

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO AQUICULTURA**

**EFEITO DO COMPOSTO CERVEJEIRO *TRUB* SOBRE O DESEMPENHO
ZOOTÉCNICO E PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS DA TILÁPIA-DO-
NILO (*Oreochromis niloticus*)**

Matheus Berlofa Ferreira

Florianópolis
2019

Matheus Berlofa Ferreira

**EFEITO DO COMPOSTO CERVEJEIRO *TRUB* SOBRE O DESEMPENHO
ZOOTÉCNICO E PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS DA TILÁPIA-DO-NILO
(*Oreochromis niloticus*)**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia
de Aquicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade
Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do
Título de Bacharel em Engenharia de Aquicultura
Orientador: Prof. Dr. José Luiz Pedreira Mouriño

Florianópolis
2019

Ferreira, Matheus

Efeito do composto cervejeiro trub sobre o desempenho zootécnico e parâmetros hematológicos da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) / Matheus Ferreira ; orientador, José Luiz Pedreira Mouriño, 2019.

44 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Graduação em Engenharia de Aquicultura,
Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Engenharia de Aquicultura. 2. Tilápia. 3. aditivo alimentar. 4. trub. 5. hematologia. I. Pedreira Mouriño, José Luiz. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Aquicultura. III. Título.

Matheus Berlofa Ferreira

Efeito do composto cervejeiro *trub* sobre o desempenho zootécnico e parâmetros hematológicos da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*)

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Aquicultura e aprovado em sua forma final.

Florianópolis, 27 de novembro de 2019.

Prof. Dr Vinicius Ronzani Cerqueira
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Luiz Pedreira Mouriño
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

D.^{ra} Scheila Anelise Pereira Dutra
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

M.^a Bianca Cardoso Gasparini
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

DEDICO

À minha família;
À música
E aos Killifishes.

“Eu sei como lutar,
eu sei como cantar,
eu conheço o caminho.”
(Amorphis)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer à minha família pois, sem ela, de forma alguma seria possível a realização deste curso. Muito obrigado ao meu pai, João Ferreira, por apoiar-me e por me entender mesmo em relação a algumas coisas que com certeza não soam completamente naturais para um senhor nascido em 1947; ao meu irmão Rafael, por ser meu grande amigo e maior exemplo de vida desde sempre e às minhas irmãs, Juliana e Lidiane, duas mulheres guerreiras que nunca deixaram de lutar para criar e educar os dois filhos que o destino lhes impôs.

Obrigado aos meus grandes amigos de infância e adolescência, Alex (O “Psicose”), Diego VX, Bryan e Marcos “Tetudo”, por terem tornado meus dias divertidos em eternas partidas de videogame e jogatinas de WAR, pelas bebedeiras e conselhos. Vocês fizeram parte de todo este processo.

Obrigado ao meu psicólogo, Fábio, por ter me acompanhado durante anos, inclusive nos meus momentos de apreensão e depois de felicidade com a aprovação no vestibular.

Obrigado a todos os professores da Escola Estadual Bento de Abreu, por terem participado do meu processo de formação como pessoa, cidadão e estudante, e por terem me apoiado nos meus piores momentos entre 2010 e 2012.

Agradeço aos professores e colegas que fizeram parte da minha formação ao longo destes anos de graduação. À toda a equipe do LIMNOS, aos professores Nei e Maurício, por terem me aberto as portas para esse laboratório incrível.

À professora Anita, por ter me dado a oportunidade de realizar meu sonho de apresentar palestras sobre os benditos killifishes, e por ter me aturado todo esse tempo, inclusive dando conselhos sobre minha formação, tentando trazer alguma luz à minha mente tão problemática e instável.

A todos os professores e professoras que me ensinaram ao longo desta graduação.

Gostaria de agradecer também a algumas pessoas que com certeza nunca terão acesso a este documento: Ao ex-namorado da minha irmã (ex-cunhado meu, por consequência), Carlos, que me trouxe de carro até Santa Catarina para fazer o vestibular em 2013 e depois para realizar a matrícula no curso e, no dia em que vim em definitivo para Florianópolis, foi ele que me jogou para dentro do ônibus enquanto dizia “Vá, entra nesse ônibus, e vê se vira homem.”. A outro ex-namorado dessa minha mesma irmã, o André, que lá pelo ano de 2000 chegou em casa com cinco pedaços de vidro e colou ali, bem na minha frente, me presenteando com o primeiro aquário que tive em minha vida, veja só onde eu vim parar graças a isso. À Aline, por ter sido minha maior companheira e fonte de força e inspiração durante três anos desta graduação.

Obviamente que devo agradecer de maneira especial aos amigos que fiz neste curso. Ao Zézinho, meu primeiro amigo na cidade, à Paula (ainda que tenha roubado o Zézinho de mim), ao Arthur “Billabong”, uma das pessoas mais educadas e gentis que já conheci na vida, ao Giovanni, meu grande parceiro de insônia e esquisitices psicológicas e sociais, ao Tiago “Só Carlos”, grande parceiro de bebedeiras e eterno rival de Araraquara. A todos da equipe do Laboratório AQUOS, este TCC não estaria acontecendo se não fosse vocês. Muito obrigado, Scheila, pela ajuda e ensinamentos; Bianca, pela companhia, risadas e todo o apoio que me oferece; à Tami e ao Gaúcho, por serem grandes companheiros de conversas fiadas

e conselhos; ao Marco, por estar me ajudando com a revisão deste documento, a todos vocês que participaram de manejos, coletas e análises do experimento: Gabriel, Lúvia, Thalita, Kennya, Lucas, Bruno, Manu, William e obviamente ao professor José Mourinho, por ter aceitado me orientar, tornando tudo isso possível.

A última pessoa a qual quero agradecer é alguém que com certeza a esta altura da leitura já deve estar apreensiva com a possibilidade de eu ter esquecido: Hugo, você sabe que é o melhor amigo que tive em toda a minha vida. Obrigado por ser durante todos esses anos meu principal apoio e companhia, de bebedeira, de conselho, de estudos, de música, de futebol, de tudo. Eu te amo.

Por fim, gostaria de agradecer ao Universo, pois eu acredito na força que ele possui e nas influências que determinadas energias exercem em nossas vidas e, por mais que na maior parte do tempo eu esteja reclamando ou arrependendo-me de tantas coisas, tanto ele quanto eu sabemos que, lá no fundo, eu adoro ser o que eu sou.

RESUMO

A tilapicultura tem se desenvolvido aceleradamente no Brasil nas últimas décadas, com isso tem apresentado alto grau de intensificação de criação e de tecnificação, onde técnicas de profilaxia e manejo alimentar são cada vez mais decisivas para o sucesso produtivo e sustentável do setor. Desta forma, os aditivos alimentares têm se tornado uma ferramenta em potencial para o ganho em desempenho zootécnico e para a sanidade de organismos aquáticos, sendo cada vez mais estudados, testados e aplicados na tilapicultura. Sendo assim, o objetivo de avaliar os efeitos da adição dietética do resíduo da indústria cervejeira Trub, sobre o desempenho zootécnico e parâmetros hematológicos da tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus*. Levando isso em consideração, foi realizado um experimento com duração de 49 dias com o objetivo de avaliar os efeitos da adição dietética do resíduo da indústria cervejeira Trub sobre o desempenho zootécnico e parâmetros hematológicos da tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus*. 18 unidades experimentais foram divididas aleatoriamente entre três tratamentos: Controle (sem adição de Trub), T1 (com adição de Trub a 1% na dieta) e T2 (adição de Trub a 2% na dieta), com 6 repetições cada e 20 juvenis de tilápia com peso inicial de 7 a 12 gramas em cada unidade experimental. Os animais foram alimentados 4 vezes ao dia até saciedade aparente e, ao término do período experimental, 4 animais de cada tanque foram coletados para que uma biometria final fosse realizada, além da coleta de sangue. Foram calculados o ganho de peso médio, ganho de peso diário, taxa de crescimento específico, consumo de ração por peixe, eficiência alimentar, conversão alimentar e sobrevivência em relação ao desempenho zootécnico dos animais. Para a análise hematológica, foi realizada a contagem de eritrócitos, de leucócitos totais e diferencial e de trombócitos, a medição de glicose, hemoglobina e hematócrito, calculando-se os hematimétricos volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM). Em relação ao desempenho zootécnico, o tratamento T2 apresentou um ganho de peso médio de $53,61 \pm 8,69$ g, sendo estatisticamente superior ao grupo controle ($40,1 \pm 2,71$ g). O mesmo ocorreu para o ganho de peso diário, sendo avaliado em $1,09 \pm 0,18$ g para o T2 e $0,82 \pm 0,06$ g para o grupo controle. Ainda que não tenha apresentado diferença estatística, o tratamento T2 também apresentou os maiores valores absolutos para taxa de crescimento específico ($3,91 \pm 0,20$ %) e sobrevivência ($88,75 \pm 7,50$ %). Em relação aos parâmetros hematológicos, o tratamento T2 apresentou um resultado estatisticamente superior ao T1 para a taxa de hematócrito, sendo de $36,17 \pm 3,61$ % e $33,58 \pm 3,73$, respectivamente. Entretanto, o tratamento T1 apresentou resultados significativamente superior ao T2 e ao controle para a contagem de Trombócitos e Linfócitos. Além disso, o T1 demonstrou também resultado superior ao controle para a contagem de leucócitos totais. Em relação à glicose, o tratamento T2 apresentou valor médio estatisticamente inferior ao apresentado pelo Controle ($26,30 \pm 3,98$ mg dl⁻¹ e $33,41 \pm 3,93$ mg dl⁻¹, respectivamente). Desta forma, conclui-se que o composto cervejeiro Trub exerce influências relevantes sobre o desempenho zootécnico e parâmetros hematológicos da tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus*, melhorando o desempenho zootécnico dos animais, bem como alguns dos parâmetros hematológicos, intimamente ligado ao sistema imune inato desta espécie.

Palavras-chave: Tilápia; aditivo alimentar; Trub; hematologia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 A CRIAÇÃO DE TILÁPIA-DO-NILO DO BRASIL E NO MUNDO	12
1.2 CICLO PRODUTIVO DA TILÁPIA-DO-NILO	14
1.3 PROBLEMÁTICAS NA TILAPICULTURA	17
1.4 ADITIVOS ALIMENTARES NA AQUICULTURA	18
1.5 O COMPOSTO CERVEJEIRO TRUB E SUAS APLICAÇÕES	21
2 OBJETIVO GERAL	22
3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
4 JUSTIFICATIVAS	22
5 MATERIAL E MÉTODOS	23
5.1 AQUISIÇÃO DO TRUB E PREPARAÇÃO DAS DIETAS	23
5.2 ESTRUTURA E MANEJOS	24
5.3 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO	25
5.4 PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS	26
5.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	26
6. RESULTADOS	27
6.1 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO	27
6.2 PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS	28
7. DISCUSSÃO	30
8. CONCLUSÃO	35
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
10. REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

1.1 A CRIAÇÃO DE TILÁPIA-DO-NILO NO BRASIL E NO MUNDO

No cenário econômico mundial, a aquicultura é um setor relativamente novo que emerge fortemente a partir da passagem para o novo milênio, alicerçado na filosofia do desenvolvimento sustentável (AUOZANI, 2013). O Brasil, destaca-se atualmente como terceiro maior produtor aquícola das Américas, produzindo aproximadamente 692 mil toneladas no ano de 2017 (PEIXEBR, 2019). A criação de tilápias continua sendo, em termos de volume de produção, a modalidade mais relevante para o cenário aquícola brasileiro, sendo responsável por 51% do seu volume total de produção em toneladas em 2017 (PEIXEBR, 2019).

