas diferenças significativas (Tabela 1).

Tabela 1. Crescimento de acará do congo e zebrafish em bioflocos e água limpa.

ACARÁ DO CONGO				
Variáveis	Biofoco	Água limpa	Dpr ¹	P ²
Peso inicial (mg)	90,50±0,056	90,57±0,09	0,13	NS
Peso final (mg)	247,60±14,73 ^a	196,63±4,89 ^b	19,01	<0,05
CT inicial (mm)	17,27±0,20	17,28±0,32	0,46	NS
CT final (mm)	24,06±0,74	22,19±0,57	1,14	NS
CAA	2,30±0,22 ^a	3,71±0,49 ^b	0,66	<0,05
TCE (%)***	1,79±0,11 ^a	1,38±0,04 ^b	0,14	<0,05
Fator de condição	1,79±0,11	1,81±0,09	0,18	NS
ZEBRAFISH				
Peso inicial (mg)	22,47±0,09	21,97±0,29	0,37	NS
Peso final (mg)	83,93±10,51 ^a	57,54±1,54 ^b	13,38	<0,05
CT inicial (mm)	13,68±0,18	13,25±0,14	0,28	NS
CT final (mm)	20,28±1,13	18,30±0,11	1,40	NS
CAA	2,05±0,11 ^a	2,97±0,05 ^b	0,16	<0,01
TCE (%)	2,32±0,24	1,72±0,06	0,30	NS
Fator de condição	1,00±0,05	0,94±0,03	0,08	NS

*CT: comprimento total; **CAA: conversão alimentar aparente; ***TCE (%): taxa de crescimento específico. ¹ dpr= desvio padrão residual média ± erro padrão da média. ² NS= não significativa.

Os resultados de crescimento mostram comportamento semelhante aos encontrados em outros trabalhos, para diversas espécies de peixes ornamentais e de corte. Bioflocos bacterianos possuem boa qualidade nutricional, reduzindo gastos com alimentação e permitindo o aumento da densidade de estocagem. Possibilitam crescimento acelerado, melhoram a conversão alimentar e a sobrevivência. Ao mesmo tempo, promovem redução do tempo de produção e consequentemente aumentam o lucro do produtor (SERAFINI, 2015; AMORIM, 2016).

Trabalhos com peixes ornamentais têm sido realizados em sistema de bioflocos, porém ainda são escassos para zebrafish e acará do congo, Segundo Avilés-López (2017) que avaliou o crescimento de *Danio rerio* cultivado diretamente no sistema bioflocos e a alimentação com dieta enriquecida com bactérias

heterotróficas, os animais que são mantidos em sistemas com bioflocos obtêm melhor crescimento devido à disponibilidade de alimento vivo. Os flocos, quando em suspensão na água, são ingeridos pelos animais, sendo fonte complementar de nutrientes (DE SCHRYVER et al. 2008).

Cardoso (2016) avaliou o desempenho zootécnico de *Platy* (*Xiphophorus maculatus*) em cultivo de bioflocos enriquecido com alga. Os animais foram cultivados em meio heterotrófico, recebendo oferta de 5% do peso vivo de ração e a inclusão de algas na sua alimentação. Os tratamentos foram divididos em: AC (água - controle); AA (Água + Alga *Ankistrodesmus sp.*); BC (Bioflocos) e BCA (Bioflocos + Alga *Ankistrodesmus sp.*). Comparando os tratamentos, a produção em sistema de bioflocos demonstrou melhores resultados para a espécie. A presença do bioflocos na alimentação aumentou a oferta de proteína e melhorou a conversão alimentar dos animais, indicando adaptabilidade e o aproveitamento do bioflocos como fonte alimentar para a espécie.

Cunha (2016) comparou o cultivo de Guppy (*Poecilia reticulata*) em bioflocos e água clara, com diferentes taxas de alimentação. Os animais foram divididos entre os tratamentos: sistema de água clara (controle) com oferta de ração a 3% do peso vivo (SAC), sistema enriquecido com bioflocos sem a oferta de ração (BFT0), sistema enriquecido com bioflocos com oferta de ração a 1,5% do peso vivo (BFT1.5) e sistema enriquecido com bioflocos com oferta de ração a 3% do peso vivo (BFT3). Ao final do experimento foi observado que os animais dos tratamentos SAC, BFT0 e BFT1.5 não apresentaram diferenças significativas entre si para as variáveis CT, CP, peso e TCE. O tratamento BFT3 foi superior em todas as variáveis de desempenho analisadas.

Segundo Coutinho (2017) que avaliou o desempenho produtivo de Tilápias no sistema bioflocos e sistema de recirculação de água durante 60 dias, do mesmo modo mostra que os peixes no sistema com bioflocos obtiveram melhores respostas para ganho de peso ($67,37 \pm 7,41$ g), conversão alimentar aparente ($1,02 \pm 0,15$), e taxa de eficiência protéica ($2,79 \pm 0,45$), quando comparado ao sistema de recirculação, que apresentou valores de $56,27 \pm 1,82$ g para ganho de peso, $1,31 \pm 0,10$ para conversão alimentar aparente e $2,37 \pm 0,27$ para taxa de eficiência protéica. Emerenciano (2015) destaca que tilápias produzidas em sistema com bioflocos apresentam bom desempenho e alta taxa de sobrevivência. Testando diferentes níveis de proteína bruta 28%, 32% e 36% (PB), em BFT, o mesmo

concluiu que a variação de proteína não interfere sobre o desempenho zootécnico dos animais, possibilitando a redução em até 8% de proteína na dieta.

Como observado, os estudos envolvendo a criação de peixes em BFT, em sua maioria evidenciam a superioridade desse sistema em relação ao demais para espécies diferentes com distintos hábitos alimentares e de comportamento, tanto pelo crescimento quanto pela saúde dos animais. A versatilidade desse sistema para diversas espécies se mostra como alternativa a ser explorada por produtores de organismos ornamentais que, em regra, criam grande número de espécies em espaço confinado, desde a reprodução até a venda de formas jovens e adultos. Mesmo assim, é necessário considerar que embora os gastos sejam reduzidos devido à vantagem dos animais se alimentarem de bioflocos melhorando seu desempenho zootécnico, Sousa (2016) salienta que sistemas de cultivo intensivos demandam maiores investimentos, devido à necessidade de instalações e equipamentos, como bombas, aeradores, estufas e geradores de energia.

Qualidade da água

Com relação aos parâmetros de qualidade da água, os tratamentos também apresentaram diferenças para ambas as espécies (Tabela 2).

Tabela 2. Qualidade e consumo de água.

