

Caracterização da produção de Tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* em diferentes sistemas de cultivo no Sul de Santa Catarina

*Production of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* in different culture systems in the South of Santa Catarina, Brazil*

Luiz Rodrigo Mota Vicente¹, Adolfo Jatobá², Laura Rafaela da Silva³

RESUMO: Esta pesquisa avaliou parâmetros físico-químicos da água, prevalência de ectoparasitos, caracterização hematológica e desempenho zootécnico de tilápia-do-nylo (*O. niloticus*) cultivada em três diferentes sistemas de produção na região Sul de Santa Catarina. Foram utilizadas 149.360 tilápias, distribuídas em nove viveiros escavados, em uma área de 46.710 m². Os sistemas de cultivo avaliados foram: Sistema 1: integrado com suinocultura (utilizando dejetos totais); Sistema 2: integrado com suinocultura (utilizando dejetos sólidos); e Sistema 3: extensivo. As densidades médias iniciais dos cultivos foram de 3,05 ± 0,11; 3,59 ± 0,47; e 1,09 ± 0,54 peixes m⁻² nos sistemas 1, 2 e 3, respectivamente. Dentre os parâmetros de qualidade de água analisados, os compostos nitrogenados (amônia total, N-nitrito, N-nitrato) foram significativamente menores no sistema extensivo (p < 0,05). Os teores de oxigênio dissolvido não diferiram significativamente (p > 0,05) entre os três sistemas de cultivo. A prevalência de tricodínídeos foi significativamente menor (p < 0,05) nas brânquias de peixes do sistema extensivo e maior no muco do sistema com dejetos totais. A prevalência de monogêneas foi mais elevada (p < 0,05) nas brânquias dos peixes no sistema com uso de dejetos totais. Dentre os parâmetros hematológicos, os neutrófilos apresentaram-se em maior número (p < 0,05) no sistema extensivo, enquanto os trombócitos, linfócitos e monócitos foram menores no sistema com dejetos totais (p < 0,05). O peso final, produtividade média e a taxa de sobrevivência foram menores no sistema extensivo (p < 0,05). Considerando os parâmetros de qualidade de água, o perfil hematológico, a prevalência de parasitos e os índices de produção, o sistema semi-intensivo com uso de dejetos sólidos foi o mais equilibrado dentre os estudados, com resultados satisfatórios para o produtor e o meio ambiente.

Palavras-chave: Caracterização hematológica. Dejetos suínos. Monogêneas. Piscicultura. Tricodínídeos.

ABSTRACT: Assay evaluated physical and chemical parameters of water, prevalence of ectoparasites, hematological characterization and zootechnical performance of the Nile tilapia (*O. niloticus*) cultivated in three different production systems in southern Santa Catarina, Brazil. Further, 149,360 tilapias, distributed in nine earthen fish ponds with an area of 46,710 m². Evaluated culture systems were: System 1: integrated with pig culture (using total wastes); System 2: integrated with pig culture (using solid wastes) and System 3: extensive. Initial mean densities were 3.05 ± 0.11; 3.59 ± 0.47 and 1.09 ± 0.54 fish/m² in systems 1, 2 and 3, respectively. Parameters of water quality comprised nitrogen compounds (total ammonia, N-nitrite, N-nitrate) which were significantly lower in the extensive system (p < 0.05). Dissolved oxygen rates did not differ significantly (p > 0.05) among the three systems. Predominance of trichodinids was significantly lower (p < 0.05) in fish gills within the extensive system and higher in the mucus within the total wastes system. The prevalence of monogeneans was higher (p < 0.05) in fish gills within the total waste system. Neutrophils within the hematological parameters were higher (p < 0.05) within the extensive system, whilst thrombocytes, lymphocytes and monocytes were lower within the total waste system (p < 0.05). Final weight, mean productivity and survival rate were lower within the extensive system (p < 0.05). When water quality, the hematological profile, prevalence of parasites and production indexes are taken into account, the semi-intensive system with solid wastes was the most balanced, with satisfactory results for the producer and the environment.

Keywords: Fish farms. Hematological characterization. Pig wastes. Monogeneans. Trichodinids.

Autor correspondente:

Luiz Rodrigo Mota Vicente: luizmota.vicente@gmail.com

Recebido em: 19/11/2019

Aceito em: 22/04/2020

INTRODUÇÃO

Em 2019 foram produzidas no país 758.006 toneladas de peixe (PEIXE BR, 2020). Destaque para as tilápias, com participação de 432.149 toneladas, representando 54,1% do volume total, crescimento de 7,96% em relação a 2018 (PEIXE BR, 2020).

¹ Médico Veterinário. Coordenador de Aquicultura e Pesca no sul catarinense (EPAGRI - Gerência Regional de Tubarão), Tubarão (SC), Brasil.

² Docente permanente do Programa de Pós-graduação em Produção e Sanidade Animal do Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari, Laboratório de Aquicultura, Araquari (SC), Brasil.

³ Graduanda em medicina veterinária do Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari, Laboratório de Aquicultura, Araquari (SC), Brasil.

Entre os maiores produtores de peixes brasileiros, Santa Catarina ocupa a quarta posição com 50.200 toneladas, sendo o terceiro em produção de tilápias (38.559 toneladas), superado apenas pelos Estados do Paraná e São Paulo (PEIXE BR, 2020).

No Estado de Santa Catarina, a produção cresce constantemente, sendo as tilápias responsáveis por 71,21% do volume total produzido (EPAGRI/CEDAP, 2016). Entre os anos de 2005 a 2015, a piscicultura catarinense cresceu em média 8,3% ao ano. Esse crescimento se deve principalmente ao aumento do número de produtores comerciais e do incremento de produtividade média dos viveiros de cultivo (SILVA *et al.*, 2017).

De acordo com o último levantamento realizado pela Epagri/Cedap (2016), em 2015 a região Sul de Santa Catarina se tornou a maior produtora de peixes de águas continentais do Estado. Apesar de toda a produção, ainda não há conhecimento técnico-científico sobre o melhor e o mais adequado sistema de cultivo a ser recomendado às propriedades da região, utilizando-se uma diversidade de modelos e estratégias de cultivo de acordo com as propriedades, relevo, interferência técnica, etnias, entre outros fatores.

Entre os sistemas de cultivo utilizados no Sul do Estado de Santa Catarina, destacam-se os semi-intensivo, integrado com suinocultura, utilizando-se os dejetos integrais ou dejetos sólidos de suínos e extensivo.