Segundo Kubitza (2015), apesar de o Brasil ser um grande produtor de frango, bovinos e suínos, a aquicultura foi o setor de carnes que apresentou maior incremento percentual em produção entre 2004 e 2014, com crescimento anual médio de quase 8%, contra 5,1% para bovinos, 4,1% para o frango e 2,9% para suínos. Kubitza (2015) ainda destaca a indústria de produção de tilápia no Brasil. Enquanto a produção de peixes cresceu em torno de 10%, no período de 2004 a 2014, a tilapicultura teve um crescimento da ordem de mais de 14%.

Historicamente o domínio da criação de tilápias em relação às outras modalidades de aquicultura está atrelado ao contexto histórico em que a piscicultura continental surgiu no Brasil e no mundo. Em um cenário onde a produção foi inicialmente impulsionada pela importação de tecnologia estrangeira e espécies exóticas, resultou em um menor escopo para que houvesse o desenvolvimento de tecnologias que tivessem como foco a criação em cativeiro de espécies nativas, às quais a literatura se refere comumente como “peixes neotropicais” (ZANIBONI-FILHO e NUÑER, 2004).

De acordo com a Embrapa (2017), as espécies mais comumente produzidas pela aquicultura no Brasil são tambaqui, pirarucu e pirapitinga na região Norte; tilápia e camarão marinho no Nordeste; tambaqui, pacu e pintado no Centro-Oeste; tilápia, pacu e pintado no Sudeste; e carpa, tilápia, jundiá, ostra e mexilhão na região Sul.

Santa Catarina demonstrou uma rápida e organizada evolução na produção de peixes em água doce, apoiada principalmente pela proximidade entre o produtor e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), saltando de 1,5 mil toneladas, em 1990, para 17,1 mil toneladas no ano 2000, um crescimento anual de 27,6%. Em Santa Catarina, estabeleceu-se o cultivo conhecido como Modelo Alto Vale do Itajaí de Piscicultura Integrada (Mavipi), no qual os produtores apoiados pela Epagri produziam

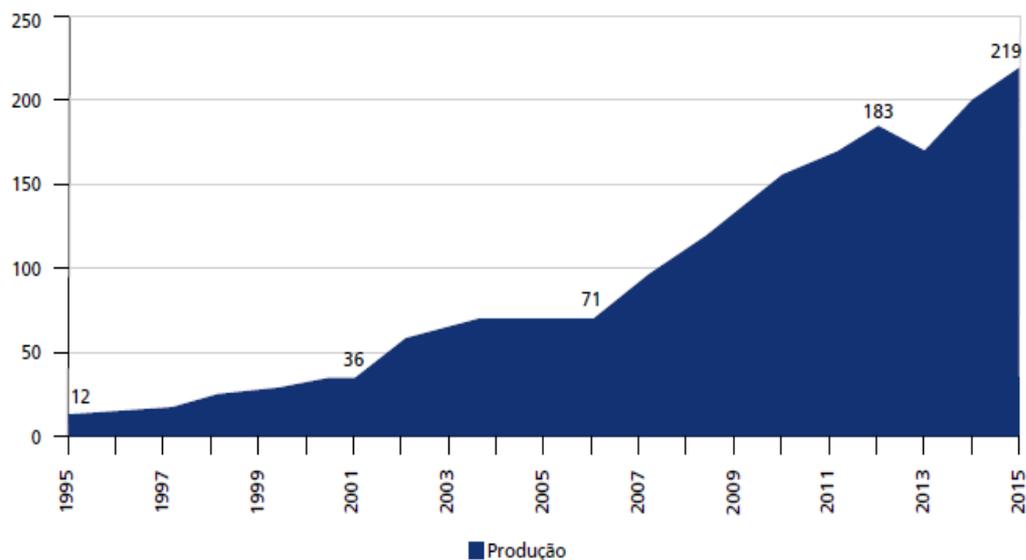
tilápias e carpas em cultivo consorciado com suínos (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017). Em 2018, Santa Catarina produziu 36,4 mil toneladas de tilápia (75,98% da produção de toda a piscicultura de água doce do estado em 2018), sendo o terceiro maior produtor desta espécie entre todos os estados do Brasil (CEDAP, 2019).

Em termos globais, a produção anual de tilápia atingiu a marca de 4,2 milhões de toneladas em 2016 (FAO, 2018), sendo a China a maior produtora desta espécie no mundo, com uma produção estimada em 1,7 milhões de toneladas em 2017 (SEAFOOD WATCH, 2018). Esta produção mundial de tilápia corresponde a cerca de 5,22% de toda a produção aquícola mundial, estimada em 80,37 milhões de toneladas em 2016 (FAO, 2018) e a 8% de toda a produção mundial de peixes teleósteos, estando atrás apenas da produção de carpa capim *Ctenopharyngodon idellus*; carpa prateada *Hypophthalmichthys molitrix*; e carpa comum *Cyprinus carpio*; apresentando, respectivamente, produções de 6 milhões de toneladas, 5,3 milhões de toneladas e 4,55 milhões de toneladas (FAO, 2018).

Embora não esteja entre os principais produtores mundiais de pescado, o crescimento das últimas décadas na tilapicultura alavancou o Brasil ao posto de quarto maior produtor mundial de tilápias, respondendo por 4% da produção mundial que, em 2014, movimentou US\$ 8,8 bilhões. A produção mundial nessa espécie é liderada pela China, seguida pelo Egito e pela Indonésia (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

A grande produção aquícola da tilápia está relacionada principalmente com a rusticidade de criação desta espécie, capaz de resistir a condições adversas de ambiente, sendo inclusive adaptável a ambientes salobros e marinhos, além de apresentar boa taxa de conversão alimentar e alto rendimento de filé (KUBITZA, 2003). No entanto, embora a tilápia *Oreochromis niloticus* tenha sido introduzida no Brasil no início da década de 70, apenas na década de 90 deu-se início às produções em escala e retorno econômico relevantes, resultando no surgimento dos primeiros frigoríficos destinados ao processamento da tilápia (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017). O início da industrialização do cultivo de tilápia aparece principalmente atrelado ao surgimento de técnicas como o de reversão sexual, comprovando a importância do desenvolvimento de tecnologias para a industrialização e intensificação da aquicultura (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

Figura 1. Evolução da produção brasileira (em 1 mil toneladas) de tilápia *Oreochromis niloticus* entre 1995 e 2015.



Fonte: SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017; IBGE, 2016 e FAO, 2016.

1.2 O CICLO PRODUTIVO DA TILÁPIA-DO-NILO

A tilápia é uma espécie onívora que aceita uma ampla variedade de alimentos, incluindo algas clorofíceas, bactérias, macrófitas aquáticas, microcrustáceos, frutos, raízes e pequenos peixes (CHELLAPPA et al., 1996; PHILIPPART; RUWET, 1982). Essa versatilidade alimentar as tornam fortes candidatas à piscicultura comercial, uma vez que, as formulações de rações comerciais podem ser menos onerosas e mais restritivas, quando comparada a peixes carnívoros, bem como, a maioria dos peixes neotropicais em geral (MORAES, 2008).

Além da sua versatilidade em relação ao seu hábito alimentar, a tilápia-do-nilo apresenta naturalmente uma extensa distribuição geográfica, ocorrendo em rios costeiros de Israel (TREWAVAS; TEUGELS, 1991), toda a bacia do Nilo (TREWAVAS, 1983), Senegal, Gâmbia, República de Alto Volta, Níger, Benim e Chade (TEUGELS; THYS VAN DEN AUDENAERDE, 2003), estando adaptada a diferentes condições ambientais, principalmente relacionadas ao pH e temperatura da água.

A faixa ótima de temperatura da água para a criação desta espécie é entre 26°C e 32°C, ainda que a tilápia seja capaz de sobreviver em temperaturas bem inferiores, um pouco abaixo dos 20°C (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017; STECKERT, 2017; GRAEFF, 2006). Em relação ao pH, a tilápia-do-nilo desenvolve-se bem entre 6,0 e 8,5, apresentando

grandes taxas de mortalidade em função deste parâmetro em faixas inferiores a 4,5 ou superiores a 10,5. A tilápia *Oreochromis niloticus* consegue sobreviver em faixas de oxigênio dissolvido próximas a 1,5 mgL⁻¹, mas a concentração ideal de oxigênio dissolvido é a partir de 4,5 mgL⁻¹ (OSTRENSKY; BOEGER, 1998).

Além da sua versatilidade em relação aos parâmetros de qualidade de água, a tilápia é uma espécie de comportamento dócil nas diferentes fases de manejo e de alta prolificidade, tornando viável a produção de alevinos (SCHULTER, VIEIRA FILHO, 2017; GALLI & TORLONI, 1986; KUBITZA, 2000). Ao longo do tempo, algumas linhagens diferentes de tilápia-do-nilo foram desenvolvidas visando melhores adaptações a condições específicas de temperatura ou melhores desempenhos de crescimento e rendimento de carcaça, como a Chitralada, linhagem desenvolvida no Japão e melhorada na Tailândia, sendo introduzida no Brasil nos estados de Paraná e Rio Grande do Sul em 1996 (ZIMMERMANN; FITZSIMMONS, 2004).

Como mais um ponto decisivo para o sucesso da produção comercial de tilápia, pode ser destacado o fato de que esta espécie é muito apreciada pelo mercado consumidor devido à ausência de espinhos intramusculares, pouco teor de gordura, a coloração da carne e sabor agradáveis (HANSON et al., 2011).

Historicamente, o desenvolvimento da tilapicultura no Brasil se deu através da criação em pequena escala em propriedades familiares, com pouco emprego de tecnologia e mecanização. A partir da década de 90, a industrialização do setor começa a ocorrer no Brasil, primeiramente no Oeste do Paraná, posteriormente no Ceará, Sudeste (principalmente São Paulo) e em Santa Catarina, sendo esses os quatro principais estados na produção brasileira de tilápia ainda hoje (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017; KUBITZA, 2003; MORAES, 2008). O desenvolvimento e a profissionalização do setor ocorreu, principalmente, através das parcerias entre produtores e órgãos agropecuários como EPAGRI e centros de pesquisa e extensão presentes nas Universidades públicas brasileiras (SCHULTER, VIEIRA FILHO, 2017; KUBITZA, 2003). Posteriormente, indústrias de grande porte passaram a se posicionar neste mercado e também desempenhar papel importante no desenvolvimento de tecnologia e profissionalização do setor, estando muitas destas, presente na região Oeste do Paraná (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

A produção no Brasil ocorre principalmente em sistemas semi-intensivos e intensivos, sendo que os viveiros escavados são os mais corriqueiramente utilizados no país, seguido da criação em tanque-rede, realizada principalmente no Ceará (Sebrae, 2014). A construção de viveiros escavados exige um significativo investimento em movimentação de

terra, exigindo um conhecimento técnico de engenharia que otimize os processos como este. A criação em tanques-rede, por sua vez, tende a exigir menos investimentos iniciais, uma vez que tem se desenvolvido através do uso de águas públicas federais e estaduais, principalmente em usinas hidrelétricas (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017). Em Santa Catarina, foi desenvolvido o cultivo conhecido como Modelo Alto Vale do Itajaí de Piscicultura Integrada (Mavipi), no qual os produtores apoiados pela Epagri produziam tilápias e carpas em cultivo consorciado com suínos (KUBITZA, 2003). Esse modelo é utilizado ainda hoje em algumas propriedades no estado. No Sul do Brasil, a criação de engorda em etapa final da tilápia ocorre dos 0,4 g de peso vivo até o peso comercial, de 600 a 800 g, com um ciclo de duração de aproximadamente 270 dias (KUBITZA, 2011; SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

Do ponto de vista ambiental, a aquicultura em tanques de grandes dimensões aumenta a dificuldade do controle da produção aumentando assim a probabilidade de fuga dos peixes cultivados. A tilápia, por ser um organismo exótico, de alta capacidade de proliferação e hábito alimentar onívoro, representa uma ameaça aos ecossistemas locais e adjacentes às propriedades de tilapicultura (CANONICO et al., 2005). A gestão de efluentes aquícolas, tornou-se outra pauta constantemente em foco nas discussões em congressos, extensão e pesquisa, uma vez que estes podem disseminar doenças que afetam organismos nativos, devido às elevadas cargas orgânicas presentes nestes efluentes, que tendem a se intensificarem ainda mais conforme o maior adensamento de animais e conseqüentemente a maior taxa de arraçoamento (LIGHTNER; REDMAN, 1998). Um cultivo de menor extensão, porém, de elevada produtividade, torna mais fácil o controle destes problemas (PIEDRAHITA, 2003).