Variáveis	ACARÁ DO CONGO			
	Biofloco	Água limpa	Dpr ¹	P ²
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,56±0,04 ^a	7,54±0,01 ^a	0,05	NS
Temperatura (°C)	25,02±0,21 ^a	24,85±0,18 ^a	0,34	NS
Amônia total (mg/L)	0,122±0,002 ^a	0,138±0,003 ^b	0,006	<0,05
Nitrito (mg/L)	0,097±0,02 ^a	0,566±0,09 ^b	0,12	<0,01
Ph	8,72±0,03 ^a	8,71±0,02 ^a	0,04	NS
Alcalinidade (mg CaCO ₃ /L)	145,77±2,49 ^a	125,67±1,46 ^b	3,54	<0,01
Dureza (mg CaCO ₃ /L)	70,40±4,22 ^a	60,87±3,02 ^a	6,35	NS
Consumo de água (L/aquário)	7,25±0,53 ^a	91,65±4,88 ^b	6,01	<0,001
ZEBRAFISH				
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,17±0,04 ^a	7,14±0,05 ^a	0,08	NS
Temperatura (°C)	28,37±0,18 ^a	28,37±0,22 ^a	0,35	NS
Amônia total (mg/L)	0,142±0,004 ^a	0,140±0,007 ^a	0,005	NS
Nitrito (mg/L)	0,186±0,05 ^a	0,058±0,02 ^a	0,07	NS
pH	8,88±0,03 ^a	8,77±0,04 ^a	0,06	NS
Alcalinidade (mg CaCO ₃ /L)	142,47±2,23 ^a	124,83±3,68 ^b	5,28	<0,05
Dureza (mg CaCO ₃ /L)	60,60±4,44 ^a	59,83±0,73 ^a	5,51	NS
Consumo de água (L/aquário)	6,22±0,32 ^a	110,71±5,07 ^b	6,22	<0,001

¹ Dpr= desvio padrão residual ² NS= não significativa

Médias ± erro padrão da média

Oxigênio dissolvido e temperatura não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, ficando dentro recomendação para as espécies (BOYD, 1990; JUNIOR, 2017). O pH manteve-se superior aos níveis considerados ideais para peixes segundo Boyd (1990) (6-7) ou ainda toleráveis para a espécie de Zebrafish (6.0-8.5) (AVDESH 2012). Todavia, parece não ter interferido no desempenho dos animais, que demonstraram crescimento semelhante ao resultado encontrado por Cunha (2016), que manteve durante 60 dias, 160 exemplares de Guppy com idade de 30 dias em pH 8,8 e concluiu que embora não seja o pH ideal a espécie apresentou-se evidente adaptabilidade em meio alcalino. .

Os valores de alcalinidade foram maiores nos tratamentos com bioflocos, fato que pode ser explicado pelas intervenções necessárias para a manutenção da qualidade do floco. Segundo Azim & Little (2008) devido aos processos que ocorrem nos bioflocos (assimilação bacteriana, nitrificação e respiração realizados por microrganismos e até mesmo pelos organismos criados) pode haver redução ou instabilidade da alcalinidade da água.

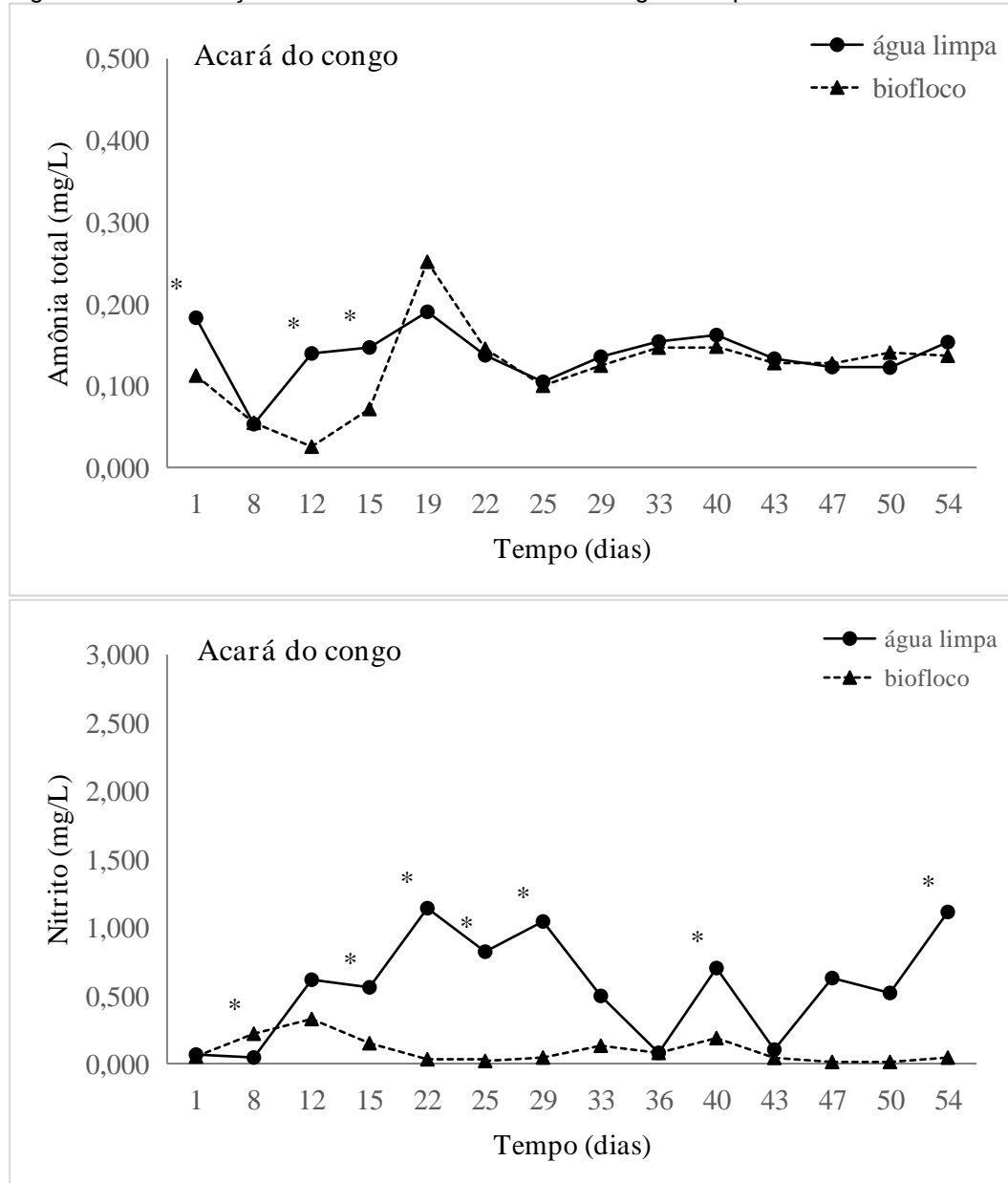
Normalmente o que ocorre é a redução da alcalinidade. Hari et al., (2004) observou a diminuição dos níveis de alcalinidade, que ocorre devido ao seu consumo pelas bactérias heterotróficas e nitrificantes que formam os bioflocos. As bactérias nitrificantes ao oxidarem a amônia a nitrato reduzem os níveis de alcalinidade na forma de carbonatos e bicarbonatos, pois utilizam o carbono inorgânico da alcalinidade para síntese de carboidratos. Assim, as bactérias nitrificantes acabam consumindo uma quantidade maior de alcalinidade em relação as heterotróficas. Além disso, a excreção de nitrito é acompanhada pela liberação de H^+ . E para a manutenção do pH a alcalinidade acabada sendo consumida, ao atingir baixos níveis de pH tende a reduzir significativamente (EBELING et al. 2006)

Todavia, uma das formas de explicar os valores altos de alcalinidade durante o experimento pode ser a fonte de água utilizada para repor o nível perdido por evaporação nos tratamentos com bioflocos, proveniente de poço artesiano. É rica em carbonatos e bicarbonatos, o que provavelmente tenha auxiliado para o aumento do nível da alcalinidade. No entanto esta variação não interferiu nas taxas de sobrevivência dos tratamentos, pois se manteve dentro dos limites toleráveis (Avdesh 2012), não sendo observada mortalidade.