No sistema semi-intensivo os peixes são alimentados com ração comercial ao longo de todo o ciclo de cultivo. No sistema integrado com suinocultura, utilizam-se os dejetos integrais ou os dejetos sólidos de suínos, na proporção de 5 a 10% da biomassa de peixes; diariamente, com o objetivo de fertilizar a água dos viveiros para produção primária (microalgas) e aproveitamento de sobras de ração não consumida pelos suínos, que servem de alimento para os peixes. Já no sistema extensivo são fornecidos alimentos produzidos na propriedade, como gramíneas, folhosas, tuberosas e sobras alimentares. Neste sistema não há fornecimento de ração comercial ao longo do ciclo de cultivo.

A falta de informações técnicas sobre os aspectos sanitários (fungos, bactérias, vírus e parasitos), ambientais (qualidade da água) e de produção, pode, em muitos casos, tornar as áreas de cultivo subutilizadas à atividade (TAVARES-DIAS, 2009). A caracterização hematológica dos peixes reflete as alterações físicas, químicas e biológicas no organismo (ADEYEMO *et al.*, 2009), podendo ser utilizada como indicador de possíveis infestações parasitárias, infecções (TAVARES-DIAS; MARTINS; KRONKA, 1999), ou estresse ambiental decorrente das condições de manejo e qualidade da água dos cultivos (JERÔNIMO *et al.*, 2011).

O conhecimento das características ambientais, hematológicas e parasitárias nos diferentes sistemas estudados na região Sul de Santa Catarina permite indicar aos produtores o melhor sistema de cultivo e de manejo a ser adotado, levando-se em consideração o equilíbrio entre os aspectos ambientais e sanitários, com intuito de melhorar os resultados produtivos.

Sendo assim, a pesquisa teve objetivo de comparar características ambientais, parasitárias, hematológicas e produtivas de três sistemas de cultivo de tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), adotados no Sul de Santa Catarina.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido em cultivos de peixes de nove viveiros escavados, distribuídos em cinco propriedades rurais no Sul do Estado de Santa Catarina, nos municípios de Armazém (01 viveiro), Braço do Norte (03 viveiros), Grão Pará (01 viveiro) e Rio Fortuna (04 viveiros). As análises laboratoriais foram realizadas no LADA/Epagri (Laboratório de Diagnóstico para Aquicultura/Epagri), município de Tubarão, e no Laboratório de Aquicultura do Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari (IFCA), em Araquari.

O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (protocolo número 195/2017 CEUA/IFC-Araquari).

2.2 SISTEMAS DE CULTIVO

Sistema 01: Semi-intensivo, com uso de dejetos totais;

Sistema 02: Semi-intensivo, com uso de dejetos sólidos;

Sistema 03: Sistema extensivo, com uso de sobras alimentares e alimentos agrícolas.

Os dejetos de suínos aportados nos viveiros dos sistemas 1 e 2 foram provenientes de unidades de recria (creche).

2.2.1 Caracterização dos Sistemas de Cultivo

Os sistemas de cultivo diferiram quanto ao manejo alimentar. No sistema 01 foram adicionados dejetos integrais de suínos, na proporção média de 5 a 10% da biomassa de peixe, diariamente. No sistema 02, foram adicionados dejetos sólidos de suínos, na proporção de 5 a 10% de sobre biomassa dos peixes, diariamente; enquanto no sistema 03 foram utilizados apenas alimentos agrícolas produzidos na propriedade (gramíneas forrageiras, tuberosas (batata-doce) e sobras alimentares, de acordo com a disponibilidade), na proporção de 5% da biomassa, diariamente.

No sistema 01, os dejetos totais de suínos foram canalizados da suinocultura até os viveiros (cano de polietileno, espessura de 100 mm de diâmetro), sendo distribuídos na superfície da água da região oposta à caixa de despesca.

No sistema 02, os dejetos suínos foram transferidos da suinocultura com uso de rodos, percorrendo até uma calha lateral à criação, sendo direcionados até uma peneira instalada na extremidade final da calha. Após a drenagem dos dejetos, os mesmos foram recolhidos com auxílio de “carrinho de mão” e aportados aos viveiros de cultivo de peixes.

Os dejetos (totais e sólidos), alimentos agrícolas e sobras alimentares aportadas aos sistemas tiveram como objetivo de serem aproveitados diretamente como fonte de alimento pelos peixes e fertilização da água para a produção de fonte primária de alimento e produção de oxigênio dissolvido.

Nos tratamentos 01 e 02, nos primeiros 30 dias de cultivo e/ou após a paralisação do crescimento médio dos peixes, mensurado pelas biometrias de campo, geralmente entre 200 a 250 g até a despesca, foram ofertados ração comercial, de acordo com a tabela alimentar (SILVA; MARCHIORI, 2018). No sistema 03 (extensivo) não houve fornecimento de ração ao longo do cultivo.

2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizados nove viveiros escavados (três por sistema de cultivo), em formato retangular, com 1,5 m de profundidade média. Os viveiros apresentavam área média de 8.400,0 m², 6.836,6 m² e 333,3 m² nos sistemas 1, 2 e 3, respectivamente, totalizando 46.710 m². As unidades experimentais foram povoadas com densidade média de 3,05 ± 0,11; 3,59 ± 0,47; e 1,09 ± 0,54 peixes m⁻², nos sistemas 1, 2 e 3, respectivamente, totalizando 149.360 tilápias-do-nilo (*O. niloticus*).

Os viveiros de criação de peixes estudados foram escolhidos aleatoriamente nas propriedades, respeitando os modelos de produção (sistemas) já adotados pelos piscicultores na região. Os tamanhos diferiram entre sistemas e propriedades uma vez que já preexistiam. No entanto, as profundidades médias foram uniformes em todas as unidades experimentais.

2.4 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE QUALIDADE DE ÁGUA

A temperatura da água e o oxigênio dissolvido foram mensurados duas vezes ao dia (7h e 17h) através de oxímetro portátil (modelo AT 155 microprocessado, Alfakit, Florianópolis).

A cada 21 dias, com auxílio de garrafas de coleta, foram retiradas amostras de água próximas ao fundo dos viveiros, próximos às caixas de despesca. As amostras foram transferidas para garrafas de polietileno com volume útil de 300 mL, acondicionadas em caixas isotérmicas e transportadas até o LADA/Epagri. No laboratório, as amostras de água foram previamente filtradas com membranas de 14 μm para a realização das análises físico-químicas.

O pH foi determinado através de pHmetro de bancada (modelo AT 350, Alfakit, Florianópolis). A alcalinidade foi analisada com o uso de kits (Alfakit LTDA), através do método titulométrico de neutralização de acordo com metodologia ABNT/NBR 13736. Sulfetos totais, amônia total, N-nitrito, N-nitrato, ortofosfato, ferro total, sílica, fenol e alumínio foram determinados através de método colorimétrico e leitura em fotocolorímetro (modelo AT 100PB Alfakit, Florianópolis), com resolução de 0,01 mg L⁻¹ e 0,01 para absorvância, com precisão relativa de 2%.