Estudos como o de Pasco, (2015), que procuram avaliar aeradores mais eficientes para a utilização em sistemas de criação de tilápia em Bioflocos. O sistema superintensivo de tilápia em bioflocos pode atingir produtividades de 30 kg m⁻² (AVNIMELECH, 2012). O cultivo integrado de tilápia com camarão branco *Litopenaeus vannamei* também foi estudado principalmente em Santa Catarina na década passada e muitas vezes considerado como uma medida paliativa ao desenvolvimento da enfermidade de notificação obrigatória, mancha branca, uma vez que as tilápias predariam camarões moribundos ou mortos, diminuindo ou desacelerando o avanço desta enfermidade por contágio horizontal entre os camarões (REY et al., 2008). RODRIGUES (2013) avaliou a viabilidade econômica do cultivo multitrófico de tilápia *Oreochromis niloticus* e camarão-da-Amazônia *Macrobrachium amazonicum*, constatou que este sistema poderia ser viável para a produção de animais destinados ao

mercado da pesca esportiva. PONTES (2018) avaliou que o cultivo multitrófico de tilápia-do-nilo com a macroalga *Ulva fasciata* apresenta índices significativos de reciclagem de nutrientes presentes na água e de aproveitamento de parte da biomassa da própria macroalga produzida como ingrediente na ração dos peixes. DALSGAARD (2013) relata o surgimento em escala experimental de sistemas altamente tecnificados e automatizados para a criação de tilápias nos países do norte europeu, aproveitando o calor residual de outras indústrias, como da fabricação de papel, para o controle de temperatura dos sistemas de criação.

Desta forma, na última década outros sistemas de criação de tilápia foram desenvolvidos e testados, em escala experimental na maior parte dos casos, envolvendo modalidades superintensivas da criação ou sistemas focados no alcance de uma maior sustentabilidade ambiental e econômica através da reutilização de insumos (principalmente a água) ou através do maior controle, muitas vezes automatizado, de parâmetros de qualidade de água, tornando possível um maior adensamento de animais nas estruturas de cultivo e, portanto uma maior produtividade..

1.3 PROBLEMÁTICAS NA TILAPICULTURA

No contexto atual, onde a realidade da maioria dos empreendimentos, principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil, continua sendo o cultivo semi-intensivo ou intensivo em viveiros escavados ou tanques-redes. O adensamento de animais em um tanque de criação tende a gerar uma série de problemas sanitários e produtivos, como: acúmulo de matéria orgânica em viveiros, acarretando em altas concentrações de substância tóxicas como amônia (NH_3) e nitrito (NO_2^-); flutuação de pH e oxigênio ao longo do dia ou na estratificação destes parâmetros ; e na proliferação de organismos patogênicos no ambiente. O adensamento de animais também pode acarretar em estresse e taxas heterogêneas de crescimento dentro de um lote. Todos estes fatores citados contribuem para alterações do equilíbrio na tríade hospedeiro-patógeno-ambiente, levando ao desenvolvimento de enfermidades (TAVARES-DIAS, 2009; SCHRECK, 2000; PAVANELLI; EIRAS; TAKEMOTO, 2008). A nutrição animal também está fortemente relacionada com a resistência dos animais às ações de patógenos. Desta forma, dietas mal formuladas ou mal ofertadas em piscicultura, para os padrões de uma determinada espécie, podem tornar os animais mais suscetíveis ao desenvolvimento de enfermidades (ZANOLO; YAMAMURA, 2006; CYRINO; FRACALOSSO, 2012).

Neste sentido, apesar da natureza resistente da tilápia, nas últimas décadas começaram a surgir problemas nutricionais e mortalidade atribuída a organismos patogênicos

ou má nutrição. Entre os patógenos mais importantes em cultivo de tilápia em água doce, pode-se destacar os Protozoários *Ichthyophthirius multifiliis*, *Epistilys sp.*, *Chilodonela sp.*, e *Trichodina spp.*; os Monogenóides *Dactylogyrus sp.*; os Copépodos *Argulus spp.* e *Dolops spp.*; as bactérias *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas sp.*, *Vibrio spp.*, *Flavobacterium colunare* e *Streptococcus agalactiae*; o fungo *Saprolegnia parasitica* e o vírus Iridovírus.

O tratamento ou erradicação de doenças na piscicultura não é uma realidade e sua prática é inviável, devido às questões de manejo e econômicas. Desta forma, tanto o desempenho produtivo na aquicultura quanto as estratégias de controles de enfermidades passam pelo gerenciamento de ações conhecidas como “medidas profiláticas”, que vão desde manejos sanitários e de preparação do solo, até boas práticas de manejo, povoamento de viveiro e nutrição dos animais (NOGA, 2010; MARTINS, 2004; SADO, 2009).

1.4 ADITIVOS ALIMENTARES NA AQUICULTURA

Os aditivos alimentares são substâncias, microrganismos ou produtos formulados adicionados intencionalmente, que normalmente não são utilizadas como ingredientes, tenham ou não valor nutritivo, que afetem ou melhorem as características do produto destinado à alimentação animal ou dos produtos animais, que beneficiem o desempenho de animais saudáveis e atendam às necessidades nutricionais ou apresentem efeito “anticoccidiano” (MAPA, 2004).

Ainda de acordo com o MAPA (2004), os aditivos alimentares podem ser diferenciados em algumas categorias, sendo elas as dos: aditivos nutricionais, referente às substâncias utilizadas para manter ou melhorar as propriedades nutricionais de um produto; os aditivos sensoriais, com a utilidade de melhorar ou modificar características organolépticas ou visuais de um produto; aditivos tecnológicos, referente às substâncias adicionadas ao produto destinado à alimentação animal com fins tecnológicos; os anticoccidianos, que são utilizados para a inibição ou eliminação de protozoários; e os aditivos zootécnicos, utilizados para que ocorra uma influência positiva no desempenho de animais.

Os aditivos zootécnicos podem agir através da facilitação da digestão dos alimentos ingeridos pelo animal, atuando sobre algumas matérias-primas destinadas à fabricação de produtos para alimentação animal; através de microrganismos que formam colônias ou outras substâncias definidas quimicamente que têm um efeito positivo sobre a flora do trato digestório ou, por fim, como substâncias definidas quimicamente que melhorem os parâmetros de produtividade (MAPA, 2004).

Dentre os aditivos alimentares comumente utilizados na aquicultura, os prebióticos e probióticos são bastante estudados atualmente e encontrados com frequência no mercado. Os probióticos são aditivos alimentares compostos de microrganismos vivos capazes de colonizar, estabelecer-se e multiplicar-se no intestino do hospedeiro, proporcionando desta forma, equilíbrio de sua microbiota intestinal, com benefícios ao hospedeiro (DE MELO et al., 2013). MOURIÑO et al. (2012) classificaram os probióticos como: produtos que agem diretamente sobre o animal, principalmente através de alterações em sua microbiota intestinal. Enquanto que os biorremediadores foram classificados como: produtos à base de substâncias que atuam sobre os parâmetros físico-químicos do ambiente de cultivo e, por fim, os biocontroladores como produtos que irão atuar sobre a microbiota do ambiente de cultivo, muitas vezes influenciado na capacidade deste ambiente de mineralizar e ciclar nutrientes através da ação de microrganismos.

Os principais micro-organismos utilizados para o desenvolvimento de probióticos são dos gêneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Bacillus* e leveduras (DUARTE et al., 2014), enquanto que os prebióticos mais importantes são o fruto-oligossacarídeos (FOS), mananoligossacarídeos (MOS), mananoligossacarídeos (MOS), Parede Celular de Levedura (PCL).

As enzimas e os complexos enzimáticos constituem outro grupo comumente utilizado como aditivo alimentar na aquicultura. O interesse pelo uso de enzimas exógenas em dietas surgiu pelo fato de que muitos ingredientes utilizados para a formulação de rações em aquicultura possuem alto valor de mercado, desta forma é cada vez mais comum que ingredientes alternativos, e muitas vezes de origem vegetal, sejam testados e utilizados na produção de alimentos para a aquicultura. Neste sentido,, , a utilização dessas enzimas é uma alternativa para aumentar a digestibilidade dos alimentos e o desempenho dos animais (CAVERO, 2004). A fitase, protease, amilase, pectinase, xilanase e a beta-glucanase estão entre as principais enzimas utilizadas como aditivos alimentares em aquicultura.

Os ácidos orgânicos também têm sido utilizados como aditivos zootécnicos que desempenham o papel de substância digestiva, equilibradores de flora e melhoradores de desempenho na produção de diversas espécies aquícolas (ENCARNAÇÃO, 2010; MAPA, 2004; PEREIRA, 2019; JESUS et al., 2019). A adição de ácidos orgânicos à ração tende a acarretar em uma redução do pH do alimento, causando inibição no crescimento microbiano e conseqüente diminuição da absorção de possíveis organismos patogênicos e seus metabólitos tóxicos pelos animais (NG; KOH, 2017; ENCARNAÇÃO, 2010; LÜCKSTÄDTS, 2008; PEREIRA, 2019). No trato intestinal, os ácidos orgânicos promovem

aumento da atividade da pepsina e inibem o crescimento de bactérias Gram-negativas, através de alterações na composição de ácidos e ânions intracelulares das bactérias, desempenhando assim um papel antibacteriano e conseqüentemente acarretando em mudanças na microbiota do trato dos peixes (NG; KOH, 2017; ENCARNAÇÃO, 2010; LÜCKSTÄDT, 2008; PEREIRA, 2019).

Os ácidos acético, benzóico, propiônico e fórmico são exemplos de ácidos orgânicos utilizados e/ou estudados com frequência para uso em aquicultura.

Os óleos essenciais constituem outro grupo muito estudado atualmente em relação ao seu potencial como aditivo alimentar para a aquicultura. Essas substâncias podem desempenhar um papel digestivo nos animais, realizando ligações químicas com outras substâncias ou nutrientes, tornando estes mais disponíveis no trato digestório dos animais, ou como anti-inflamatórios, estimulantes gástricos, ação antimicrobiana, ou estimulante de apetite. Dentre os principais óleos essenciais utilizados e/ou estudados atualmente, pode-se citar: o Eugenol do cravo, o Cingerol do gengibre, o Cineol do alecrim, sálvia e louro, o Carvacrol e Thymol do orégano (SANTOS et al., 2009).

O desafio na utilização de extratos vegetais na nutrição animal tem sido a identificação e o estabelecimento dos efeitos exercidos pelos compostos ativos presentes nessas plantas sobre o organismo animal, pois ainda há pouco conhecimento da ação de muitos desses compostos (RIZZO, 2010). Desta forma, vários extratos vegetais ou produtos à base de extratos vegetais e outros alimentos ou ingredientes subprodutos de outros setores de produção de alimentos têm sido testados como potencial aditivo alimentar em aquicultura. SATO (2013), avaliou a influência do própolis sobre o desempenho zootécnico de juvenis de tilápia, concluindo que o extrato bruto deste produto agiu de maneira eficaz sobre o desempenho zootécnico dos peixes. GARCIA (2012) e FERNANDES (2017) avaliaram a influência da suplementação de algas na alimentação de juvenis de tilápia *Oreochromis niloticus*.