Para acará do congo, amônia e nitrito foram significativamente maiores no tratamento com água limpa. Não houve diferença na produção de resíduos

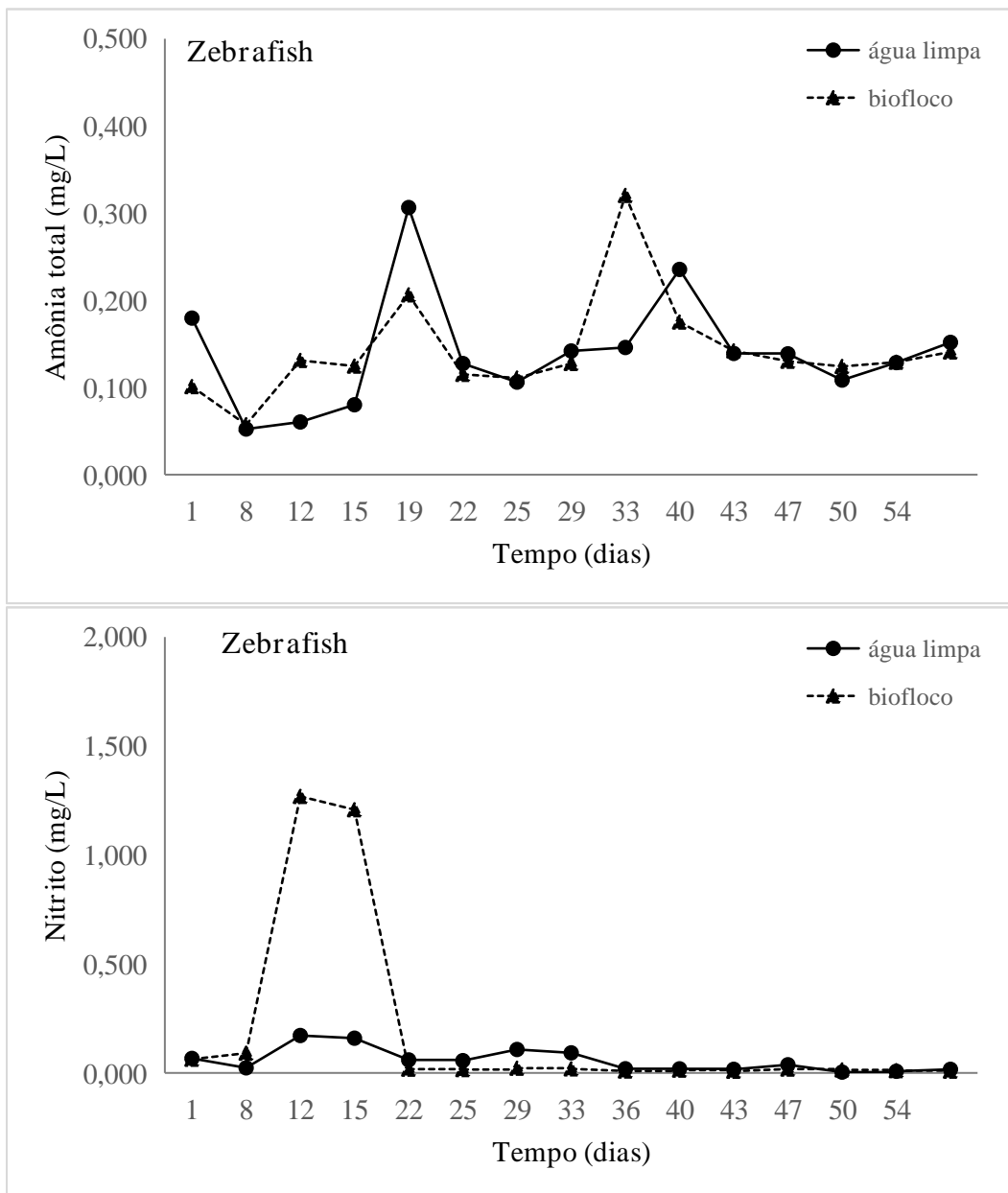
nitrogenados para zebrafish. A diferença entre tratamentos para acará pode ter sido causada pela instabilidade inerente ao sistema com água limpa, que prevê trocas parciais de água diariamente. O sistema com bioflocos possibilitou comportamento mais estável destes compostos (Figuras 3 e 4). A razão para não ter ocorrido o mesmo com zebrafish pode ser explicada pela menor biomassa nos aquários com esta espécie.

Figura 3. Concentrações de amônia total e nitrito ao longo do experimento com acará do congo.



Médias marcadas com "*" indicam que há diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos no mesmo dia experimental.

Figura 4. Concentrações de amônia total e nitrito ao longo do experimento com zebrafish.



Médias marcadas com “*” indicam que há diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos no mesmo dia experimental.

A amônia é considerada como um dos fatores limitantes na criação de peixes (TOMASSO, 1994). Esse resíduo nitrogenado pode atingir rapidamente concentrações tóxicas em sistemas intensivos mal manejados, causando redução da sobrevivência, do crescimento e até mesmo a morte dos animais (URBINATI e CARNEIRO, 2004).

Segundo Avdesh (2912) a concentração de amônia não ionizada é recomendada não exceder 0,02mg/L. Pereira & Mercante (2005) salientam que níveis de amônia altos por curtos períodos podem ocasionar hiperatividade, natação errática, respiração ofegante, até mesmo aceleração do ritmo cardíaco. Exposição contínua ou freqüente a concentrações de amônia tóxica podem causar intensa irritação e inflamação nas brânquias, reduzir o crescimento dos animais e afetar a eficiência alimentar. Tudo isto reduz a produtividade do sistema, tornando os animais suscetíveis a enfermidades, podendo causar mortalidade (PERSON-LE RUYTE et al., 1997).

Assim como a amônia, o nitrito em níveis elevados pode ser prejudicial aos animais. O acúmulo de produção de nitrito têm resultado em estresse, por períodos prolongados pode interferir no crescimento, ocasionar asfixia, resultando na morte de animais (BOYD, 1986). Segundo Arana (2010), o principal efeito do nitrito em peixes refere-se à oxidação da hemoglobina do sangue, transformando em metahemoglobina, ocasionando asfixia causando a morte do animal. Ainda assim, Baldisserotto (2013) diz que a principal causa da toxicidade do nitrito não é a hipóxia, causada pela formação da metahemoglobina, mas sim o efeito hepatotóxico do nitrito.

Varia entre os animais a capacidade de suportar a toxicidade do nitrito. Algumas espécies que possuem menor captação de Cl^- (cloreto) da água apresentam maior resistência a níveis altos de nitrito (TOMASSO & GROSELL, 2005). Por exemplo: o Zebrafish considera <50 mg/L um nível ótimo para o seu cultivo (Avdesh, 2012), já Boyd (1990) considera <1000 mg/L dentro dos limites para o desenvolvimento dos peixes tropicais de água doce.

Níveis adequados de nitrito não significam necessariamente níveis adequados de seu precursor amônia e vice-versa, daí a necessidade de monitoramento das duas variáveis.