2.5 COLETA DE MATERIAL BIOLÓGICO E PROCEDIMENTOS LABORATORIAIS

No final do cultivo, foram capturados 30 espécimes de peixes de cada viveiro, 90 por tratamento (sistema de cultivo), totalizando 270 animais. Após a captura dos peixes, os mesmos foram acondicionados em sacos plásticos, mantidos em caixas isotérmicas e transportados vivos ao LADA/Epagri. No laboratório, os peixes foram transferidos dos sacos plásticos para caixas plásticas (50 L de volume útil) com aeração leve utilizando-se pedras porosas acopladas a sopradores de ar. Em seguida, os peixes foram anestesiados por imersão (Eugenol 50 mg L⁻¹) para coleta de sangue, eutanasiados por concussão da medula espinhal e necropsiados para coleta e acondicionamento de amostras.

2.6 ANÁLISES PARASITOLÓGICAS

Foram realizadas análises parasitológicas de 15 (quinze) animais por viveiro, 45 por tratamento, totalizando 135 animais no total.

Após a eutanásia, foi realizado um raspado do muco externo, ao longo do corpo do animal, no sentido rostro-caudal, especialmente na região interna das nadadeiras peitorais e pélvicas. As metodologias de coleta foram de acordo com as descritas por Jerônimo *et al.* (2012). Em seguida, procedeu-se a coleta de arcos branquiais com as devidas lamelas e condicionadas em frascos com água previamente aquecida a 60 °C, sendo posteriormente transferidas para álcool 70%. Posteriormente realizou-se a raspagem das lamelas branquiais com auxílio de lâmina de bisturi e a contagem de ectoparasitas (tricodinídeos e monogeneas). A prevalência média foi calculada de acordo com Bush *et al.* (1997).

2.7 ANÁLISES HEMATOLÓGICAS

Dos peixes anestesiados foram retirados 0,5 mL de sangue do vaso caudal com agulhas e seringas contendo anticoagulante EDTA (3,0%). Uma alíquota do sangue foi utilizada para a análise do percentual de hematócrito pelo método do microhematócrito (GOLDENFARB *et al.*, 1971). Uma segunda alíquota foi utilizada para a contagem total de eritrócitos em hemocítometro (câmara de Neubauer), com sangue previamente diluído (1:200) em solução formol-citrato através da metodologia de Tavares-Dias e De Moraes (2004). A última alíquota de sangue foi utilizada para confecção de extensões sanguíneas (em duplicatas) e coradas com Giemsa para a contagem total de leucócitos e trombócitos pelo método indireto (JATOBÁ *et al.*, 2011).

2.8 DESEMPENHO PRODUTIVO

Foi avaliado, no final do ciclo de produção, o número de dias de cultivo, o peso médio final dos peixes, ganho de peso diário, fator de conversão alimentar, taxa de sobrevivência e produtividade média dos diferentes sistemas de cultivo.

As equações seguintes foram utilizadas para os cálculos dos parâmetros zootécnicos:

Taxa de sobrevivência (%) = (número final de animais – número inicial) * 100

Fator de conversão alimentar aparente = ração consumida/(biomassa final – biomassa inicial de peixes)

Ganho de peso médio diário (g dia⁻¹) = (peso médio final – peso médio inicial)/dias de cultivo

Produtividade média (kg m⁻³) = biomassa total/volume (m³)

2.9 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram previamente submetidos à análise de Bartlett para verificar a homogeneidade. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância. Quando detectada diferença significativa, foi utilizado o teste Tukey para comparação das médias. Os dados de temperatura e oxigênio dissolvido, dentro do mesmo tratamento, foram avaliados através de teste t. Todos os testes utilizaram um nível de significância de 5% (ZAR, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE QUALIDADE DE ÁGUA

A temperatura e oxigênio dissolvido médio não diferiram entre os sistemas de cultivo (dejetos totais, dejetos sólidos e extensivo), independente do período (manhã ou tarde). Entre os períodos avaliados, a temperatura se manteve constante, com pequeno aumento no período vespertino. A pequena amplitude térmica da água pode ser atribuída à profundidade média elevada dos viveiros, minimizando o impacto da temperatura ambiental (VINATEA, 2010).

O oxigênio dissolvido foi mais elevados ($p < 0,05$) no período da tarde comparado ao período da manhã em todos os sistemas (Tabela 1). A maior concentração do oxigênio dissolvido no período da tarde pode ser justificada pela fotossíntese das microalgas ao longo do dia (VINATEA, 2010), pois as aferições foram realizadas nos finais de tarde (17 horas). No período da manhã, não houve diferença estatística ($p < 0,05$) entre os sistemas de cultivo.

Apesar das tilápias-do-nilo suportarem níveis de oxigênio dissolvido extremamente baixos, os valores observados pela manhã estavam próximos do limite mínimo de 1,2 mg L⁻¹ (Tabela 01), nível crítico para o bom desenvolvimento da espécie, que deve ser acima de 5,0 mg L⁻¹ (MACÊDO *et al.*, 2007). A baixa concentração de oxigênio dissolvido no período da manhã sugere ser o resultado da respiração das microalgas e a demanda bioquímica de oxigênio ocasionada pelo volume de matéria orgânica aportada ao longo do ciclo de cultivo e fezes dos animais de cultivo dos sistemas estudados.

Tabela 1. Média e desvio padrão da temperatura e oxigênio dissolvido da água, em dois períodos, nos diferentes sistemas de cultivo de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*)

Parâmetros	Período	Sistemas		
		Dejetos totais	Dejetos sólidos	Extensivo
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	manhã	2,29 ± 0,69 ^a	3,61 ± 1,80 ^a	2,51 ± 0,80 ^a
	tarde	11,92 ± 1,39 ^b	12,51 ± 1,56 ^b	11,14 ± 1,70 ^b
Temperatura (°C)	manhã	27,16 ± 1,69	26,68 ± 1,80	27,37 ± 1,92
	tarde	28,87 ± 2,99	28,34 ± 2,42	28,60 ± 3,13

Médias e desvio padrão seguidas de letras distintas entre os períodos indicam diferença significativa pelo teste t ($p < 0,05$).

Não houve diferença estatística ($p > 0,05$) nos índices de pH, alcalinidade, sulfeto total e ferro total entre os sistemas ao longo do ciclo de cultivo (Tabela 2).