Desta forma, constata-se que o uso de resíduos industriais ou substâncias e nutrientes alternativos está intrinsecamente conectado ao conceito de aquicultura sustentável, baseada nos manejos de profilaxia. No entanto, ainda existem diversas lacunas no que diz respeito à aplicação deste conhecimento, seja em relação às substâncias utilizadas, a especificidade de espécies, à fase de desenvolvimento dos animais, ou à dose a ser aplicada.

1.5 O COMPOSTO CERVEJEIRO TRUB E SUAS APLICAÇÕES

A produção industrial de cerveja gera três principais resíduos, sendo eles o bagaço de malte, a levedura residual e o Trub. Tanto o bagaço de malte quanto a levedura residual são resíduos explorados com frequência e testados para diversos usos, estando entre eles a alimentação animal (CHAVES et al., 2014; GERON et al., 2007; BROCHIER e CARVALHO, 2009; HUIGE, 2006).

O Trub, também chamado de Trub grosso, ou hot break, é o segundo resíduo sólido gerado durante a fabricação de cerveja (BRIGGS, 1998; MATHIAS; MELLO; SÉRVULO, 2014). É formado durante a etapa de fervura do mosto, após a adição do lúpulo, e constituído por proteínas, polifenóis, minerais, substâncias amargas do lúpulo, carboidratos, ácidos graxos entre outros compostos insolúveis durante o processo de fervura (BRIGGS, 1998; NIGAM; PANDEY, 2009 MATHIAS; MELLO; SERVULO, 2014). Na literatura, estudos indicam que a composição centesimal do Trub apresentado faixas de proteína entre 40 e 70% da matéria seca; polifenóis entre 5 e 10%; minerais entre 3 e 5%; carboidratos entre 4 e 10%; ácidos graxos entre 1 e 2% e substâncias amargas do lúpulo entre 7 e 20%. No entanto, grandes variações desta composição centesimal podem ocorrer por conta de diversos fatores que influenciam na formação do Trub como, por exemplo, a variação do lúpulo e do cereal maltado, espécies e área de cultivo, efeitos sazonais, métodos de produção, formulação e tipos de cerveja produzidos (MATHIAS; MELLO & SÉRVULO, 2014; ROBERTS et al., 2006).

O Trub, no entanto, é um resíduo da indústria cervejeira muito menos explorado do que o bagaço de malte e a levedura residual, embora sejam produzidos cerca de 19 Kg deste resíduo para cada 1.000 litros de cerveja produzidos (RUSS & MEYER-PITTROFF, 2003). Há poucos registros do uso deste composto na literatura, mesmo este apresentando uma gama de compostos imunoestimulantes naturais oriundos do malte e do lúpulo, como por exemplo: polissacarídeos, composto fenólicos, flavonóides, ácidos orgânicos, entre outros (BRIGGS, 1998; NIGAM; PANDEY, 2009 MATHIAS; MELLO; SERVULO, 2014), além de proteínas, minerais e ácidos graxos, que podem configurar este composto como um aditivo alimentar ou um ingrediente alternativo aos de origem animal utilizados para a formulação de rações em aquicultura.

2 OBJETIVO GERAL

Contribuir para o progresso da criação da tilapicultura com informações acerca dos efeitos da inclusão dietética do resíduo cervejeiro Trub na dieta de tilápia *Oreochromis niloticus* sobre o desempenho zootécnico e hematológicos.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os efeitos da suplementação dietética em diferentes concentrações do Trub sobre o desempenho zootécnico de juvenis de tilápia *Oreochromis niloticus* mantidos em sistema de recirculação;
- Avaliar os efeitos da suplementação dietética em diferentes concentrações do Trub sobre os parâmetros hematológicos de juvenis de tilápia *Oreochromis niloticus* mantidos em sistema de recirculação.

4 JUSTIFICATIVAS

A aquicultura é um setor em franca ascensão no cenário comercial mundial. Mas, enfrenta uma série de entraves para o seu progresso, principalmente em um país em desenvolvimento como o Brasil. Neste país o setor surgiu através da pequena e média produção em propriedades familiares, com o emprego de pouca tecnologia e mecanização. Dentre os entraves, um dos mais decisivos para o incremento da aquicultura diz respeito à sanidade destes cultivos, tanto do ponto de vista ambiental, quanto do ponto de vista dos animais, que constituem o principal produto desta atividade. O tratamento de enfermidades em uma criação não é uma realidade no setor, seja pela dificuldade do manejo em tratar animais infectados ou pelas restrições, cada vez maiores em relação ao uso de antibióticos. Desta forma, a principal maneira de inibir prejuízos ambientais e econômicos no setor aquícola em função de eventuais enfermidades, é a profilaxia. Esta medida não se restringe apenas aos cuidados sanitários de preparo de viveiros e processos produtivos, mas, também diz respeito à nutrição dos organismos cultivados, uma vez que quanto melhor for o estado nutricional de um organismo vivo, menos este será suscetível ao desenvolvimento de enfermidades. Além disso, alguns aditivos zootécnicos podem influenciar na microbiota, nos parâmetros hematológicos e na imunidade de organismos aquáticos frente a diferentes tipos

de patógenos. Por fim, o uso de ingredientes de origem animal para a formulação de rações em aquicultura tem se apresentado cada vez mais como proibitivo em termos econômicos para o setor, devido ao preço destes ingredientes. Assim, o uso de ingredientes alternativos e mais baratos, ou de aditivos que possam potencializar a capacidade de digestão destes ingredientes por parte do animal, tem sido cada vez mais estudado e testado para a aplicação em aquicultura.

O Trub é um composto residual de indústria cervejeira já bem estabelecida, de grande produção e baixo custo, apresentando potencial como aditivo alimentar pela sua composição, rica em proteínas, minerais, polifenóis e ácidos orgânicos. No entanto, ainda há poucos registros para a aplicação deste composto, criando uma demanda para que este seja estudado.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 AQUISIÇÃO DO TRUB E PREPARAÇÃO DAS DIETAS

As dietas foram formuladas com base nas exigências nutricionais da tilápia *Oreochromis niloticus*, tendo sido produzidas, fornecidas pelo Laboratório de Nutrição da UFSC (LabNutri – UFSC) e analisadas pelo mesmo de acordo com métodos padronizados pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1999). A ração base, sem adição de Trub, utilizada para o experimento apresentava um índice de energia bruta de 4398,50 Kcal Kg⁻¹; proteína bruta de 37,33%; 7,08% de lipídios; 2,79% de fibra e 6,58% em cinzas.

O Trub foi acrescentado em sua forma liofilizada à dieta, após a extrusão. O Trub utilizado foi analisado no Laboratório de Análises (LABCAL), do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (CAL) – UFSC, conforme os métodos padrões de análise de composição centesimal de alimentos. A amostra utilizada para a formulação das dietas deste experimento apresentou índices de Matéria seca de 93,28% e índices de minerais de 2,45%; proteína bruta 9,31% e lipídeos 1,28% em relação a 100 g de matéria seca.

5.2 ESTRUTURA E MANEJOS

Juvenis de tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus* com peso vivo de 8 a 12 g, revertidos sexualmente para machos, foram fornecidos por uma piscicultura comercial localizada em Pomerode - Santa Catarina e transportados para o Laboratório de Sanidade de Organismos Aquáticos (AQUOS) da UFSC. O transporte dos animais foi realizado por meio de sacos plásticos de 50 litros contendo 20% de água e o restante de seu volume completado

com oxigênio. Em seguida os peixes foram transferidos e divididos entre três tanques de polietileno 100 litros de volume, onde passaram por um período de aclimação às condições laboratoriais durante de 5 dias. Posteriormente, os peixes foram aleatoriamente distribuídos entre 18 unidades experimentais, sendo também tanques de polietileno com volume de 100 litros (capacidade útil de aproximadamente 90 litros) ligadas a um sistema de recirculação de água com decantador, filtro mecânico com perlon, filtro biológico com esponjas porosas e esferas de argila expandida e um reator UV conforme Owatari et al. (2018). O controle de temperatura ocorreu através de termostatos equipados com aquecedores de potência de 100W da marca Roxin®. Os animais permaneceram sendo alimentados com a ração sem suplementação do Trub, até terem sido liberados pela responsável veterinária do Núcleo de Estudos em Patologia Aquícola.

Os peixes foram divididos em três grupos experimentais com seis repetições, contendo 20 animais em cada unidade experimental. Os grupos foram: grupo controle, sem a adição de Trub na ração; T1 com a suplementação de Trub a 1%; e T2, com a suplementação de Trub a 2%. Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia até a saciedade aparente, às 09:00; 11:00; 14:00 e 16:00.

Uma biometria foi realizada no dia zero, no momento da distribuição entre as unidades experimentais, para que se obtivesse o peso dos juvenis. O experimento teve duração de 49 dias, entre junho e julho de 2019, com um dia em jejum sendo realizado posteriormente. Após as 24 horas de jejum, quatro animais de cada unidade experimental foram anestesiados em Eugenol (75 mg L^{-1}) diluído em álcool e após adicionados na água, para realizar a biometria final e coleta de sangue. Os procedimentos adotados seguem os preconizados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Santa Catarina.

Durante o experimento, os parâmetros de água foram monitorados diariamente. A amônia (NH_3), nitrito (NH_2^-) e pH foram mensurados com o uso de testes comerciais colorimétricos. A amônia manteve-se entre 3,5 a 6,5 mg L^{-1} ; o nitrito aproximadamente 1,00 mg L^{-1} e o pH permaneceu na faixa de 6.6 a 6.8. A temperatura foi monitorada com o uso de termômetros manuais de vidro e manteve-se entre 24 e 29 °C durante todo o período de experimento.

Diariamente, ao final da manhã e após a última alimentação ofertada aos animais, os tanques de cada unidade experimental e o decantador do sistema de recirculação receberam uma limpeza. Estes eram sifonados para retirar restos de alimentos e dejetos.

Posteriormente ocorria a reposição de água para que o sistema continuasse em perfeito funcionamento.

5.3 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

Levando em conta os dados obtidos através das biometrias no início e ao término do experimento, o ganho em peso (GP), ganho de peso diário (GPd), a taxa de crescimento específico (TCE), a conversão alimentar (CA), eficiência alimentar (E) e sobrevivência (S) foram analisados pelas seguintes equações:

$$GP = \text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)} \quad (1)$$

$$GPd = \frac{\text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}}{\text{tempo (dias)}} \quad (2)$$

$$TCE = \frac{100 \cdot (\ln \text{ peso final (g)} - \ln \text{ peso inicial (g)})}{\text{tempo (dias)}} \quad (3)$$

$$CA = \frac{\text{Consumo de ração (g)}}{\text{Ganho de peso (g)}} \quad (4)$$

$$E = \frac{100 \cdot \text{Ganho de Peso (g)}}{\text{Consumo de ração (g)}} \quad (5)$$

$$S = \frac{\text{Número de animais ao final do experimento}}{\text{Número de animais no início do experimento}} \cdot 100 \quad (6)$$

5.4 PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS

Para as análises hematológicas, o sangue dos quatro peixes coletados por unidade experimental foi retirado por punção da veia caudal usando seringas emulsificadas com EDTA (Hemstab®, Brasil). Os eritrócitos foram contados em uma câmara de Neubauer após diluição 1: 200 em solução Dacie (citrato de sódio (Synth®, Brasil), formalina a 37-40% (Dinamica®, Brasil), azul de toluidina (Vetec®, Brasil), segundo Blaxhall e Daisley (1973). Foram realizados esfregaços de sangue em duplicata com 3 µL de sangue e corados com Giemsa para a contagem total de leucócitos e trombócitos; bem como, contagem diferencial

de leucócitos foi realizada pelo método indireto. Uma alíquota de sangue foi usada para determinar a porcentagem de hematócrito pelo método microhematócrito, enquanto 16 μL de sangue foram usados para medir os índices de hemoglobina e hematimetria como: volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) usando as seguintes equações (Ranzani-Paiva et al., 2013):

$$VCM (fL) = \frac{\text{Hematócrito} \times 10}{\text{Número de Eritrócitos}} \quad (7)$$

$$HCM (g \cdot dL^{-1}) = \frac{\text{Taxa de Hemoglobina} \times 10}{\text{Número de Eritrócitos}} \quad (8)$$

$$CHCM (g \cdot dL^{-1}) = \frac{\text{Taxa de Hemoglobina} \times 100}{\text{Hematócrito}} \quad (9)$$

5.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado. Para comparar as médias entre os tratamentos foi analisada a normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilks e a homocedasticidade de variância pelo teste de Levene. Os valores das contagens de células foram transformados para $\log(x + 1)$. Quando encontrada diferença entre os tratamentos, as médias foram comparadas, pelo teste de Tukey. Todos os testes foram realizados ao nível de significância de 0,05.