Consumo de água

O consumo de água (Tabela 2) foi significativamente maior nos tratamentos com água limpa, para acará (1264%) e zebrafish (1780%). Após a limpeza das unidades experimentais por sifonagem, era necessária a reposição do nível de água que havia sido descartada. Prática não necessária nos tratamentos com bioflocos, em que eram feitas reposições apenas das perdas por evaporação.

Criar peixes demanda grande quantidade de água, que eventualmente precisa ser renovada, o que pode gerar o custo de produção. Com base nos resultados podemos afirmar que sistema com bioflocos reduz drasticamente o volume de água utilizado, representando uma nova alternativa economicamente viável e ambientalmente correta. Martins (2016) salienta que devido à ciclagem do nitrogênio inorgânico realizada pelos microorganismos, permite que as renovações de água sejam mínimas. Além de diminuir os custos para o produtor, expressa o intuito de aumentar a biossegurança dos cultivos, maior estabilidade do sistema, menor impacto ambiental e possibilidade de cultivo em diferentes regiões.

Mutti (2013) demonstra a possibilidade de instalações de cultivos em outras regiões citando o exemplo da prática localizada a mais de 500 km da costa, na cidade de Uruguaiana, no Rio Grande do Sul, onde foi executado o “Projeto Camaroeste”, uma produção de camarões *Litopenaeus vannamei* em sistema BFT. A produção já estava no quinto ciclo reutilizando a mesma água. Segundo Krummenauer et al. (2012), a reutilização de 100% da água beneficia os índices de crescimento e sobrevivência, juntamente mantendo a qualidade da água.

Como as demais indústrias, a aquicultura gera resíduos impactantes ao meio ambiente, até mesmo alterando sua estrutura e funcionamento natural. Com isto, tecnologias foram desenvolvidas para amenizar os impactos causados pela atividade (TIAGO, 2003).

Segundo Zelaya et al., (2001) o sistema de recirculação é um dos métodos mais promissores para a redução de impactos ambientais, devido à diminuição de liberação de efluentes, todavia o sistema exige que seja removido o máximo possível de sólido antes que a água seja direcionada para os filtros biológicos ou biofiltros (KUBITZA, 2006), o que naturalmente aumenta o volume gasto com água. Porém, em sistemas heterotróficos isto não é necessário, pois as bactérias que ali habitam são responsáveis de estabelecer a qualidade de água, sendo descartada a necessidade de renovação de água (AVNIMELECH, 2009).

Com o aumento e a expansão da produção, começaram a surgir também dificuldades. Segundo Madrid (2005), entraves da produção como disponibilidade no volume de água, perdas por variações climáticas e principalmente por enfermidades no cultivo, são fatores que acabam prejudicando a produtividade dos animais.

A maioria das criações de peixes fica na zona rural, pois as áreas são maior em média 3.000 m² a 10000m² e possuem maior disponibilidade de água, cerca de

20% são encontradas em zona urbana, em locais com até 200m² (FÁBIO, 2014). O BFT é uma tecnologia de produção que permite aumentar a produtividade de peixes com menor gasto em volume de água (AVNIMELECH 2007) e menores áreas para implantação de cultivos (KRUMMENAUER et al, 2012). Por ser em estufas proporcionam maior estabilidade ao sistema com menores variações climáticas, se mostrando eficientes, para a redução de epidemias (virais e bacterianas) no sistema.

Análise histológica

Ao final do experimento foi realizada análise histológica dos animais para verificação do desenvolvimento gonadal de machos e fêmeas. Apesar de ter sido feita amostragem aleatória, houve predominância de indivíduos machos, para ambas espécies. Para acará, foram 25 machos e 4 fêmeas. Para zebrafish, 20 machos e 7 fêmeas. Não foi possível distinguir o sexo de 4 animais (1 acará e 3 zebrafish). Devido ao número reduzido de fêmeas, à distribuição desuniforme das mesmas entre tratamentos e prezando pela confiabilidade dos resultados, somente o desenvolvimento gonadal de machos foi analisado, por ser representativo.

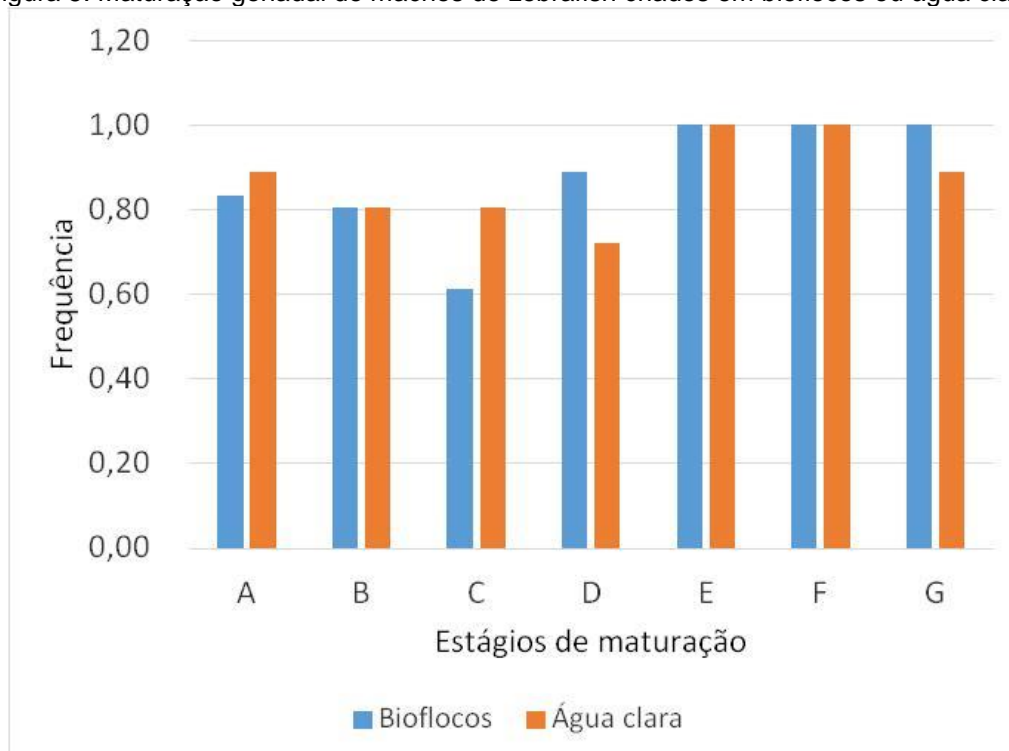
Esta predominância de machos pode estar relacionada com o período de diferenciação sexual, onde os animais passam por alguma perturbação e esse efeito é provavelmente mediado por um aumento no cortisol através da resposta ao estresse, com predominância de animais machos. Segundo Ribas (2017), que testou diferentes densidades de estocagem (9, 19, 37, 74 peixes por litro) por 3 meses (6-90 dias pós fertilização) e os efeitos do cortisol durante o período de diferenciação sexual para o zebrafish criado em baixa densidade, concluiu que quanto maior a densidade no início da criação, mais elevado é o número de machos.

A criação de zebrafish e acará do congo em bioflocos ou água clara não causou diferença na maturação gonadal de machos, para nenhum dos estágios de desenvolvimento identificados.