Em todos os tratamentos, o pH apresentou-se na faixa ideal (6,5 e 9,0) à piscicultura (VINATEA, 2010), assim como a alcalinidade manteve-se acima de 20 mg L^{-1} , nível adequado à produção de peixes (BOYD, 1972). Esses resultados se assemelham aos encontrados em outros sistemas de cultivo no Estado de Santa Catarina (CASACA, 2008; GHIRALDELLI, 2005; PILARSKI; TOMAZELLI; CASACA, 2004).

A baixa variação da alcalinidade pode estar relacionada com as calagens dos viveiros realizadas antes do povoamento, contribuindo para o processo fotossintético, evitando flutuações acentuadas do pH ao longo do dia durante o ciclo de cultivo (BOYD, 1972; VINATEA, 2010).

No sistema extensivo foram registradas menores concentrações ($p < 0,05$) de amônia total, nitrito e nitrato em relação aos demais tratamentos (Tabela 2), isso pode estar relacionado com o menor aporte de matéria orgânica e a baixa densidade de estocagem utilizada neste sistema, resultando em baixa concentração de compostos nitrogenados na água. Os compostos nitrogenados produzidos nos sistemas com uso de dejetos totais e sólidos são oriundos da decomposição da matéria orgânica aportada ao longo do ciclo de cultivo através dos dejetos de suínos, que são utilizados como fertilizantes naturais, favorecendo o desenvolvimento do fitoplâncton.

No sistema com dejetos totais foram registradas maiores concentrações de sílica, fenóis e ortofosfatos; e menores de ferro e alumínio que os demais sistemas de cultivo (Tabela 2). Os fenóis ocorrem naturalmente em ambientes aquáticos pela decomposição de restos de vegetação (CCME, 1999). O maior volume de material fibroso no sistema de dejetos totais; pode ter contribuído para o aumento de fenóis neste sistema.

O ortofosfato revela quantidades expressivas na água de viveiros com uso de dejetos suínos (integral e parte sólida), indicativo do aporte deste material diretamente ao sistema, pelas fezes dos peixes e ração não consumida sendo lixiviada. Todos esses nutrientes servem como fertilizantes, contribuindo para a produção primária e muitas vezes são responsáveis pelo *bloom* de cianobactérias indesejáveis, quando os viveiros são manejados incorretamente.

Tradicionalmente, dejetos de aves domésticas e de suínos, sobras alimentares e resíduos agrícolas são utilizados como fontes de nutrientes como nitrogênio e fósforo, atuando como fertilizantes, favorecendo o crescimento de plâncton (LAU *et al.*, 2003; WONG *et al.*, 2004; WONG *et al.*, 2016), alimento de excelente qualidade para os peixes, especialmente os filtradores, podendo em muitos casos substituir as rações comerciais (BARRERO *et al.*, 2008), respeitando as densidades de estocagens e tempo de cultivo.

Um suíno de oito meses de idade produz em média 950 kg de esterco seco e 1.200 kg de urina (80% a 85% de água). As fezes de suínos têm entre 0,50% e 0,60% de nitrogênio; 0,20% a 0,60% de fósforo e entre 0,35% e 0,60% de potássio, podendo produzir 19,30% de fitoplâncton, 3,20% de zooplâncton e 77,60% de partículas em suspensão (MERINO, 2001).

Independente do sistema de cultivo, o ferro dissolvido não diferiu entre os tratamentos, apesar de estar acima do limite recomendado para o cultivo de peixes (BOYD *et al.*, 2012). A quantidade de ferro encontrada na água; possivelmente seja originária da matriz geológica e possivelmente por dejetos da suinocultura e bovinocultura de leite, uma vez que são as atividades agropecuárias principais das propriedades no entorno dos viveiros avaliados.

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão dos parâmetros de qualidade de água em diferentes sistemas de cultivo de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*)

Parâmetros	Sistema de cultivo		
	Total	Sólido	Extensivo
pH	7,48 ± 0,39 ^a	7,11 ± 0,40 ^a	7,20 ± 0,40 ^a
Alcalinidade (mg L ⁻¹)	27,11 ± 5,58 ^a	29,17 ± 9,32 ^a	28,00 ± 6,10 ^a
Amônia (mg L ⁻¹ NH ₃)	0,64 ± 0,34 ^b	0,58 ± 0,46 ^b	0,20 ± 0,11 ^a
N-Nitrito (mg L ⁻¹ NO ₂)	0,11 ± 0,12 ^b	0,10 ± 0,10 ^b	0,02 ± 0,00 ^a
N-Nitrato (mg L ⁻¹ NO ₃)	0,88 ± 0,87 ^b	1,10 ± 1,06 ^b	0,28 ± 0,12 ^a
Sulfeto total (mg L ⁻¹)	0,02 ± 0,01 ^a	0,02 ± 0,01 ^a	0,02 ± 0,01 ^a
Ortofosfato (mg L ⁻¹ PO ₄)	0,89 ± 0,33 ^b	0,71 ± 0,19 ^{ab}	0,46 ± 0,14 ^a
Ferro total (mg L ⁻¹ Fe)	1,79 ± 0,71 ^a	2,36 ± 0,56 ^a	1,98 ± 0,64 ^a
Sílica (mg L ⁻¹)	3,71 ± 0,85 ^b	2,35 ± 0,84 ^a	2,30 ± 0,54 ^a
Fenol (mg L ⁻¹)	0,70 ± 0,10 ^b	0,57 ± 0,21 ^a	0,54 ± 0,19 ^a
Alumínio (mg L ⁻¹)	0,34 ± 0,10 ^a	0,58 ± 0,13 ^b	0,45 ± 0,14 ^{ab}

Médias e desvio padrão seguidas de letras diferentes nas linhas diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância ($p < 0,05$).

O ferro é classificado como um elemento traço essencial, em baixas concentrações desempenha papel importante no metabolismo dos organismos, porém poderá ser tóxico quando em excesso, assim como bioacumular-se na cadeia trófica (NASREDDINE *et al.*, 2010), mesmo em espécies de peixes de baixo nível trófico como as tilápias, menos suscetíveis à bioacumulação de poluentes como organoclorados, mercúrio e os bifenilos policlorados (PCB) (ZHOU; CHEUNG; WONG, 1999; ZHOU; WONG, 2000).