6 RESULTADOS

6.1 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

A adição de Trub a 2% promoveu incremento no ganho de peso médio de 53,61 g, sendo estatisticamente superior ao grupo controle (40,10 g). Assim como, para o ganho de peso diário, onde o grupo T2 apresentou valor médio de 1,09 g dia^{-1} , também superior estatisticamente ao grupo controle (0,82 g dia^{-1}). Para a taxa de crescimento específico, o T2 apresentou o maior valor médio absoluto, de 3,91, mas sem diferença estatística para os demais tratamentos (Tabela 1).

Para o consumo de ração por peixe, eficiência alimentar, conversão alimentar e sobrevivência, não houve diferenças estatísticas significativas (Tabela 1). Entretanto, o T2 apresentou o maior valor médio absoluto em sobrevivência (88,75%), mas um índice pior de eficiência alimentar em comparação ao grupo Controle (104,22). O maior valor médio de consumo de ração por animal também foi o encontrado no tratamento T2 (51,78 g).

Tabela 1: Índices de desempenho zootécnico de tilápias *Oreochromis niloticus* tratadas com 2%, 1% ou sem a suplementação do composto Trub durante 48 dias.

Índices Zootécnicos	T0 (Controle)	T1 (Trub 1%)	T2 (Trub 2%)
Peso inicial (g)	7,96 ± 0,89	8,37 ± 0,89	8,59 ± 3,96
Peso final (g)	51,2 ± 8,38	57,61 ± 5,96	57,07 ± 30,77
Ganho de peso (g)	40,1 ± 2,71 ^b	48,72 ± 4,98 ^{ab}	53,61 ± 8,69 ^a
Ganho de peso diário (g/dia)	0,82 ± 0,06 ^b	0,92 ± 0,06 ^{ab}	1,09 ± 0,18 ^a
Taxa de Crescimento Específico	3,77 ± 0,12	3,83 ± 0,29	3,91 ± 0,20
Consumo de ração por peixe (g)	38,72 ± 2,63	44,94 ± 0,73	51,78 ± 7,46
Eficiência alimentar	104,22 ± 13,36	100,25 ± 7,49	103,67 ± 8,90
Conversão alimentar	0,97 ± 0,13	1,00 ± 0,08	0,97 ± 0,09
Sobrevivência (%)	82,5 ± 16,05	86,25 ± 7,50	88,75 ± 7,50

* As diferentes letras indicam diferenças estatísticas significativas constatadas através do teste de Tukey ($p < 0,05$). Os dados são apresentados em média ± desvio padrão.

6.2 PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS

Em relação aos parâmetros hematológicos, foi constatada diferenças estatísticas significativas apenas para os resultados de hematócrito, leucócitos totais, trombócitos e linfócitos (Tabela 2). Para o hematócrito, o T2 apresentou resultado superior de 36,17 %, enquanto o resultado inferior foi apresentado pelo tratamento T1, 33,58%. Já para as contagens de leucócitos totais, trombócitos e linfócitos, o tratamento T1 apresentou as maiores concentrações destas células (respectivamente $4,42 \times 10^4$; $4,37 \times 10^4$ e $4,39 \times 10^4$) (Tabela 2). As menores concentrações de leucócitos totais e trombócitos foram os apresentados pelo grupo controle ($3,06 \times 10^4$ e $3,10 \times 10^4$, respectivamente). A concentração

de linfócitos nos grupos controle e T2 exibiram os menores resultados ($2,81 \times 10^4$ e $2,83 \times 10^4$, respectivamente), sendo ambos inferiores ao tratamento T1 (Tabela 2).

O tratamento T1 ainda apresentou a maior média de contagem de eritrócitos em câmara de Neubauer (150,43) e HCM ($0,72 \text{ g dL}^{-1}$), mas sem diferença estatística.

O tratamento T2 apresentou as maiores médias também para hemoglobina ($10,51 \text{ g dL}^{-1}$), VCM (2,45 fL) e neutrófilos ($2,79 \times 10^3$), também sem diferença estatística constatada para estes parâmetros.

O tratamento controle apresentou as maiores médias apenas para CHCM ($33,74 \text{ g dL}^{-1}$) e monócitos ($3,10 \times 10^3$), porém sem diferenças estatísticas.

Para a Glicose, o tratamento T2 apresentou a menor concentração média, de $26,3 \pm 3,98$; enquanto que o tratamento controle apresentou a maior concentração média, de $33,41 \pm 3,93$ (Figura 2).

Tabela 2: Parâmetros hematológicos de tilápias *Oreochromis niloticus* tratadas com 2%, 1% ou sem a suplementação do composto Trub durante 48 dias.

Parâmetros Hematológicos	T0 (Controle)	T1 (Trub 1%)	T2 (Trub 2%)
Hemoglobina (g dL^{-1})	$9,95 \pm 1,65$	$10,35 \pm 1,34$	$10,51 \pm 1,9$
Hematócrito (%)	$33,95 \pm 3,19^{\text{ab}}$	$33,58 \pm 3,73^{\text{b}}$	$36,17 \pm 3,61^{\text{a}}$
Eritrócitos	$138,11 \pm 13,56$	$150,43 \pm 48,68$	$144,74 \pm 17,35$
VCM (fL)	$2,43 \pm 0,33$	$2,37 \pm 0,20$	$2,45 \pm 0,30$
HCM (g dL^{-1})	$0,70 \pm 0,13$	$0,72 \pm 0,11$	$0,70 \pm 0,13$
CHCM (g dL^{-1})	$33,74 \pm 12,36$	$30,71 \pm 3,83$	$30,59 \pm 5,61$
Leucócitos Totais ($\times 10^4 \mu\text{l}^{-1}$)	$3,06 \pm 1,01^{\text{b}}$	$4,42 \pm 0,98^{\text{a}}$	$3,51 \pm 1,03^{\text{ab}}$
Trombócitos ($\times 10^4 \mu\text{l}^{-1}$)	$3,10 \pm 0,72^{\text{b}}$	$4,37 \pm 0,85^{\text{a}}$	$2,91 \pm 0,84^{\text{b}}$
Linfócitos ($\times 10^4 \mu\text{l}^{-1}$)	$2,81 \pm 0,91^{\text{b}}$	$4,39 \pm 1,10^{\text{a}}$	$2,83 \pm 0,74^{\text{b}}$
Neutrófilos ($\times 10^3 \mu\text{l}^{-1}$)	$2,72 \pm 1,71$	$2,27 \pm 1,42$	$2,79 \pm 1,32$
Monócitos ($\times 10^3 \mu\text{l}^{-1}$)	$3,10 \pm 1,43$	$2,38 \pm 1,13$	$2,83 \pm 1,22$

* As diferentes letras indicam diferenças estatísticas significativas constatadas através do teste de Tukey ($p < 0,05$).

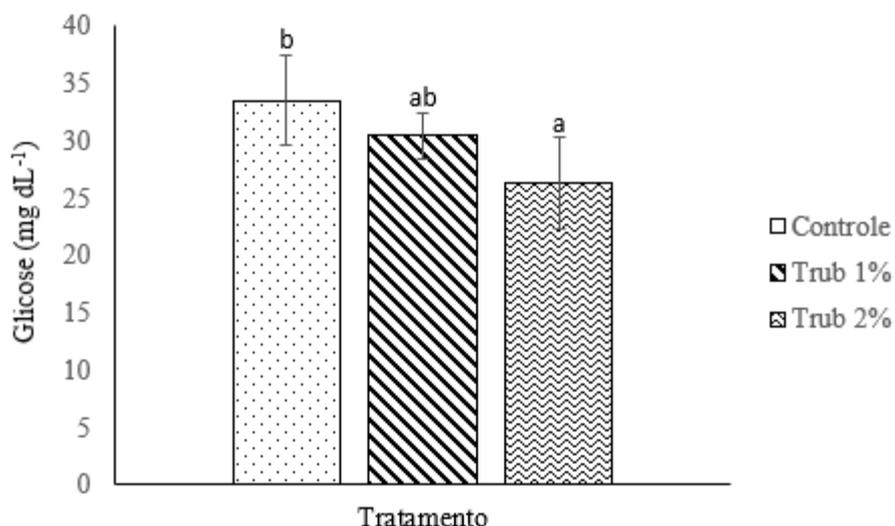


Figura 2: Concentrações médias de glicose de tilápias *Oreochromis niloticus* tratadas com 2%, 1% ou sem a suplementação do composto Trub durante 48 dias. As diferentes letras indicam diferenças estatísticas significativas constatadas através do teste de Tukey ($p < 0,05$).

7 DISCUSSÃO

Os resultados apresentados indicam que o Trub apresenta potencial para o melhor desempenho zootécnico de tilápia *Oreochromis niloticus*. Parâmetros decisivos para o sucesso produtivo em uma piscicultura, foram sensivelmente afetados pela suplementação do composto, com ênfase para a taxa de crescimento específico (TCE), bastante satisfatória quando comparada com os resultados de outros estudos com a suplementação de aditivos alimentares encontrados na literatura (Tabela 3).

Diferente do presente trabalho, Neves, (2018), constatou influência positiva na taxa de crescimento específico para juvenis de tilápia suplementadas com ácido fumárico na concentração de 1,5%, sendo este de 7,25% e estatisticamente superior ao controle e as demais concentrações testadas. Já Cornélio (2012) avaliou a influência da adição na água da levedura *Saccharomyces cerevisiae* em concentração de $5,6 \times 10^5$ UFC ml⁻¹ e também da suplementação da bactéria *Lactobacillus plantarum* na ração sobo desempenho zootécnico da tilápia após 55 dias de ensaio. Este autor encontrou uma taxa de crescimento específico superior ao presente trabalho, mas também sem influência estatística entre os tratamentos. A conversão alimentar (CA) observada por Cornélio (2012) é pior que a obtida no presente trabalho (1,28 para os tratamentos com levedura e 1,27 para a suplementação com *Lactobacillus sp.*, em comparação com 0,96 para o tratamento T1 deste estudo). Tais fatos podem indicar que os aditivos avaliados por Cornélio (2012) podem beneficiar o consumo

de ração pelos peixes, através de ganhos sensoriais e de palatabilidade; enquanto que o Trub, com base nos resultados apresentados aqui, influencia na eficiência da digestibilidade dos ingredientes consumidos pelos animais. Isso é reforçado pelo baixo consumo de ração constatado neste experimento quando comparado com os dados encontrados na literatura.