Zebrafish e acará tinham, ao final do experimento, 86 e 116 dias de vida, respectivamente. O zebrafish, em condições de laboratório, atinge maturação sexual com 3 a 6 meses pós-fertilização. Além da idade, também considera-se o comprimento dos animais, que normalmente chegam à maturidade com 23 mm. O tempo para chegar à maturidade varia muito de acordo com as condições ambientais, como temperatura, quantidade e qualidade de alimento e densidade de estocagem (DAMMSKI, 2018).

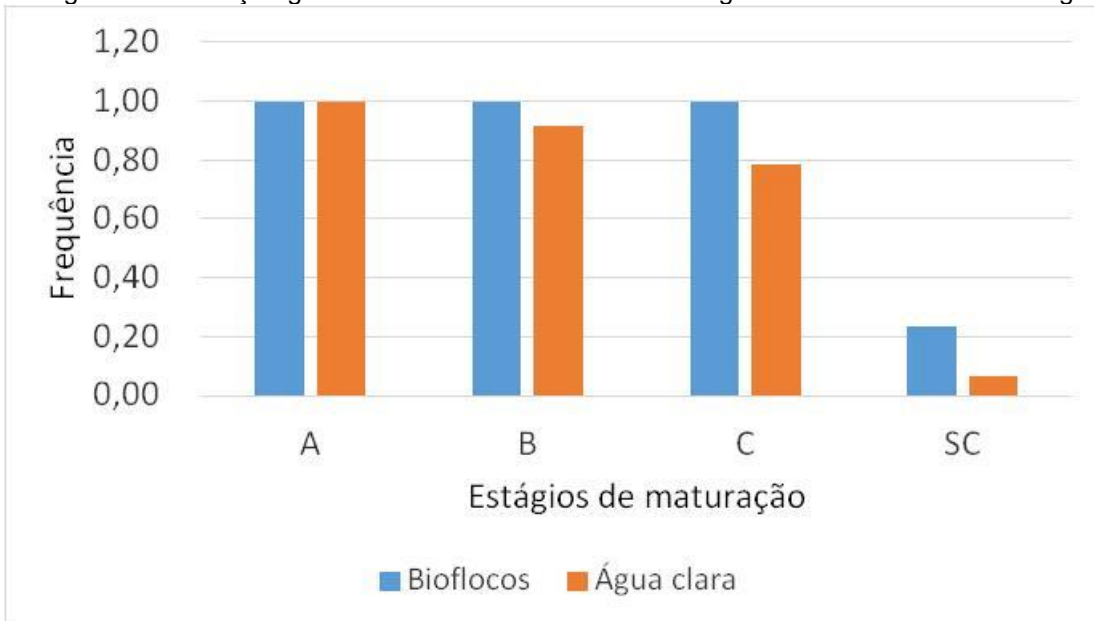
Avaliando as células germinativas, observou-se desenvolvimento avançado do zebrafish, que apresentou células com maior desenvolvimento, chegando até a presença de espermátide (Figura 5), fase imediatamente anterior à formação do espermatozoide. Tal fato comprova que os animais estavam em conforto ambiental, independentemente dos sistemas de produção testados, pois os animais chegaram até o estágio de maduro no seu desenvolvimento. Além disso, o Zebrafish é uma espécie gregária, que tem comportamento reprodutivo estimulado com a presença de outros indivíduos da mesma espécie, podendo ser prejudicado em caso de isolamento (FORSATKAR, 2017). Assim, as condições do trabalho foram favoráveis ao desenvolvimento da espécie.

Figura 5: Maturação gonadal de machos de zebrafish criados em bioflocos ou água clara.



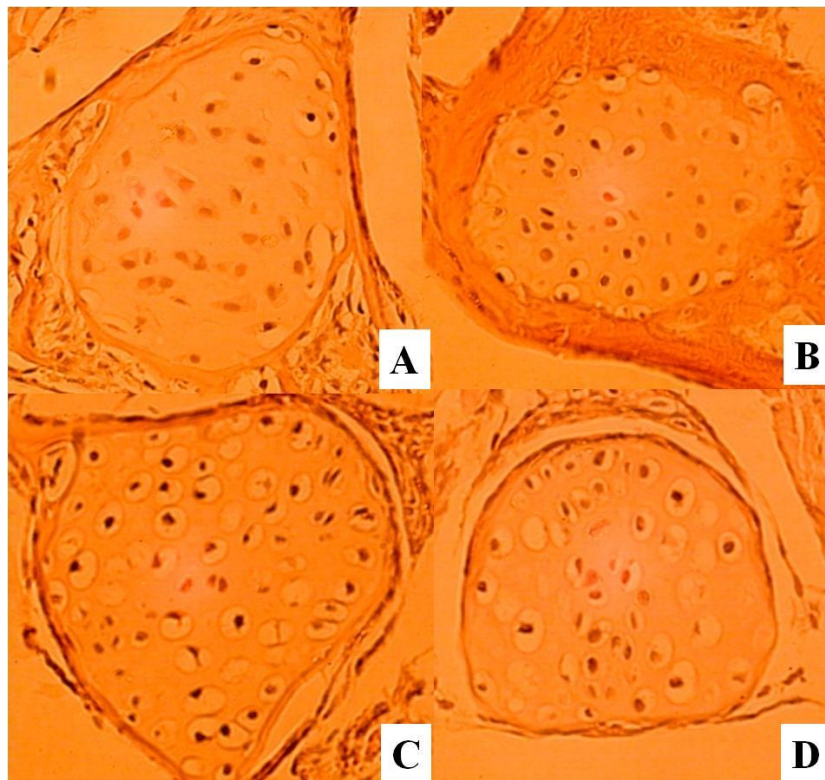
Estágios de maturação: A) Células de Sertoli; B) Células de Leydig; C) Espermatogônia a; D) Espermatogônia b; E) Espermatócito em paquíteno; F) Espermatócito diplóteno; G) Espermátide.

Figura 6: Maturação gonadal de machos de acará do congo criados em bioflocos ou água clara.



Estágios de maturação: A) Células de Sertoli; B) Células de Leydig; C) Espermatogônia; SC) Espermátocito.

Figura 7: corte histológico de testículos de zebrafish e acará do congo nos estágios mais avançados de desenvolvimento. A) Acará em água clara; B) Acará em bioflocos; C) Zebrafish em água clara; D) Zebrafish em bioflocos.



Fonte: Próprio autor.

O acará do congo em condições normais pode estar apto à reprodução a partir das 12 semanas de idade (PINTO-PAIVA; HILTON-NEPOMUCENO, 1989). Diferentemente do ocorrido com zebrafish, mesmo com 16 semanas de idade, os machos apresentaram baixo desenvolvimento nas células germinativas, chegando até a ocorrência de espermatócitos, considerado em maturação, indicando atraso em relação ao que é comumente observado para a espécie. Um dos motivos para essa resposta pode ser relacionado ao comportamento reprodutivo da espécie, que é monogâmica. Em ambiente com vários indivíduos, acentua-se o comportamento de sobrevivência e dinâmica de cardume. Além disso, não havia local propício para estímulo à desova, como tocas, fendas, rochas ou canos, o que pode ter ocasionado o atraso na maturação gonadal. A manutenção de ciclídeos em ambiente confinado com quebra da estrutura social característica desse grupo de animais pode ter efeito negativo sobre a maturidade sexual (RAMALLO et al., 2014; ALONSO, 2014). Vale destacar que, embora não tenha atingido a maturidade sexual, o acará do congo teve crescimento semelhante ou superior a outros trabalhos com animais de idade semelhante, que obtiveram taxa crescimento específico de 1 a 2% (Mohammadi et al., 2015), 1,3 a 1,79% (Yeganeh et al., 2017) e 0,9 a 1,2% (SOTOUDEH & YEGANEH, 2016). As respostas obtidas com acará sugerem que se o objetivo for a obtenção de reprodutores precoces, há necessidade de manejo diferenciado com relação à densidade de estocagem e enriquecimento ambiental.