Recentemente, foi verificado o elemento traço ferro em concentração elevada na musculatura de peixes cultivados no sistema integrado (34,524 mg kg⁻¹) quando comparado ao semi-intensivo (23,468 mg kg⁻¹) (NUNES *et al.*, 2016), ambos acima do limite máximo permitido para consumo humano (14,0 mg kg⁻¹) pela legislação (ANVISA, 2005; 2013). Assim como o ferro, os elementos traço como Zinco (Zn), Arsênio (As), Cobre (Cu), Mercúrio (Hg), Cádmio (Cd) foram encontrados em quantidades acima do máximo permitido recomendado pela legislação brasileira em peixes nos sistemas de cultivo integrado e semi-intensivo (NUNES *et al.*, 2016) na região do presente estudo.

Há evidência de alta concentração de cobre em aditivos alimentares na dieta de suínos na China, acumulando-se nas fezes, sendo posteriormente fonte de contaminação de terras agrícolas e das águas (LI *et al.*, 2007).

3.2 ANÁLISES PARASITOLÓGICAS

A prevalência de tricodinídeos foi significativamente menor ($p < 0,05$) em brânquias de peixes no sistema extensivo e mais elevado na superfície corpórea no sistema com uso de dejetos totais (Tabela 3). A prevalência de monogêneas foi significativamente maior ($p < 0,05$) na superfície corpórea no sistema com uso de dejetos totais.

Os índices parasitários apresentados neste trabalho assemelham-se ao recente estudo parasitológico, onde foi observada a prevalência de 100% de monogêneas em animais de sistemas semi-intensivos e de 66,67% (percentual idêntico ao presente estudo) em sistemas consorciados com suínos (NUNES *et al.*, 2016).

Tabela 3. Prevalência média (%) e desvio padrão de tricodínídeos e monogêneas em brânquias e muco de tilápia-do-nylo em diferentes sistemas de cultivo

Parasitas	Órgão	Sistemas		
		Dejetos totais	Dejetos sólidos	Extensivo
Tricodínídeos	brânquias	66,67 ± 28,87 ^b	70,00 ± 41,63 ^b	50,00 ± 30,55 ^a
	muco	77,78 ± 20,40 ^b	10,00 ± 17,32 ^a	10,00 ± 17,32 ^a
Monogêneas	brânquias	66,67 ± 57,73 ^a	10,00 ± 10,00 ^b	10,00 ± 17,32 ^b
	muco	N.E.	N.E.	10,00 ± 17,32

Letras diferentes nas linhas diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância ($p < 0,05$). N.E.: Não Encontrado.

Em sistema integrado com suínos, foi verificada a prevalência média de 14% e 30% de tricodínídeos em brânquias e superfície corpórea, respectivamente; e de 30% de monogêneas nas brânquias e ausência destas na superfície corpórea (GHIRALDELLI, 2005), corroborando o presente estudo. A elevada prevalência (80%) de tricodínídeos na superfície corpórea foi observada em exemplares de tilápia-do-nylo cultivados em sistema semi-intensivo no Sul de Santa Catarina, em local próximo ao presente estudo. As monogêneas não foram encontradas nas brânquias de peixes da região, enquanto em outras regiões do Estado variou entre 15% a 100% (STECKERT *et al.*, 2017).

Martins *et al.* (2010) registraram prevalência de 0,6 e 1,7% para tricodínídeos e de 16,5% e 13,2% de monogêneas em brânquias de tilápia-do-nylo (*O. niloticus*) mantidas em pesque-pague e cultivadas em sistema de piscicultura integrada com suínos no vale do Tijucas (SC). No mesmo estudo, analisando a superfície corpórea dos animais, a prevalência de tricodínídeos foi de 2,2% e 0,6% e monogêneas de 3,0% e 0,5% em pesque-pague e em piscicultura integrada, respectivamente, percentuais inferiores aos encontrados no presente trabalho. Essas diferenças podem ser consideradas normais, pois as condições dos peixes eram distintas em relação à origem da água, lote de animais, manejo alimentar, entre outros.

Em geral, a prevalência de ectoparasitos foi superior nos sistemas com aporte de dejetos, independente da forma (total ou sólidos), possivelmente pela quantidade de matéria orgânica (esterco e restos de ração) acumulada nestes sistemas ao longo do ciclo de cultivo.

3.3 ANÁLISES HEMATOLÓGICAS

O hematócrito médio e o número de eritrócitos não apresentaram diferença significativa entre os sistemas de cultivo (Tabela 4). Os resultados do hematócrito corroboram com GhiraldeLLi (2005) que registraram 28,7% no hematócrito médio de tilápia-do-nylo cultivada nos sistemas integrado com suínos, no Estado de Santa Catarina.

Mudanças nas concentrações de oxigênio dissolvido têm implicações diretas na regulação/estimulação da eritropoiese, seja indiretamente pela elevação da temperatura da água, implicando o aumento da solubilidade do oxigênio (WELLS *et al.*, 2005), ou em situações de hipóxia, ocorrendo uma resposta aguda do organismo, liberando eritrócitos pelo baço, causando aumento de eritroblastos na circulação (VALENZUELA *et al.*, 2003).

Não houve divergência entre o hematócrito médio e o número de eritrócitos circulantes entre os sistemas, o que pode ser explicada pelas pequenas variações dos parâmetros de qualidade da água, reduzindo fatores estressantes, assim como densidade populacional confortável para os cultivos de tilápias-do-nylo nestes sistemas (AZEVEDO *et al.*, 2006).

Os peixes cultivados no sistema com dejetos totais apresentaram contagem significativamente menor ($p < 0,05$) de leucócitos totais, linfócitos e monócitos, comparado aos demais tratamentos.

Apesar dos linfócitos serem as células presentes em maior quantidade em condições fisiológicas normais (RANZANI-PAIVA; SILVA-SOUZA, 2004; MARTINS *et al.*, 2004), no presente estudo houve linfocitose nos três sistemas, sugerindo processo inflamatório crônico, sendo estas células diretamente envolvidas na resposta imunológica (IWA-

MA; NAKANISHI, 1996). O estresse nestes sistemas de cultivo pode estar relacionado aos baixos níveis de oxigênio no período da manhã, prevalência de parasitos, presença de elementos traços na água, assim como a interação desses fatores.