Com relação ao consumo de ração, Gomes (2019) obteve um consumo de cerca de 143 g de ração por peixe durante 60 dias de experimento, valor este bastante superior aos consumidos pelos peixes durante os 48 dias deste ensaio (cerca de 47 g). Ainda assim, a taxa de crescimento específico encontrada no presente trabalho é superior ao constatada no restante dos estudos presentes na Tabela 3. Sato (2013) alcançou uma taxa de crescimento específico de 3,90 % para juvenis de tilápia-do-nilo alimentados durante 30 dias com ração suplementada por um complexo enzimático em concentração de 0,09%. Já Gomes (2019), não apresentou dados de TCE para tilápias com alimentação suplementada de complexo enzimático, mas a conversão alimentar (CA) deste estudo é bem pior à encontrada aqui (1,95 em comparação os 0,97 do tratamento T2).

Sosa (2018), alcançou um índice de conversão alimentar de 1,17 para tilápias alimentadas por 60 dias com a suplementação do mix dos óleos essenciais de caju e mamona em concentração de 0,20%, bastante próxima da CA encontrada no presente trabalho. Porém, sua TCE foi de 2,95 %. Silva (2015) também avaliou o desempenho de tilápias alimentadas com a suplementação de óleo essencial, desta vez a Metformina, também em concentração de 0,20% e por um período de 80 dias, e encontrou uma CA de 1,31 e uma TCE de 2,24 %, valores que são próximos dos encontrados por Sosa (2018) para a suplementação com óleos essenciais e piores aos encontrados neste trabalho.

A taxa de crescimento específico e conversão alimentadas encontradas para o tratamento T1 são melhores também em comparação aos mesmos parâmetros avaliados para tilápias alimentadas com a suplementação de probiótico à base de *Bacillus spp.* Durante os 30 dias de experimento realizados por De Brito (2019). Os animais com a dieta suplementada com este probiótico em uma concentração de 1 g Kg⁻¹ apresentaram uma TCE aproximadamente 3,7 e uma CA de 1,15.

Quando comparados a outros aditivos de origem vegetal ou residuais de outros tipos de produção de alimentos, os resultados para TCE e CA do presente trabalho continuam sendo satisfatórios. Fernandes (2017) avaliou os efeitos da suplementação da alga *Schizochytrium sp.* na dieta de tilápia-do-nilo em um ensaio com duração de 57 dias e com uma concentração de suplementação de 2%, encontrando resultado superior ao presente estudo para TCE, sendo de 4,32 %. Porém, a CA avaliada por Fernandes (2017) foi de 1,11,

um pouco acima da avaliada neste presente experimento, ainda que seja também considerada uma boa conversão alimentar. Garcia (2012) também avaliou o efeito da suplementação de algas na alimentação de tilápia *Oreochromis niloticus*, em concentração de 1%, mas encontrou resultados bem piores para TCE (2,05%) e CA (2,36) em comparação a presente pesquisa.

Jesus (2017) testou própolis como aditivo alimentar para juvenis de tilápias, em concentrações de 1 e 2% e encontrou índices de conversão alimentar de 1,28 e 1,27, respectivamente, menos eficientes do que os 1,00 e 0,97 encontrados para as concentrações de 1 e 2% do Trub.

Cechim (2013) encontrou uma TCE também inferior ao presente trabalho quando testou a suplementação da dieta de tilápias juvenis com o mananoligossacarídeo (MOS) em concentração de 0,80%, alcançando resultado de 3,00%, mas a CA foi de 1,26. Por fim, avaliando os efeitos da suplementação do extrato da planta *Sanguinarina canadenses* na alimentação para juvenis de tilápia, em concentração de 200 mg Kg⁻¹, Melo (2016) encontrou uma TCE de 1,10%, bem inferior a este estudo, porém foi constatada uma CA de 1,00, basicamente igual aos 0,97 do tratamento T2.

Os resultados expressivos para a conversão alimentar, ganho de peso e taxa de crescimento específico alcançados neste trabalho, podem estar relacionados à qualidade da dieta oferecida aos animais, uma vez que mesmo o tratamento controle apresentou resultados satisfatórios em relação a vários índices encontrados na literatura (Tabela 3). Ainda assim, a adição do Trub às dietas demonstrou-se relevante em relação ao ganho de peso, uma vez que o tratamento T2 apresentou resultado significativamente ao controle. Isso pode estar relacionado ao incremento de proteína bruta na dieta, hipótese reforçada pelo fato de que o tratamento T2 apresentou melhor resultado do que o Tratamento T1. Os minerais, ácidos orgânicos e polifenóis presentes neste composto também podem ter contribuído para este resultado, uma vez que algumas destas substâncias podem tornar macronutrientes, como a proteína ou lipídios, mais biodisponíveis para o organismo, principalmente através de ligações químicas e processos de polarizações de moléculas.

O próprio processo de fabricação de onde origina-se o Trub por estar relacionado com o potencial deste composto para a dieta de peixes, uma vez que o processo de cozimento durante a produção de cerveja pode tornar alguns nutrientes do Trub mais digestíveis aos organismos aquáticos, o que poderia não acontecer caso o composto fosse oferecido *in natura*, levando em conta sua origem vegetal.

Tabela 3: Comparação dos resultados de Ganho de Peso (GP), Taxa de Crescimento Específico (TCE), e Conversão Alimentar (CA) do presente trabalho com outros estudos sobre aditivos alimentares para tilápia *Oreochromis niloticus* encontrados na literatura.

Estudo	Aditivo	Concentração	Duração (dias)	GP (g)	TCE (%)	CA
FERREIRA, 2019	Trub	1% 2%	48	45,03 ± 2,95 53,61 ± 8,69	3,83 ± 0,29 3,91 ± 0,20	1,00 ± 0,08 0,97 ± 0,09
CORNÉLIO, 2012	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Lactobacillus plantarum</i>	5,6 X 10 ⁵ UFC ml ⁻¹ 100 ml . kg ⁻¹	55	23,60 ± 0,22 23,5 ± 0,19	4,36 ± 0,04 4,33 ± 0,01	1,28 ± 0,01 1,27 ± 0,02
JESUS, 2017	Própolis	1% 2%	60	12,4 12,8	- -	1,2 1,2
SATO, 2013	Complexo Enzimático Allzyme®	0,09%	30	-	3,90 ± 0,12	1,37 ± 0,13
GARCIA, 2012	Suplemento à base de Algas	1%	25	22,50 ± 3,60	2,05 ± 0,29	2,36 ± 0,46
DE BRITO, 2019	Probiótico com <i>Bacillus spp.</i>	1 g . Kg ⁻¹	30	15,2 ± 1,2	3,7 ± 0,1	1,15 ± 0,01
SOSA, 2018	Óleos essenciais de Caju e Mamona	0,20%	60	172,44 ± 19,70	2,95 ± 0,93	1,17 ± 0,07
SILVA, 2015	Metformina	0,20%	80	-	2,24 ± 0,01	1,31 ± 0,02
MELO, 2016	<i>Sanguinarina canadenses</i>	200 mg kg ⁻¹	30	13,00 ± 1,71	1,10 ± 0,07	1,00 ± 0,13
FERNANDES, 2017	<i>Schizochytrium sp.</i>	2%	57	87,37	4,32	1,11
GOMES, 2019	CE (Protease, Fitase, Amilase, Pectinase, Xílanase, β-Glucanase)	0,05%	60	73,66	-	1,95
CECHIM, 2013	Mananoligossacarídeo (MOS)	0,80%	30	18,68 ± 1,36	3,00 ± 0,17	1,26 ± 0,12

Em relação aos parâmetros hematológicos, os eritrócitos apresentaram valores médios próximos ao encontrado na literatura. Weinert (2014) encontrou valores entre $1,87 \times 10^6 \mu\text{l}^{-1}$ e $1,94 \times 10^6 \mu\text{l}^{-1}$. Da Silva (2012) encontrou valores na média de $1,75 \times 10^6 \mu\text{l}^{-1}$, com concentrações um pouco menores para tilápias quando estas foram submetidas ao estresse por exposição ao ar. Para tilápias criadas em duas propriedades diferentes, em um pesque-pague e uma criação do tipo MAVIPI, ao longo de um ano de coletas, Azevedo et al. (2006) encontraram concentrações médias $0,57 \times 10^6 \mu\text{l}^{-1}$ a $1,78 \times 10^6 \mu\text{l}^{-1}$, indicando variações para este parâmetro conforme indivíduos, propriedades com suas determinadas condições de ambiente e sazonalidade.

A concentração de eritrócitos relaciona-se com o estado nutricional de peixes, tendendo a ser menor em indivíduos anêmicos (AZEVEDO et al., 2006). Além disso, esta célula está relacionada com a capacidade de circulação de oxigênio e, portanto, ao processo de respiração, e por isso sua concentração é um parâmetro relevante para a capacidade do animal em responder a condições de estresse (SILVA, 2012). No presente trabalho, não houve diferença estatística constatada entre os tratamentos para este parâmetro, porém, houve um acréscimo em números absolutos para os tratamentos T2 e T1 em relação ao tratamento controle. Semelhante ao presente estudo, Silva (2018) não constatou diferença estatística significativa na concentração de eritrócitos para juvenis de tilápia mantidos por 30 dias em laboratório recebendo dietas enriquecidas com mix de ácidos orgânicos e mix de ácidos orgânico + óleo essencial da pimenta-alecrim, contudo foi o grupo controle que apresentou a maior concentração média em números absolutos, de $1,76 \pm 0,56 \times 10^6 \mu\text{l}^{-1}$. Já Salvador et al. (2013) encontrou diferença estatística significativa para juvenis de tilápia alimentados por 77 dias com ou sem a suplementação da parede celular da levedura na dieta, encontrando a maior concentração média para o tratamento com 0,3% de suplementação, de $2,04 \times 10^6 \mu\text{l}^{-1}$. Os resultados apresentados neste trabalho corroboram com o constatado por Tavares-dias e Moraes (2004) de que quanto maior o número de eritrócitos, maior tende a ser a taxa de hemoglobina e menor o VCM.

O hematócrito avaliado no presente estudo encontra-se na faixa considerada normal para tilápias em estado saudável, sendo entre 27 e 37% (FELDMAN et al., 2006). Silva (2018) encontrou valores menores para este parâmetro, entre 23 e 27%, sem diferença estatística entre os tratamentos com e sem suplementação de ácidos orgânicos ou óleo essencial. No presente estudo, o tratamento T2 apresentou estatisticamente maior taxa média de hematócrito em relação ao controle, apoiando a hipótese de que o Trub exerça influência

sobre este parâmetro. Salvador et al., (2013) também constatou diferença estatística para este parâmetro, com taxa média maior para o tratamento com 0,3% de suplementação de parede celular da levedura, outro subproduto da indústria cervejeira, sendo de 36,80 %, bem próxima aos 36,17% constatados neste trabalho para o tratamento T2. Mas diferentemente do presente estudo, Salvador (2013) observou influência da suplementação da parede celular da levedura a 0,3% sobre a concentração de hemoglobina, alcançando um valor de 11,92 g dL⁻¹, o qual é pouco maior do que as concentrações observadas para todos os tratamentos deste trabalho, que variaram entre 9,95 g. dL⁻¹ e 10,51 g. dL⁻¹, sem diferença estatística.

Em teleósteos, a composição sanguínea é dependente de fatores fisiológicos e ecológicos, tais como sexo, estágio de desenvolvimento gonadal, estresse, infecções e desequilíbrios ambientais (TAVARES-DIAS; MORAES, 2004). Neste contexto, o número de leucócitos varia entre famílias, gêneros e espécies, e de acordo com o ambiente (TAVARES-DIAS; MORAES, 2004). Os leucócitos estão relacionados com a capacidade de resposta imune de um peixe frente às infecções por agentes invasores. Pickering (1981) relatou que a queda de linfócitos pode estar relacionada com redução da capacidade do peixe de se defender contra agentes patógenos.