Cunha (2016) avaliou ciclos de restrição alimentar e realimentação Guppys (*Poecilia reticulata*) em sistema de bioflocos. Foram três tratamentos: sistema de água clara (controle) com alimentação diária (SAC), sistema enriquecido com bioflocos com alimentação durante cinco dias seguidos de dois dias de restrição de alimento (BFTR) e sistema enriquecido com bioflocos com alimentação diária (BFT). De acordo com o autor, os animais mantidos em BFT com e sem restrição alimentar atingiram o período reprodutivo na metade do tempo necessário para os animais produzidos em sistema de água clara, demonstrando inclusive melhor desempenho em crescimento (CT, CP, Peso, CAA e TCE).

Para a maturação gonadal, a alimentação é de grande importância. O conhecimento dos níveis adequados de nutrientes para as diferentes espécies leva a maiores ganhos em crescimento e desempenho reprodutivo. Contudo, em aquicultura (especialmente aquicultura ornamental), há grande número de espécies utilizadas. A obtenção de pacotes nutricionais para cada uma das espécies pode ser

lenta e onerosa. Uma forma utilizada pelos produtores de garantir melhores índices reprodutivos para espécies menos conhecidas, é a diversificação de alimentos para que o animal consiga suprir eventual desbalanço de nutrientes que possa ser encontrado na ração. O sistema de bioflocos permite a complementação alimentar e pode ser alternativa para a criação de várias espécies de maneira intensiva em local pequeno, servindo como complemento que garantirá bom crescimento para a maioria das espécies e precocidade reprodutiva para outras, desde que manejadas corretamente (WOUTERS et al., 2002).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de criação em bioflocos se mostrou superior ao sistema com água clara, principalmente para crescimento, que foi expressivamente superior nas duas espécies trabalhadas. Os resultados acompanham o que vem sendo observado no mundo em relação ao uso desse sistema, que aceita e melhora o rendimento de espécies com diferentes comportamentos e hábitos alimentares.

A manutenção, com estabilidade, dos parâmetros de qualidade da água em níveis de conforto, fornece aos animais ambiente favorável à expressão de seu máximo potencial de cultivo, unindo alta produtividade ao conceito de bem-estar animal.

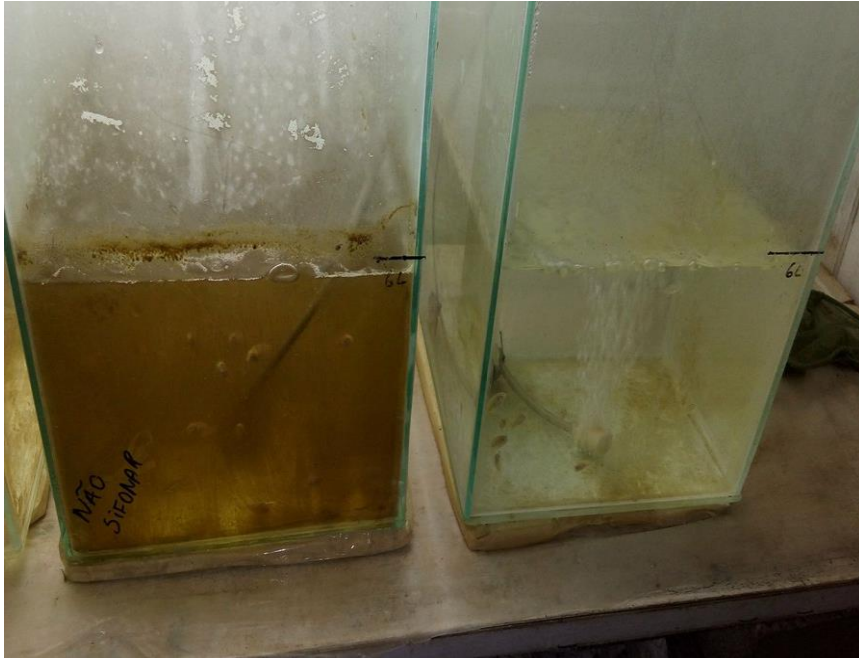
Além da qualidade do ambiente para os animais, o presente trabalho demonstrou a superioridade da tecnologia de bioflocos no que diz respeito ao uso de recursos hídricos, que foi no mínimo 12,6 vezes menor que o sistema com água clara. O uso desse sistema para a criação de organismos ornamentais é alternativa viável principalmente para os casos de criação em ambiente urbano ou com pouca disponibilidade e/ou qualidade de água.

O sistema de bioflocos permite acelerar a maturação sexual para machos de zebrafish, sendo verificado estágio de maturação, mesmo para animais mais jovens e menores que os indicados na literatura. A maturação gonadal de machos de acará do congo não foi afetada pelos sistemas testados, embora o crescimento tenha sido maior em sistema de bioflocos.

A tecnologia de bioflocos pode ser utilizada com sucesso para a criação de zebrafish e acará do congo, com qualidade da água superior, menor consumo de água, maior crescimento e melhor condicionamento à reprodução.

6 ANEXOS

Anexo 1 – Unidades experimentais com bioflocos e água limpa.



Fonte: Próprio autor

Anexo 2 – Unidades experimentais



Fonte: Próprio autor

Anexo 3 – Tabela dos níveis de garantia da ração comercial floclada Alcon Basic

Níveis de garantia	
Umidade (%)	10
Proteína Bruta (%)	45
Extrato etéreo (%)	5
Matéria Fibrosa (%)	5
Matéria Mineral (%)	15
Cálcio (% máximo)	5
Cálcio (% mínimo)	2
Fósforo (%)	0,7
Monanligossacarídeo (%)	0,02
Protease (u/kg)	350
Amilase (u/kg)	15
Celulose (u/kg)	20

7 REFERENCIAS

ADAD, J.M.T. **Controle Químico de Qualidade**. Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1982.

ALONSO, Felipe et al. Fisiologia social e reprodutiva e comportamento do peixe ciclídeo neotropical *Cichlasoma dimerus* em condições de laboratório. **Neotropical Ichthyology**. Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 559-570, 2011. Disponível em :<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-62252011000300009&lng=en&nrm=iso>. acesso em 12 de julho de 2018. Epub 22 de julho de 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252011005000025>.

AMORIM, T. B. **Viabilidade de exploração na utilização de bioflocos na produção de *Platys (Xiphophorus maculatus)***. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Zootecnia) – Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, 2016.

ARANA, L. V. **Qualidade da água em aquicultura: Princípios e Práticas**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, p. 238, 2010.

AVDESH, A. et al., Regular Care and Maintenance of a Zebrafish (*Danio rerio*) Laboratory: An Introduction. **Journal of Visualized Experiments**. 2012.

AVILÉS-LÓPEZ, J. A. et al. Comparison of weight gain of *Astronotus ocellatus* and *Danio rerio* cultured directly in Biofloc system and live food diet enriched with heterotrophic bacteria. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v.5, n. 5, p.372-377, 2017.