O número de neutrófilos foi significativamente maior ($p > 0,05$) nos peixes do sistema extensivo, diferindo de Azevedo *et al.* (2006), que encontraram estas células em maior número em sangue de peixes cultivados em consórcio com suínos. Entretanto, nos três sistemas, os neutrófilos apareceram em pequena quantidade, o que pode ser explicado pelas condições favoráveis de qualidade de água para o cultivo de tilápia-do-nilo e possível resiliência dos hospedeiros em relação às infestações pelos ectoparasitas, especialmente monogeneas e tricodinídeos. O número de trombócitos circulantes foi significativamente menor ($p < 0,05$) no sistema com uso de dejetos total de suínos (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios e desvio padrão de características hematológicas de tilápia-do-nilo cultivada em diferentes sistemas de cultivo

Hemograma	Sistemas		
	Dejetos totais	Dejetos sólidos	Extensivo
Hematócrito médio (%)	27,36 ± 2,52 ^a	29,55 ± 1,44 ^a	26,65 ± 2,17 ^a
Eritrócito ($\times 10^6 \mu\text{L}^{-1}$)	2,16 ± 0,32 ^a	2,18 ± 0,37 ^a	2,22 ± 0,30 ^a
Leucócitos totais ($\times 10^3 \mu\text{L}^{-1}$)	65,29 ± 8,25 ^b	85,78 ± 26,22 ^a	84,84 ± 11,41 ^a
Trombócitos ($\times 10^3 \mu\text{L}^{-1}$)	4,34 ± 1,31 ^b	6,45 ± 2,52 ^a	5,86 ± 1,14 ^a
Linfócitos ($\times 10^3 \mu\text{L}^{-1}$)	55,47 ± 4,03 ^b	75,79 ± 22,94 ^a	75,28 ± 10,68 ^a
Monócitos ($\times 10^3 \mu\text{L}^{-1}$)	5,76 ± 1,73 ^b	7,42 ± 1,53 ^a	7,52 ± 0,97 ^a
Neutrófilos ($\times 10^3 \mu\text{L}^{-1}$)	0,16 ± 0,02 ^b	0,18 ± 0,05 ^b	0,40 ± 0,02 ^a
Basófilos ($\times 10^3 \mu\text{L}^{-1}$)	0,47 ± 0,09 ^a	0,40 ± 0,44 ^a	0,36 ± 0,14 ^a
Eosinófilos ($\times 10^3 \mu\text{L}^{-1}$)	2,42 ± 2,16 ^a	1,54 ± 1,68 ^a	1,36 ± 0,33 ^a
¹ CGE ($\times 10^3 \mu\text{L}^{-1}$)	0,55 ± 0,22 ^a	0,53 ± 0,03 ^a	0,78 ± 0,3 ^a

¹CGE (célula granulocítica especial); Médias e desvio padrão seguidas de mesma letra nas linhas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância ($p < 0,05$).

O número de trombócitos circulantes foi semelhante ao encontrado em tilápia-do-nilo em mesmo sistema de cultivo no Estado de Santa Catarina (GHIRALDELLI, 2005). A trombocitopenia em peixes do sistema com dejetos total pode estar relacionada a uma maior prevalência e alta intensidade de tricodinídeos e monogeneas (STECKER *et al.*, 2017), sendo essas células ativadas e recrutadas de seus compartimentos de reserva para contribuir com os mecanismos de defesa orgânica (TAVARES-DIAS; MARTINS; KRONKA, 1999), sendo assim, verificadas em menor número no sangue periférico. Já o número de basófilos, eosinófilos e CGE não divergiram entre os tratamentos.

3.4 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

O período de cultivo, produtividade média e taxa de sobrevivência foram mais elevados significativamente ($p < 0,05$) no sistema com uso de dejetos sólidos (Tabela 5). O fator de conversão alimentar aparente não diferiu entre os sistemas com aporte de dejetos. O peso final foi significativamente menor ($p < 0,05$) no sistema extensivo, possivelmente pela não utilização de ração comercial e menor tempo de cultivo. No entanto, não havendo diferença significativa no ganho de peso diário e projetando-se o mesmo tempo de cultivo entre os tratamentos, o peso final poderia se igualar. Nos cultivos semi-intensivos com aporte de dejetos totais e sólidos o peso final não diferiu entre os mesmos, provavelmente devido às variáveis ambientais oscilarem de forma semelhante entre ambos os sistemas.

Tabela 5. Desempenho produtivo de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes sistemas de cultivo

Sistema	Dejetos totais	Dejetos sólidos	Extensivo
Período de cultivo (dias)	318,00 ± 7,00 ^b	354,33 ± 68,07 ^c	249,33 ± 10,69 ^a
Peso final (g)	556,67 ± 15,27 ^b	572,67 ± 56,22 ^b	410,67 ± 66,49 ^a
Ganho em peso diário (g dia ⁻¹)	1,74 ± 0,23 ^a	1,61 ± 0,31 ^a	1,64 ± 0,29 ^a
Produtividade média (kg m ⁻³)	1,17 ± 0,11 ^b	1,90 ± 0,47 ^c	0,39 ± 0,16 ^a
Fator de Conversão Alimentar	0,75 ± 0,04 ^a	0,87 ± 0,29 ^a	NA
Taxa de sobrevivência (%)	69,04 ± 7,87 ^b	88,08 ± 8,42 ^c	59,67 ± 3,05 ^a

Médias e desvio padrão seguidas de letras diferentes nas linhas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância ($p < 0,05$).

NA: Não Analisado.

A produtividade média significativamente menor ($p < 0,05$) no sistema extensivo; pode ser atribuída à menor densidade de estocagem, menor taxa de sobrevivência e não utilização de ração comercial ao longo de todo o ciclo de cultivo. Essas características são comumente encontradas em descrições de sistemas extensivos (VINATEA, 2010).

A produtividade média de peixes cultivados em sistema consorciado com suínos; pode variar entre 1,3 a 2,0 g dia⁻¹ na densidade de 1,5 a 0,5 peixes m², respectivamente, através do aporte de dejetos, na quantidade de 6,2 kg ha⁻¹ dia⁻¹ (na matéria seca) (TEICHERT-CODDINGTON; BEHRENS; SMITHERMAN, 1990), corroborando os dados obtidos no presente estudo.

O fornecimento diário de 300 a 600 kg ha⁻¹ de esterco fresco de suínos (equivalente a 15 a 60 animais ha⁻¹), distribuídos homogeneamente nos viveiros, é capaz de produzir de 2,0 a 3,5 toneladas ha⁻¹ ano⁻¹ de peixes (BARRERO *et al.*, 2008).

Estudo de peixes em policultivo, realizado em 52 dias de cultivo, revelou o dobro de rendimento na produção de peixes em viveiros com adubação direta utilizando-se dejetos de suínos comparado aos que receberam suspensões iguais de fitoplâncton (BEHRENS *et al.*, 1980), demonstrando a viabilidade das técnicas utilizadas.

Em policultivos integrados à suinocultura na região Oeste do Estado de Santa Catarina, a taxa de sobrevivência variou entre 65 e 85% (CASACA; TOMAZELLI JR; WARKEN, 2005; MATOS *et al.*, 2006), semelhantes ao presente estudo, que ficou entre 69,04% e 88,08%.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os tamanhos dos viveiros foram construídos pelos produtores, não havendo interferência na reestruturação dos mesmos, apenas, no presente estudo, havendo atuação no manejo. As densidades de estocagem buscaram representar a média utilizada da região nos diferentes sistemas estudados.