Neste estudo, foi observado predominância de linfócitos seguidos de monócitos e neutrófilos na contagem diferencial de leucócitos, semelhante ao observado por Ezzat et al. (1974), Lea Master et al. (1990), Tavares-Dias & Faustino (1998), Tavares-Dias et al. (2000), Tavares-Dias & Moraes (2004) e Azevedo et al. (2006).

A contagem de leucócitos totais apresentou diferença estatística, sendo superior no tratamento T1, de $4,42 \pm 0,98 \times 10^4 \mu\text{l}^{-1}$, ou 44.200 μl^{-1} . Essa concentração de leucócitos é bastante superior quando comparado às concentrações encontradas por Silva (2018) de 8.950 μl^{-1} ou por Azevedo (2006) que encontrou concentrações de leucócitos totais variando entre 1.700 μl^{-1} e 21.200 μl^{-1} , conforme propriedade e época de coleta de animais. Por outro lado, a concentração de leucócitos total encontrada no tratamento T1 deste trabalho é bem inferior àquelas encontradas por Salvador(2013) para juvenis de tilápias alimentadas com ração suplementada de parede celular da levedura em 0,3%, de 210.000 μl^{-1} e De Magalhães Araujo et al. (2011) para tilápias alimentadas com a suplementação de óleos de girassol e linhaça, de 143.000 μl^{-1} . Estes dados demonstram como este parâmetro pode variar em função de vários fatores.

Desta forma, é importante notar a influência que o composto Trub exerceu sobre a contagem de leucócitos totais neste experimento, tendo sido estatisticamente relevante, algo que ocorreu também no experimento conduzido por Salvador(2013) com ração suplementada em 0,3% de parede celular da levedura.

Já em relação à contagem diferencial de leucócitos, o tratamento T1, muito pelo fato de já ter apresentado também a maior concentração de leucócitos totais, acabou apresentando também a maior concentração média de linfócitos, já que esta é a célula mais frequente dentre os leucócitos. A demanda energética durante o processo de ativação linfocitária é decisiva na resposta imune dos peixes (BOZZO et al., 2007). Assim, o efeito do Trub contido na dieta sugere que ele seja capaz de incrementar o nível nutricional e, portanto, melhorar o patamar de saúde dos peixes.

Os neutrófilos são células de defesa sensíveis à desnutrição proteica e energética, e seus valores podem variar de acordo com a composição da dieta do peixe. Neutrófilos desempenham papel importante na resposta às infecções, desempenhando funções de fagocitose. No presente trabalho, a contagem destas células não foi afetada pela suplementação de Trub na dieta de juvenis de tilápia, no entanto, é esperado que a ativação deste tipo de célula seja dada em resposta a alguma ação inflamatória reconhecida por monócitos e linfócitos. Seria importante, portanto, que uma contagem diferencial fosse realizada após um desafio experimental, para que assim a influência da suplementação com Trub sobre este parâmetro pudesse ser melhor elucidada.

Em relação à glicose, o menor índice encontrado para o tratamento T2 provavelmente está relacionado com a origem vegetal do Trub e sua disponibilidade de fibras, uma vez que os carboidratos de cadeia simples da ração sem adição deste composto provavelmente tornam-se disponíveis mais rapidamente na corrente sanguínea, elevando o índice glicêmico, enquanto que o açúcar dos carboidratos mais complexos, com menos calorias e ricos em fibras do Trub, podem ter-se tornado disponíveis mais lentamente.

8 CONCLUSÃO

Levando em conta os resultados apresentados no presente estudo, conclui-se que o composto cervejeiro Trub exerce influências relevantes sobre o desempenho zootécnico e parâmetros hematológicos da tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus*, melhorando o

desempenho zootécnico dos animais, bem como alguns dos parâmetros hematológicos, intimamente ligado ao sistema imune inato desta espécie.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda que resultados expressivos tenham sido encontrados no presente trabalho, destaca-se a importância de que novos testes com diferentes concentrações de Trub na ração sejam realizados, a fim de que se encontra a dose ideal deste composto. Além de testar também em diferentes condições e animais dada as variações possíveis nos padrões hematológicos.

Além disso, o fato da a amônia (NH_3) estar bastante elevada durante todo este experimento, pode tornar os resultados de desempenho zootécnico subestimados. Outra variante que deve ser levada em conta, é a amostra de Trub utilizada, uma vez que, como apresentado neste trabalho, a composição deste pode variar consideravelmente, tornando importante que se faça mais ensaios como este com compostos em diferentes composições centesimais, para que se elucide quais as influências geradas por estas variações, tornando possível que fontes ideais deste composto sejam elencadas.

10 REFERÊNCIAS

AUOZANI, Laudir Luiz. Aquicultura no sul do Brasil: aspectos históricos e políticas de desenvolvimento. In: BARCELLOS, Leonardo José Gil; FAGUNDES, Michele; FERREIRA, Daiane. **Workshop sobre jundiá: História e perspectivas**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2013. Cap. 4. p. 27-42.

PEIXEBR- ANUÁRIO PEIXE BR DA PISCICULTURA 2018, disponível em: www.peixebr.com.br, acessado em outubro de 2019.

KUBITZA, F. Aquicultura no Brasil: principais espécies, áreas de cultivo, rações, fatores limitantes e desafios. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 150, jul./ago. 2015.

ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, AP de O. Fisiologia da reprodução e propagação artificial dos peixes. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, p. 45-73, 2004.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Pesca e aquicultura**. Palmas: Embrapa, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-pesca-e-aquicultura/>>. Acesso em: outubro de 2019.

SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Evolução da piscicultura no Brasil: Diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia. Texto para Discussão, 2017.

CEDAP - CENTRO DE DESENVOLVIMENTO EM AQUICULTURA E PESCA. Epagri, 2019. Disponível em <<http://www.infoagro.sc.gov.br/index.php/safra/producao-animal> >. Acessado em outubro de 2019.

FAO World aquaculture production by species groups. (2018). Available in: <ftp://ftp.fao.org/FI/STAT/summary/b-1.pdf>. Acessado em outubro de 2019

SEAFOOD WATCH. Tilapia (*Oreochromis spp.*). **Aquaculture Standard Version A3.2**. 2018. Disponível em <https://www.seafoodwatch.org/-/m/sfw/pdf/reports/t/mba_seafoodwatch_tilapiachinareport.pdf>. Acessado em outubro de 2019.

KUBITZA, F. A evolução da tilapicultura no Brasil: produção e mercado. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 76, mar./abr. 2003.

CHELLAPPA, N. T. et al. **Os hábitos alimentares e os tipos de alimento da tilápia nilótica, *Oreochrominis niloticus***. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 9, 1996; Piracicaba. Resumos... Piracicaba: ABRAq;. P.106. 1996.

PHILIPPART, J. C. And RUWET, J. C. **Ecology and distribution of tilapias**. In: Pullin, R.S.V. and Lowe McConnel R.H (Ed.). *Biology and culture of tilapias*. Manila. ICLARM. P.15-59, 1982

MORAES, Aquiles Moreira de. **Avaliação zootécnica e econômica do cultivo de tilápia do Nilo, *Oreochromis Niloticus*, em tanques-rede, considerando diferentes raças comerciais.** Florianópolis, 2008. 51 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura.

Trewavas, E. and G.G. Teugels, 1991. *Oreochromis*. p. 307-346. In J. Daget, J.-P. Gosse, G.G. Teugels and D.F.E. Thys van den Audenaerde (eds.) **Checklist of the freshwater fishes of Africa (CLOFFA)**. ISNB, Brussels; MRAC, Tervuren; and ORSTOM, Paris. Vol. 4.

Trewavas, E., 1983. Tilapiine fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. **British Mus. Nat. Hist.**, London, UK. 583 p.

Teugels, G.G. and D.F.E. Thys van den Audenaerde, 2003. Cichlidae. p. 521-600. In D. Paugy, C. Lévêque and G.G. Teugels (eds.) **The fresh and brackish water fishes of West Africa** Volume 2. Coll. faune et flore tropicales 40. Institut de recherche de développement, Paris, France, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, France and Musée royal de l'Afrique Central, Tervuren, Belgium, 815p.

STECKERT, Lilian Dordete. Aspectos sanitários e patológicos de tilápia-do-nilo cultivada no estado de Santa Catarina: parasitismo, hematologia, histopatologia e elementos-traço. 2017. 136 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Florianópolis, 2017. Disponível em: <<http://www.bu.ufsc.br/teses/PAQI0476-D.pdf>>;

GRAEFF, Á.; PRUNER, Evaldo Nazareno. Variáveis que podem interferir na sobrevivência e desenvolvimento da *Tilapia nilotica* (*Oreochromis niloticus*) na região fria do Estado de Santa Catarina. In: **IV Congresso Ibero americano Virtual de Aqüicultura**. 2006. p. 70-79.

OSTRENSKY, N. A.; BOEGER, W. A. P., **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíba: Agropecuária, 1998. 211 p. ISBN 8585347279.

GALLI, Luiz Fernando; TORLONI, Carlos Eduardo C. Criação de peixes. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1986. 118 p.

KUBITZA, Fernando. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: Ed. do Autor, 2000. x,289 p. ISBN 8590101770.

ZIMMERMANN, S., FITZSIMMONS, K. **Tilapicultura intensiva**. IN: Cyrino, J.E.P, Urbinati, E.C., Fracalossi, D.M., Castagnolli, N. Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva. São Paulo; TecArt, 533 00. 239-265, 2004.

Hanson, A., Cui, H., Zou, L., Clarke, S., Muldoon, G., Potts, J., Zhang, H., 2011. **Greening China's Fish and Fish Products Market Supply Chains**. The International Institute for Sustainable Development.

SEBRAE – SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Criação de tilápias em tanques escavados**. Natal: Sebrae, 2014.

KUBITZA, F. **Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial**, 2 ed. Jundiaí. 2011.

CANONICO, G.C. et al. The effects of introduced tilapias on native biodiversity. **Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystems**, v. 15, p. 463–483, 2005.

LIGHTNER, Donald V.; REDMAN, R. M. Shrimp diseases and current diagnostic methods. **Aquaculture**, v. 164, n. 1-4, p. 201-220, 1998.

PIEDRAHITA, Raul H. Reducing the potential environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. **Aquaculture**, v. 226, n. 1-4, p. 35-44, 2003.

PASCO, M. J. **Aeração em cultivos superintensivos de tilápias *Oreochromis niloticus*, em bioflocos e com troca mínima de água**. 2015. Tese de Doutorado. Tese Doutorado em aquicultura. Universidade Federal De Santa Catarina, Centro De Ciências Agrárias Departamento De Aquicultura, Florianópolis. Brasil.

Avnimelech, Y., 2012. **Biofloc Technology – A Practical Guide Book**. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States. 2. Ed.

REY, Pedro Filipe. Avaliação de diferentes densidades de estocagem de Tilápia Nilótica e *Litopenaeus Vannamei* em sistema de policultivo no sul do Brasil. Florianópolis, 2008. 27 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-graduação em Aquicultura Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PAQI0213-D.pdf>>

RODRIGUES, C. G., Cultivo multitrófico e multiespacial do camarão-da-amazônia e tilápia-do-nilo, com e sem o uso de substratos. 2013. vi, 75 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2013.

PONTES, M. D., **Macroalgas marinhas como biofiltro em sistemas de aquicultura multitrófica integrada e como ingrediente em dietas para juvenis de carapeba *Eugerres brasiliensis* e de tilápia *Oreochromis niloticus*** 2018. 120p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

DALSGAARD, J. et al. Farming different species in RAS in Nordic countries: Current status and future perspectives. **Aquacultural engineering**, v. 53, p. 2-13, 2013.

TAVARES-DIAS M, Ishikawa MM, Matins ML, Satake F, Hisano H, Pádua SB, Jerônimo GT, Santana AR (2009) Hematologia: ferramenta para o monitoramento do estado de saúde de peixes em cultivo. In: Saran Neto A, Mariano WS, Sória SF (Org.).