AVNIMELECH, Y. **Biofloc Technology: a practical guide book**. 3ªed. United States: The World Aquaculture Society, 2009.

AVNIMELECH, Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**, v. 176, n. 3, p. 227-235, 1999.

AVNIMELECH Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio flocs technology ponds. **Aquaculture**. v 264, p. 140-147, 2007.

AVNIMELECH, Y. Tilapia Production Using BioFloc Technology (BFT). In: LIPING, L.; FITSIMMONS, K. (Eds.). **Better science, better fish, better life. Proceedings of the Ninth International Symposium on Tilapia in Aquaculture**. China, AquaFish

CRSP, p. 359-366, 2011. Disponível em: <<https://cals.arizona.edu/azaqua/ista/ISTA9/PDF's/ISTA9%20EntireProceedingsText.pdf>> Acesso em: 3 de julho de 2018

AZIM, M. E.; LITTLE D. C. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**. v. 283, p. 29–35, 2008

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Ed. Da UFSM, p. 352, 2013.

BARBAZUK, W. B. et al.,. The syntenic relationship of the zebrafish and human genomes. **Genome Research**. v. 10 p. 1351-1358, 2000.

BOYD, C. E. Comments on the Development of Techniques for Management of Environmental Quality in Aquaculture. **Aquaculture Engineering**, v. 5, p. 135-146, 1986.

BOYD, C.E. et al., **Water quality and pond soil analysis for aquaculture**. Alabama, USA: Alabama Agricultural Experiment Station, 183p, 1992. Disponível em: <http://www.ag.auburn.edu/fish/documents/International_Pubs/R&D%20Series/43%20-%20Water%20Quality%20for%20Pond%20Aquaculture.pdf> Acesso em: 24 de junho de 2018.

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

CARDONA, E, et al. Biofloc contribution to antioxidant defence status, lipid nutrition and reproductive performance of broodstock of the shrimp *Litopenaeus stylirostris*: Consequences for the quality of eggs and larvae. **Aquaculture**, v. 452, p. 252-262, 2016.

CARDOSO, M.S. **Diferentes meios de cultivo na produção de Platy (*Xiphophorus maculatus*)**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Aquicultura) – Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, 2016.

COUTINHO, H. L. et al. **Comparação do desempenho produtivo de Tilápia-do-Nilo em sistema bioflocos e com filtro biológico**. 11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica. Campinas - São Paulo, 2017.

CUNHA, L. **Produção de guppys (*Poecilia reticulata*) em sistemas de cultivo com bioflocos.** 2016. 85 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, 2016.

DAMMSKI, A. P. et al. **Zebrafish Manual de Criação em Biotério.** 1ª Ed. Curitiba: UFPR, 2011. Disponível em: <<https://gia.org.br/portal/wp-content/uploads/2013/06/ZEBRAFISH.pdf>> Acesso: em 28 de junho de 2018.

DE SCHRYVER, P. R. et al., The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture. **Aquaculture**, p.125–137, 2008

EBELING, J. M.; TIMMONS, M. B.; BISOGNI, J. J. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. **Aquaculture**, v. 257, p. 346-358, 2006.

EKASARI, J.; RIVANDI, D. R.; FIRDAUSI, A. P.; SURAWIDJAJA, E. H.; ZAIRIN, M.; BOSSIER, P.; DE SCHRYVER, P. Biofloc technology positively affects Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae performance. **Aquaculture**, v. 441, p. 72-77, 2015.

EMERENCIANO, M.; GAXIOLA G.; CUZON G. **Biofloc Technology (BFT): a review for aquaculture application and animal food industry.** 2013. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/biomass-now-cultivation-and-utilization/biofloctechonology-bft-a-review-for-aquaculture-application-and-animal-food-industry>> Acesso em: 15 de maio 2018.

EMERENCIANO, M. G. C. et al., **Avaliação do crescimento de alevinos de tilápias em sistemas de bioflocos.** Seminário de Iniciação Científica - Universidade do Estado de Santa Catarina. 2015 Disponível em: <http://www1.udesc.br/arquivos/id_submenu/2261/5.pdf> Acesso: 5 de julho de 2018.

FÁBIO, A. C. **Produção de peixes ornamentais em cidades responde por 20% do mercado.** São Paulo, 2014. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/agronegocio/noticias/redacao/2014/02/24/producao-de-peixes-ornamentais-em-cidades-responde-por-20-do-mercado.htm?cmpid=copiaecola>> , Acesso em: 10 de julho de 2018.

FORSATKAR, M. N. et al., **Effects of social isolation on growth, stress response, and immunity of zebrafish.** Springer-Verlag GmbH Germany and ISPA. 2017

Gerhard GS, et al. Life spans and senescent phenotypes of zebrafish (*Danio rerio*). **Experimental Gerontology**. v.37, p.1055–1068, 2002.

HARI, B. et al., Effects of carbohydrate addition on production in intensive shrimp culture systems. **Aquaculture**, v. 241, n. 1/4, p. 187-194, 2004.

HILL, A. J., et al. Zebrafish as a model vertebrate for investigating chemical toxicity. **Toxicological Science**. v. 6, p. 6-19, 2005.

HOWE, K. et al. The zebrafish reference genome sequence and its relationship to the human genome. **Nature**, n. 496, p. 498-503, 25 abr. 2013. Disponível em: . Acesso em: 25 março de 2018.

JUNIOR, J. L. S. B. **Inclusão de Própolis na Dieta de Acará do Congo, *Archocentrus nigrofasciatus*(GÜNTHER, 1867)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Aquicultura) – Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, 2017.

KISHI, S. et al. The zebrafish as a vertebrate model of functional aging and very gradual senescence. **Experimental Gerontology**. v.38, n.7, p.777–786, 2003.

KRUMMENAUER, D. et al. Demanda faz crescer o interesse por criação de camarões em estufas, **Visão Agrícola**, São Paulo, 2012, n. 1, p 24-27, 2012.

KUBITZA, F. Criação de tilapia em sistema de bioflocos sem renovação de água. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro. v. 21, n. 125, p 14-23, maio/junho, 2011.

KUBITZA, F. Sistemas de Recirculação: sistemas fechados com tratamento e reuso da água. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 95, p. 15-22, 2006.

KUBITZA, F. Qualidade da Água na Produção de Peixes - Parte II (Final). **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro. v. 8, n. 47, p 35-43, maio/junho, 1998.

LAWRENCE, C. The husbandry of zebrafish (*Danio rerio*): A review. **Aquaculture**. V. 269, p. 1–20, 2007.

LEE, S. M.; HWANG, U. G.; CHO, S. H. Efeitos da frequência de alimentação e teor de umidade da dieta sobre o crescimento, composição corporal e evacuação gástrica do bodião juvenil coreano (*Sebastes shlegelii*). **Aquicultura**, v. 187, n. 3, 2000.

LIMA, E. C. R. et al., Cultivo da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em sistema de bioflocos com diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. Salvador, v.16, n.4, p.948-957, 2015.

LOPES, D. L. D. A. et al. Determinação da densidade de estocagem ótima do camarão rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* produzindo em tecnologia de bioflocos durante a fase de berçário. **Atlântica**, v. 34, n. 2, p. 113-120, 2012.

MAACK G, SEGNER H. Morphological development of the gonads in zebrafish. **Journal of Fish Biology**. v. 62, p. 895-906, 2003.