Dentre os sistemas de produção avaliados neste estudo, mesmo com período de cultivo superior, é característico do sistema de cultivo semi-intensivo integrado com suinocultura, com o uso de dejetos sólidos, proporcionar melhor desempenho, com maiores taxa de sobrevivência e produtividade média, comparado aos demais sistemas, o que pode ser atribuído à maior oferta de alimento.

Embora a concentração de compostos nitrogenados e ortofosfatos estivessem mais elevadas nos sistemas semi-intensivos com uso de dejetos (integral e sólidos), não houve comprometimento no desempenho da produção nesses tratamentos.

A prevalência de trichodinídeos e monogeneas foi mais elevada no sistema com uso de dejetos integral de suínos (brânquias e muco) e em menor percentual nos sistemas com uso de dejetos sólidos e extensivo.

Avaliando todos os componentes da pesquisa, considerando os parâmetros de qualidade de água, o perfil hematológico, a prevalência dos parasitos avaliados e índices de produção, o sistema semi-intensivo com utilização de dejetos sólidos de suínos foi o mais equilibrado dentre os estudados, podendo este sistema ser utilizado pelos produtores, sem prejuízos à qualidade ambiental, equilíbrio de infestações parasitárias e perfil hematológico, alcançando satisfatórios índices produtivos.

Para finalizar a caracterização destes sistemas, há necessidade de outros estudos avaliando os aspectos econômicos, e assim poder sugerir o mais sustentável para a região em foco.

REFERÊNCIAS

- ADEYEMO, O. K.; OKWILAGWE, O. O.; AJANI, F. Comparative assessment of sodium EDTA and Heparina as anticoagulants for the evaluation of haematological parameters in cultured and feral African catfish (*Clarias gariepinus*). **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 13, n. 1, p. 19-24, 2009.
- ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. RESOLUÇÃO, RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013. **Regulamento técnico Mercosul sobre limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos**. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/rdc0042_29_08_2013.pdf/c5a17d2d-a415-4330-90db-66b-3f35d9fbd. Acesso em: 09 nov. 2017.
- ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. RESOLUÇÃO, RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada de Proteína, Vitaminas e Minerais**. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC_269_2005.pdf/2e95553c-a482-45c3-bdd1-f-96162d607b3. Acesso em: 09 nov. 2017.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13736/96. **Água - Determinação de alcalinidade - Método titulométrico**. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.
- AZEVEDO, T. M. P. de.; MARTINS, M. L.; YAMASHITA, M. M.; FRANCISCO, C. J. Hematologia de *Oreochromis niloticus*: comparação entre peixes mantidos em piscicultura consorciada com suínos e em pesque-pague no vale do rio Tijucas, Santa Catarina, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 41-49, 2006.
- BARRERO, N. L.; RIBEIRO, R. P.; POVH, J. A.; VARGAS, L.; STREIT JR, D. P. Tilapicultura semi-intensiva em tanques: Alternativas de fertilização e produção - Revisão. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 9, n. 1, 2008.
- BEHRENDTS, L. L.; MADDOX, J. J.; MADEWELL, C. E.; PILE, R. S. Comparison of two methods of using liquid swine manure as an organic fertilizer in the production of filter-feeding fish. **Aquaculture**, v. 20, n. 2, p. 147-153, 1980.
- BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. **Pond aquaculture water quality management**. Springer Science & Business Media, 2012.
- BOYD, C. E. **Water quality in aquaculture**. Alabama: Birmingham Publishing Co., 1972. 482p.
- BUSH, Albert O. *et al.* Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. **The Journal of parasitology**, p. 575-583, 1997.
- CCME - CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENTAL. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: Phenols - Mono and dihydric phenols. *In*: CANADIAN environmental quality guidelines. Winnipeg, 1999. 5p. Disponível em: <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/en/204/?redir=1506863367>. Acesso em: 01 out. 2017.

CASACA, J. De M. **Policultivos de peixes integrados à produção vegetal: avaliação econômica e sócio ambiental (peixe-verde)**. 2008. 162f. Tese. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Centro de Aquicultura da Unesp Campus de Jaboticabal - UNESP, Jaboticabal, 2008.

CASACA, J. De M.; TOMAZELLI, Jr. O.; WARKEN, J. A. **Policultivos de peixes integrados: o modelo no oeste de Santa Catarina**. Chapecó: Mércur Indústria Gráfica, 2005.

EPAGRI/CEDAP. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA SA; CENTRO DE DESENVOLVIMENTO EM AQUICULTURA E PESCA. **Dados de produção da piscicultura de água doce**, Florianópolis, 2016. Disponível em: http://www.epagri.sc.gov.br/?page_id=676. Acesso em: 06 ago. 2017.

GHIRALDELLI, L. **Parasitologia e hematologia de peixes cultivados em três municípios do Estado de Santa Catarina**. 2005. 92f. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2005.

GOLDENFARB, P. B.; BOWYER, F. P.; HALL, E.; BROSIUS, E. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. **American Journal of Clinical Pathology**, v. 56, n. 1, p. 35-39, 1971.

IWAMA, G.; NAKANISHI, T. **The immune system**. Califórnia: Academic Press, 1996. 380p.

JATOBÁ, A.; VIEIRA, F. do N.; BUGLIONE-NETO, C. C.; MOURIÑO, J. L.; SILVA, B. C.; SEIFTER, W. Q.; ANDREATTA, E. R. Diet supplemented with probiotic for Nile tilapia in polyculture system with marine shrimp. **Fish physiology and biochemistry**, v. 37, n. 4, p. 725-732, 2011.

JERÔNIMO, G. T.; TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M. L.; ISHIKAWA, M. M. **Coleta de parasitos em peixes de cultivo**. Embrapa Amapá. Folderes/Folhetos/Cartilhas (INFOTECA-E), 2012.

466

JERÔNIMO, G. T.; LAFFITTE, L. V.; SPECK, G. M.; MARTINS, M. L. Seasonal influence on the hematological parameters in cultured Nile tilapia from southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 3, p. 719-725, 2011.

LAU, T. S. K.; LEE, J. C. W.; YOUNG, L. **Pilot Project to Raise Awareness of the Ecological Importance of Pond-fish Farming in the Mai Po Inner Deep Bay Ramsar Site**. WWF Hong Kong, 2003.