SCHRECK, C. B. Accumulation and long-term effects of stress in fish. In: Moberg, G.P.; Mench, J.A. (eds.), **The biology of animal stress**. Oxon, England: CABI Publishing, 2000. p. 147–158.

PAVANELLI, G.C.; EIRAS, J.C. & TAKEMOTO, R.M. **Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento**. 3.ed. Maringá: EDUEM, 2008. 311p.

ZANOLO, R.; YAMAMURA, M. H. Parasitas em tilápias-do-nilo criadas em sistema de tanques-rede. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 2, p. 281-288, 2006.

CYRINO, Jose Eurico Possebon; FRACALOSSO, Débora Machado. **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012. xxiv, 375 p. ISBN 9788560190034.

NOGA, E. J. **Fish Disease: Diagnosis and Treatment**. 2a. ed. Iowa Staty University: Library of Congress Catalogin. 2010. 519p.

MARTINS, Maurício Laterça. Manejo sanitário na piscicultura. Ranzani-Paiva, MJT; Takemoto, RM, p. 323-332, 2004.

SADO, Ricardo Yuji. ASPECTOS SANITÁRIOS EM PISCICULTURA INTENSIVA: QUALIDADE DA ÁGUA E PRINCIPAIS ENFERMIDADES. **Sistemas de Produção Agropecuária–Ano 2009**, 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Instrução normativa 13 de 30 de novembro de 2004. Disponível em <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=133040692>>. Acessado em outubro de 2019.

DE MELO, H.; MORAES, J.R.E.; NIZA, I.G.; DE MORAES, F.R.; OZÓRIO, R.O.A.; SHIMADA, M.T.; ENGRACIA FILHO, J.R.; CLAUDIANO. G.S. 2013. Efeitos benéficos de probióticos no intestino de juvenis de Tilápia-do-Nilo. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 33 (6): 724-730.

MOURIÑO, J.L.P.; JATOBÁ, A.; DA SILVA, B.C.; VIEIRA, F.N.; MARTINS, M.L. 2012. Probióticos na aquicultura. Págs. 381-404 em: Silva-Souza, A.T.; Lizzama, M.A.P.; Takemoto, R.M. (eds), *Patologia e Sanidade de Organismos Aquáticos*. Maringá, Paraná, Brasil.

DUARTE, A.R.; FERREIRA, A.H.C.; LOPES, J.B.; ARARIPE, M.N.B.A.; DE BRITO, J.M.; DA SILVA, A.L.; BARBOSA JÚNIOR, M.A.; BARROS, B.B.G. 2014. Utilização de probióticos na avicultura. *Revista Eletrônica Nutritime* 11 (1): 3033-3044.

IMMERSEEL, F.V.; CAUWERTS, K.; DEVRIESE, L.A.; HAESBROUCK F.; DUCATELLE, R. 2002. Feed additives to control salmonella in poultry. *World Poultry Science Journal* 58: 501-513.

CAVERO, B.A.S. 2004. Uso de enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de Pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829). Tese de Doutorado. Universidade Federal do Amazonas, Manaus. Brasil.

ENCARNAÇÃO, P. Varied feed additives improve gut, animal health. **Global Aquaculture Advocate**, p. 41-42. 2010

PEREIRA, S. A. **Suplementação dietética do ácido propionico quelado aos minerais cálcio ou sódio para juvenis de jundiá *Rhamdia quelen* (Siluriforme: Heptapteridae)**. 2019. 137 f. Tese (Doutorado) - Curso de Aquicultura, Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

JESUS, Gabriel FA et al. Protected forms of sodium butyrate improve the growth and health of Nile tilapia fingerlings during sexual reversion. **Aquaculture**, v. 499, p. 119-127, 2019.

NG, Wing-Keong; KOH, Chik-Boon. **The utilization and mode of action of organic acids in the feeds of cultured aquatic animals**. Reviews in Aquaculture, v. 9, n. 4, p. 342-368, 2017.

LÜCKSTÄDT, C. **The use of acidifiers in fish nutrition**. Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, v. 3, n. 044, p. 1-8, 2008.

SANTOS, E.L.; LUDKE, M.C.M.M.; LIMA, M.R. 2009. Extratos vegetais como aditivos em rações para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime** 6 (1): 789-200.

RIZZO, P.V.; MENTEN, J.F.M.; RACANICCI, A.M.C.; TRALD, A.B.; SILVA, C.S, PEREIRA, P.W.Z. 2010. Extratos vegetais em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39(4): 801-807.

SATO, L. S. et al. Desempenho de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com diferentes níveis de complexo enzimático. Avaliação Preliminar. **IX Simpósio de Ciências da UNESP**. Dracena, setembro de 2013.

GARCIA, Fabiana et al. Desempenho produtivo de tilápias alimentadas com suplemento alimentar à base de algas. **Bioikos**. 2009.

FERNANDES, Vitor Augusto Giatti. **Avaliação da inclusão dietética de *Schizochytrium sp.*, rica em ácido docosahexaenóico, para tilápia-do-Nilo**. 2017. 87 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Florianópolis, 2017. Disponível em: <<http://www.bu.ufsc.br/teses/PAQI0505-T.pdf>>. Acessado em outubro de 2019

HUIGE, N. J. Brewery By-Products and Effluents. In: Handbook of Brewing. 2. ed. Boca Raton, Flórida: Taylor & Francis Group, LLC, 2006. p. 663–666.

BRIGGS, D. E. **Malts and Malting**. London: Blackie Academic and Professional, 1998.

MATHIAS, T. R. S.; MELLO, PPM de; SERVULO, E. F. C. Caracterização de resíduos cervejeiros. In: **XX COBEQ–Congresso Brasileiro de Engenharia Química: Florianópolis, Santa Catarina**. 2014.

NIGAM, P. S.; PANDEY, A. Biotechnology for Agro-Industrial Residues - Utilization of Agro- Residues. [s.l.] Springer, 2009.

ROBERTS, T. R. et al. Handbook of brewing. **Boca Raton: Hops. Taylor & Francis**, p. 177-280, 2006.

RUSS, W.; MEYER-PITTROFF, R. The use of phenolic protein precipitates (trub) from beer production in animal feed. **Monatsschr Brauwiss**, v. 56, p. 84–88, maio 2003.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists: Official Methods of Analysis (Volume 1). 15. ed. [s.l.] **Association of Official Analytical Chemists**, 1999. v. 1

OWATARI, Marco Shizuo et al. Synthetic fibre as biological support in freshwater recirculating aquaculture systems (RAS). **Aquacultural engineering**, v. 82, p. 56-62, 2018.

Ranzani-Paiva, M. J. T., Pádua, S. B., Tavares-Dias, M. & Egami, M. I. (2013). **Métodos para análise hematológica em peixes**. Editora da Universidade Estadual de Maringá-EDUEM.

NEVES, Suzane Christina Varela das. **Ácido fumárico em dietas para juvenis de tilápia-do-nilo**. 2018. 41 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Recursos Pesqueiros e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018.

CORNÉLIO, Fernando Henrique Gomes et al. **Avaliação da suplementação de dois probióticos no desempenho zootécnico, digestibilidade de nutrientes e resistência à infecção por patógeno em tilápias do Nilo (Oreochromis niloticus)**. 2012.

GOMES, Veruska Dilyanne Silva et al. SUPLEMENTAÇÃO ENZIMÁTICA SOBRE DESEMPENHO E TAXA DE EXCREÇÃO DE AMÔNIA EM TILÁPIA DO NILO. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 22, n. 1, 2019.

SOSA, Bruno dos Santos. **Mix de óleos essenciais em dietas para juvenis de tilápia do Nilo: desempenho produtivo e bioquímica plasmática**. 2018. 28 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2018.

SILVA, Adriano Machado da. **Metformina no desempenho e composição corporal de tilápia-do-Nilo (Oreochromis niloticus) alimentada com duas concentrações de carboidratos**. 2015. 67 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Florianópolis, 2015. Disponível em: <<http://www.bu.ufsc.br/teses/PAQI0424-D.pdf>>. Acessado em outubro de 2019.

DE BRITO, Johnny Martins et al. DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE JUVENIS DE TILÁPIAS DO NILO (*Oreochromis niloticus*) ALIMENTADOS COM CEPAS PROBIÓTICAS E SUBMETIDOS A DESAFIO SANITÁRIO. **Ciência Animal Brasileira**, v. 20, p. 1-9, 2019.

JESUS, Grenei. Características zootécnicas de tilápias suplementadas com própolis bruta na dieta. 2017. 43 f. Dissertação (Programa de Mestrado em Sistemas de Produção na Agropecuária) - Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas .

CECHIM, Flávio Endrigo et al. **Características morfológicas do epitélio intestinal e desempenho de Tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*, suplementada com mananoligossacarídeo (MOS)**. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MELO, Iury Walysson de Amorim. **Sangrovit® em dietas para tilápias do Nilo**. 2016. 74 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2016.

WEINERT, Nádia Cristine. **Hematology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) subjected to anesthesia protocols and anticoagulation**. 2014. 2 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2014.

DA SILVA, Roberta Dias et al. Parâmetros hematológicos e bioquímicos da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) sob estresse por exposição ao ar1. **Pesq. Vet. Bras**, v. 32, n. Supl 1, p. 99-107, 2012.

AZEVEDO, TMP de et al. 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**, v. 32, n. 1, p. 41-49, 2006.

SILVA, Kennya Addam Gomes. **Mistura de ácidos orgânicos e óleo essencial para *Oreochromis niloticus***. 2018. 62 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Florianópolis, 2018. Disponível em: <<http://www.bu.ufsc.br/teses/PAQI0514-D.pdf>>. Acessado em outubro de 2019

TAVARES DIAS, M.; MORAES, F.R. de. **Hematologia de peixes teleósteos**. Ribeirão Preto: FMRP, 2004. 144p.

FELDMAN, B.F.; ZINKL, J.G.; JAIN, C.N. **Schalm's veterinary hematology**. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2006. 1344p

SALVADOR, Rogério et al. Desempenho e hematologia de tilápias-do-nilo alimentadas com *Saccharomyces cerevisiae* e vacinadas contra *Streptococcus agalactiae*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 8, p. 892-898, 2013.

Ezzat A.A., Shabana M.B. & Farghaly A.M. 1974. Studies on the blood characteristics of *Tilapia zilli* (Gervais) I. Blood cells. **J. Fish Biol.** 6:1-12.

Lea Master B.R., Brock J.A., Fujioka R.S. & Nakamura R.M. 1990. Hematologic and blood chemistry values for *Sarotherodon melanotheron* and a red hybrid tilapia in freshwater and seawater. *Comp. Biochem. Physiol.* 97:525-529.

Tavares-Dias M. & Faustino C.D. 1998. Parâmetros hematológicos da tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* (Cichlidae) em cultivo extensivo. **Ars Vet.** 14:254-263.

Tavares-Dias M., Schalch S.H.C., Martins M.L. & Moraes F.R. 2000. Características hematológicas de *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) cultivadas intensivamente em “pesque-pague” do município de Franca, São Paulo, Brasil. **Ars Vet.** 16:76-82.

DE MAGALHÃES ARAUJO, Daniel et al. Hematologia de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas com óleos vegetais e estimuladas pelo frio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 3, p. 294-302, 2011.

BOZZO, F.R.; MORAES, J.R.E. de; MORAES, F.R. de; PEREIRA, G.; TAVARES-DIAS, M.; ONAKA, E.M. Kinetics of cellular component in inflammatory response induced by different stimuli in the swim bladder of pacu *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Characidae). **Journal of the World Aquaculture Society**, v.38, p.302-308, 2007. DOI: 10.1111/j.1749-7345.2007.00100.x.