MADRID, R. M. “Análise das exportações da carcinicultura brasileira de 1999 a 2003: cinco anos de sucesso e, 2004, o início de uma nova fase. que fazer?” **Associação brasileira de criadores de camarão**. Ano 7. No 1. 2005.

MARTINS, G. B. **Controle de pH e dureza total em sistema de bioflocos, avaliando a qualidade da água e o desempenho de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (L.)**. 2016. p. 106. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2016.

MENKE, A. L. et al., Normal Anatomy and Histology of Adult Zebrafish. Sage journals. **Toxicologic Pathology**. vol. 39, ed. 5, p. 759 - 775, 2011.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Brasil muda legislação para voltar a ser líder em peixes ornamentais**. 2014. Disponível em: <<http://www.grupoaguasclaras.com.br/brasil-muda-legislacao-para-voltar-ser-lider-em-peixes-ornamentais>>. Acesso em: 22 abril. 2018.

MOHAMMDI, F. et al. “Efeitos de *Saccharomyces Cerevisiae* na taxa de sobrevivência e no desempenho de crescimento de *ciclídeos convictos* (*Amatitlania nigrofasciata*).” **Jornal Iraniano de Pesquisa Veterinária**. p. 59-62, 2015.

MUTTI, D. W. et al., Inland production of *Litopenaeus vannamei* in a zero exchange system in southern Brazil. **Nashville Aquaculture**, 2013.

NELSON JS. **Fishes of the world**. Wiley, New York, v. 3, p. 245, 1994.

OKUZAWA K. Puberty in teleosts. **Fish Physiology and Biochemistry**, v.26, p.31-41, 2002.

PARICHY DM, et. al. Normal table of postembryonic zebrafish development: staging by externally visible anatomy of the living fish. **Developmental Dynamics**. V. 238, p. 2975-3015, 2009.

PEREIRA, L. P. F; MERCANTE, C. T. J. A Amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade de água. **Boletim do Instituto da Pesca**, São Paulo, v. 31, p. 81 - 88, 2005

PERSON-LE, R. J. et al., Chronic ammonia toxicity in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). **Aquaculture**. p. 155-171, 1997.

PINTO-PAIVA, M.; HILTON-NEPOMUCENKO, F. On the reproduction in captivity of the oscar, *Astronotus ocellatus* (Cuvier) according to the mating methods (Pisces-Cichlidae). **Amazoniana**, v. 10, n. 4, p. 361-377, 1989.

QUEIROZ, F. A. **Estudos sobre os comportamentos reprodutivos e cuidados parentais em ciclídeos neotropicais**. 2013. 45 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2013.

QUAGIO-GRASSIOTTO et al., Gametogênese de peixes: aspectos relevantes para o manejo reprodutivo. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. v.37, n.2, p.181-191, 2013.

RIBAS, L. et al., Densidade de criação adequada em peixes-zebra domesticados para evitar a masculinização: ligações com a resposta ao estresse. **Journal of Experimental Biology**. p. 1056-1064, 2017.

SAMOCHA T.M.. Heterotrophic intensification of pond shrimp production. In: **Fifth International Conference on Recirculating Aquaculture**. Roanoke. p.40-48, 2004.

SEBRAE. **Mercado de peixes ornamentais US\$10,5 mil por ano**. 2014. Disponível em: <http://economia.terra.com.br/vida-de-empresario/mercado-de-peixes-ornamentais-movimenta-us-105-mi-por-ano,39fe4e8cdd61a410VgnVCM4000009bcceb0aRCRD.html>> Acesso em: 22 de abril 2018.

SERAFINI, R. L. **Utilizaçãodo sistema de bioflocos na larvicultura de Tilápia-do-nylo**. Jaboticabal, 2015. Tese (doutorado), Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura. 92 p.

SERFLING, S. A. Microbial flocs: Natural treatment method supports freshwater, marine species in recirculating systems. **Global Aquaculture Advocate**, June, p. 34–36, 2006.

SHACKLETON, M. A.; JENNIONS, M. D.; HUNT, J. Fighting success and attractiveness as predictors of male mating success in the black field cricket, *Teleogryllus commodus*: the effectiveness of no-choice tests. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, New York, v. 58, n. 1, p. 1-8, May 2005.

SOTOUDEH, A.; YEGANEH, S. Effects of supplementary fennel (*Foeniculum vulgare*) essential oil in diet on growth and reproductive performance of the ornamental fish, Convict cichlid (*Cichlasoma nigrofasciatum*). **Aquaculture Research**, p. 1-8, 2016.

SPENCE. R, Gerlach G, Lawrence C, Smith C. The behaviour and ecology of the zebrafish, *Danio rerio*. **Biological Reviews**. v. 83, p. 13-34, 2008.

SOUSA, V. **Sistemas de cultivos em meios heterotróficos (Bioflocos)**. Empreendendo Aquicultura. 2016. Disponível em:<<http://empreendendoaquicultura.blogspot.com/2016/02/sistemas-de-cultivo-em-meios.html>> Acesso em: 29 de junho de 2018.

STRICKLAND, J.D.H., PARSONS, T.R. **A practical handbook of seawater analysis**. Ottawa, Fishery Research Board Canada. p. 310, 1972.

TIAGO, A. G. H.; FOSTER I. F. Aquafeeds and the environment: policy implications. **Aquaculture**. n. 226, p. 181-189, 2003.

TOMASSO, J. R. Toxicity of nitrogenous wastes to aquaculture animals. **Reviews in Fisheries Science** v. 2, p. 291-314, 1994.

TOMASSO, J. R.; GROSELL, M. Physiological basis for large differences in resistance to nitrite among freshwater and freshwater-acclimated euryhaline fishes. **Environmental Science & Technology**, v. 39, p. 98-102, 2005.

URBINATI, E. C.; CARNEIRO, P. C. F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva.

Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática (Aquabio). Jaboticabal, p. 171-193, 2004.

VIDAL JUNIOR, M. V. **Produção de peixes ornamentais**. Viçosa, MG: CPT, 2007.

VIDAL, L. V. O. et al., Eugenol as anaesthetic for matrinxã juveniles (“*Brycon cephalus*”). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.8, n.4, p. 335-342, 2007.

VERDOUW, H.; VAN ECHELD, C.J.A.; DEKKERS, E.M.J. Ammonia determination based on indophenol formation with sodium salicylate. **Water Research**, v.12, p.399-402, 1978.

WASIELESKY, W. et al., Cultivos em meios com flocos microbianos: um novo caminho a ser percorrido. **Revista Panorama da Aqüicultura**, v. 16, n. 96, p. 14-23, 2006.

WOUTERS R., et al., Experimental broodstock diets as partial fresh food substitutes in white shrimp *Litopenaeus vannamei* B. **Aquaculture Nutrition**. v. 8, p. 249–256, 2002.

ZELAYA, O.; BOYD et al. Effects of Water Recirculation on Water Quality and Bottom Soil in Aquaculture Ponds. In: **EIGHTEENTH ANNUAL TECHNICAL REPORT, POND DYNAMICS/AQUACULTURE CRSP**. Oregon, 2001.

ZURLO, G.; SCHLESER, D. M. **Cichlids**: Everything about Purchase, Care, Nutrition, Behavior, and Training. p. 95, 2002.