LI, Y.; LI, W.; WU, J.; XU, L.; SU, Q.; XIONG, X. Contribution of additives Cu to its accumulation in pig feces: study in Beijing and Fuxin of China. **Journal of Environmental Sciences**, v. 19, n. 5, p. 610-615, 2007.

MACÊDO, H. R.; SILVA, A. J. N.; FERREIRA, D. M.; MARCELINO, J. F.; ARAÚJO, D. M. Estudo de parâmetros físico-químicos para a criação de camarão marinho *Litopenaeus vannamei* em água doce. In: II CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 2., João Pessoa. Anais II CONNEPI. João Pessoa: 2007.

MARTINS, M. L.; AZEVEDO, T. M. P.; GHIRALDELLI, L.; BERNARDI, N. Can the parasitic fauna on Nile tilapias be affected by different production systems? **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 82, n. 2, p. 493-500, 2010.

MARTINS, M. L.; PILARSKY, F.; ONAKA, E. M.; NOMURA, D. T.; FENERICK, J. J.; RIBEIRO, K.; MYIAZAKI, D. M. Y.; CASTRO, M. P.; MALHEIROS, E. B. Haematology and acute inflammatory response of *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) submitted to a single and consecutive stress of capture. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 30, n. 1, p. 71-80, 2004.

MATOS, A. C.; BOLL, M. G.; TESTOLIN, G.; ROCZANSKI, M. **Piscicultura sustentável integrada com suínos**. Epagri, 2006.

MERINO, A. M. C. Piscicultura Integrada a Outras Atividades Agropecuárias. In: GOMEZ, H. R.; DAZA, P. V.; AVILA, M. C. **Fundamentos de Acuicultura Continental, Bogotá**. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, INPA. República de Colômbia, 2001. p. 43-73.

- NASREDDINE, L.; NASHALIAN, O.; NAJA, F.; ITANI, L.; PARENT-MASSIN, D.; NABHANI-ZEIDAN, M.; HWALLA, N. Dietary exposure to essential and toxic trace elements from a Total diet study in an adult Lebanese urban population. **Food and Chemical Toxicology**, n. 48, p. 1262-1269, 2010.
- NUNES, G. C.; JERÔNIMO, G. T.; VICENTE, L. R. M.; MADI, R. R.; VALLADÃO, G. M. R.; MARTINS, M. L. Trace elements and parasitism in Nile tilapia farmed in the southern Brazil. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 42, n. 3, p. 578-589, 2016.
- PEIXE BR. **Associação Brasileira da Piscicultura**. Anuário 2020. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/Anuario2020/AnuarioPeixeBR2020.pdf>? Acesso em: 06 abr. 2020.
- PILARSKI, F.; TOMAZELLI JR. O.; CASACA, J. C. Consórcio suíno-peixe: aspectos ambientais e qualidade do pescado. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 267-276, 2004.
- RANZANI-PAIVA, M. J. T.; SILVA-SOUZA, A. T. Haematology of Brazilian Fish. In: RANZANI-PAIVA, M. J. T.; TAKEMOTO, R. M.; LIZAMA, M. A. P. (Eds.). **Sanidade de Organismos Aquáticos**. São Paulo: Ed Varela, 2004. p. 89-120.
- SILVA, B. C.; GIUSTINA, E. G. D.; MARCHIORI, N. C.; MASSAGO, H.; SILVA, F. M. **Desempenho produtivo da piscicultura catarinense em 2015**. Florianópolis, Epagri, 2017. 17p. Disponível em: http://docweb.epagri.sc.gov.br/web-site_epagri/DOC/DOC-268-Desempenho-produtivo-da-piscicultura-catarinense-2015.pdf. Acesso em: 15 ago. 2017.
- SILVA, B. C.; MARCHIORI, N. C. 2018. **Importância do manejo alimentar na criação de tilápia**. Florianópolis: Epagri. 16p. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/solucoes/publicacoes/folder-tecnico/>. Acesso em: 18 maio 2018.
- STECKERT, L. D. **Aspectos sanitários e patológicos de tilápia-do-Nilo cultivada no Estado de Santa Catarina**. 136p. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2017.
- TAVARES-DIAS, M. **Manejo e sanidade de peixes em cultivo**. Embrapa Amapá, INFOTECA-E, 2009. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/353099>. Acesso em: 16 out. 2017.
- TAVARES-DIAS, M.; DE MORAES, F. R. **Hematologia de peixes teleósteos**. Marcos Tavares-Dias, 2004.
- TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M. L.; KRONKA, S. N. Evaluation of the haematological parameters in *Piaractus mesopotamicus* Holmberg (Osteichthyes, Characidae) with *Argulus* sp. (Crustacea, Branchiura) infestation and treatment with organophosphate. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 6, n. 2, p. 553-555, 1999.
- TEICHERT-CODDINGTON, D. R.; BEHRENDT, L. L.; SMITHERMAN, R. O. Effects of manuring regime and stocking rate on primary production and yield of tilapia using liquid swine manure. **Aquaculture**, v. 88, n. 1, p. 61-68, 1990.
- VALENZUELA, A.; OYARZUN, C.; SILVA, V. Celulas sanguineas de *Schroederichthys chilensis* (guichenot 1848) (elasmobranchii, scyliorhinidae): la serie Blanca. **Gayana**, v. 67, n. 1, p. 130-136, 2003.
- VINATEA, L. A. **Qualidade da água em aquicultura: princípios e práticas**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. v. 3, 238p.
- WELLS, R. M. G.; BALDWIN, J.; SEYMOUR, R. S.; CHRISTIAN, K.; BRITTAIN, T. Red blood cell function and hematology in two tropical freshwater fishes from Australia. **Comparative Physiology and Biochemistry**, v. 141, p. 87-93, 2005.
- WONG, M. H.; MO, W. Y.; CHOI, W. M.; CHENG, Z.; MAN, Y. B. Recycle food wastes into high quality fish feeds for safe and quality fish production. **Environmental Pollution**, v. 219, p. 631-638, 2016.

WONG, M. H.; CHEUNG, K. C.; YEDILER, A.; WONG, C. K. C. The dike-pond systems in South China: past, present and future. In: WONG, M. H. (ed.). *Wetlands Ecosystems in Asia: Function and Management*. Elsevier, Amsterdam, p. 47-68, 2004.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 5^a ed. Northern Illinois University, 2010.

ZHOU, H. Y.; WONG, M. H. Accumulation of sediment-sorbed PCBs in Tilapia. **Water Research**, 34, 2905-2914, 2000.

ZHOU, H. Y.; CHEUNG, R. Y. H.; WONG, M. H. Bioaccumulation of organochlorines in freshwater fish with different feeding modes cultured in treated wastewater. **Water Research**, 33, p. 2747-2756, 1999.