



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

Pollyanna de França Lima

**Inclusão da macroalga *Ulva ohnoi* como ingrediente dietético para *Oreochromis niloticus* cultivada em bioflocos: efeito na performance de crescimento e saúde**

Florianópolis

2022

Pollyanna de França Lima

**Inclusão da macroalga *Ulva ohnoi* como ingrediente dietético para *Oreochromis niloticus* cultivada em bioflocos: efeito na performance de crescimento e saúde**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Aquicultura.

Orientador: Prof. Leila Hayashi, Dr.

Coorientador: Prof. Adolfo Jatobá Medeiros Bezerra, Dr.

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Lima, Pollyanna de França

Inclusão da macroalga *Ulva ohnoi* como ingrediente dietético para *Oreochromis niloticus* cultivada em bioflocos: efeito na performance de crescimento e saúde / Pollyanna de França Lima ; orientadora, Leila Hayashi, coorientador, Adolfo Jatobá Medeiros Bezerra, 2022.  
44 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós Graduação em Aquicultura, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Aquicultura. 2. Aditivo alimentar. 3. Chlorophyta. 4. Hematologia. 5. Tilápia-do- nilo. I. Hayashi, Leila . II. Bezerra, Adolfo Jatobá Medeiros . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura. IV. Título.

Pollyanna de França Lima

**Inclusão da macroalga *Ulva ohnoi* como ingrediente dietético para *Oreochromis niloticus*  
cultivada em bioflocos:efeito na performance de crescimento e saúde**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por bancaexaminadora composta pelos seguintes membros:

Profa. Leila Hayashi, Dra.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Jaqueline Inês Alves de Andrade, Dra.  
Instituto Federal Catarinense - IFC

Bruno Côrrea da Silva, Dr.  
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em aquicultura.

---

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

---

Profa. Leila Hayashi, Dra.  
Orientador(a)

Florianópolis, 2022

Este trabalho é dedicado à minha família e ao meu já tão amado filho Kael.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, minha avó, meus irmãos, minha sobrinha e meus esposo por todo o apoio, incentivo e esforços para que eu pudesse ir em busca de mais um sonho. Além de toda a compreensão pelos momentos em que estive ausente. Tudo por vocês.

Ao Prof. Mário Thomé de Souza e ao querido amigo Mariojan Rodrigues de Almeida por terem me incentivado e ajudado a ir em busca dessa grande realização.

À amiga querida Lyllyan Rocha por ter aberto as portas da sua casa, juntamente com Mayla e Dine, para que eu pudesse ter um lugarzinho para ficar durante a minha ida à Florianópolis. Além de ter me dado todo o suporte emocional durante a difícil fase que todas passamos com a pandemia. Assim com à Ana Paula que também me recebeu em sua casa em um outro momento. Gratidão!

Às colegas do LCM, Claudinha, Priscilla e Ariane, pelo suporte que me deram no início do meu experimento.

Ao Prof. Felipe Vieira pela oportunidade de poder trabalhar com tilápias e pela assistência quando precisei.

À minha orientadora, Leila Hayashi, por todos os ensinamentos, pelo apoio no momento mais difícil e pela confiança a mim dada. Serei eternamente grata.

Ao meu coorientador, Adolfo Jatobá, pelos ensinamentos e apoio na realização deste trabalho.

Aos colegas do Laboratório de Macroalgas por todas as trocas que tivemos durante o tempo do mestrado. Vocês são incríveis.

Ao Prof. Delano Schleder e equipe (Sabrina, Maria Eduarda, Beatris e Pedro Henrique) pela disponibilidade e contribuições para o enriquecimento do trabalho.

Aos queridos colegas do Laboratório de Aquicultura (LAq- IFC –Araquari), Amanda, Carol, Maria Vitória e Wellington, por terem contribuído com tanto empenho e avidez, e por serem meu braço direito durante todo o processo do experimento. E à Jaque pelas trocas e contribuições. Vocês foram maravilhosos.

À Fapesc, pela concessão da bolsa de mestrado - Edital de chamada pública FAPESC nº 04/2019 - Programa de Apoio a Núcleos Emergentes – PRONEM.

Ao CNPq pelo financiamento.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desse trabalho.

“Reunir-se é um começo, permanecer juntos é um progresso, e trabalhar juntos é um sucesso” (Henry Ford, 1937).

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da suplementação alimentar com *Ulva ohnoi* sobre o desempenho zootécnico e os parâmetros hematológicos de tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivadas em sistema de bioflocos. Três tratamentos foram testados em um delineamento fatorial (suplementados com a macroalga): inclusão de 0, 1%, 2% e 4% de *U. ohnoi* (U-O, U-1, U-2 e U-4, respectivamente). Seiscentos juvenis de *O. niloticus* (peso médio inicial de  $3,25 \pm 0,02$  g) foram estocados em 12 unidades experimentais formadas por tanques retangulares de polietileno com 300 L de volume útil de água contendo biofoco previamente maturado. Os peixes foram arraçoados quatro vezes ao dia, seguindo tabela de alimentação específica para a espécie, com ajustes realizados através de biometrias semanais. Após 36 dias, os parâmetros zootécnicos foram avaliados e a análise hematológica foi realizada. Quanto aos resultados, foi observada diferença significativa nos animais alimentados com a inclusão de U-4 quanto ao peso médio final, ganho em peso semanal, taxa de crescimento específico e produtividade ( $p < 0,05$ ). Em relação aos parâmetros hematológicos, a contagem das células vermelhas e células brancas foram estatisticamente similares para todos os tratamentos, assim como as variáveis de qualidade de água ( $p > 0,05$ ). Estes resultados sugerem que a inclusão de 4% da *Ulva ohnoi* na dieta de juvenis de tilápia poderá resultar em um melhor desempenho de crescimento.

**Palavras-chave:** Aquicultura, Aditivo alimentar, Chlorophyta, Hematologia, Tilápia-do-nilo.



## ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the effects of supplementation of *Ulva ohnoi* on the zootechnical performance and hematological parameters of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) rearing in a biofloc system. Three treatments were tested in a factorial design (supplemented with macroalgae): inclusion of 0, 1%, 2% and 4% of *U. ohnoi* (U-O, U-1, U-2 and U-4, respectively). Six hundred juveniles of *O. niloticus* (initial average weight of  $3.25 \pm 0.02$  g) were kept in 12 experimental units formed by rectangular polyethylene tanks with 300 L of useful volume of water containing previously matured biofloc. Fishes were fed four times a day following a specific feeding table for the species, with adjustments made in weekly biometry. After 36 days, the zootechnical parameters were evaluated and a hematological analysis was performed. As for the results, a significant difference was observed in the animals fed with the inclusion of U-4 in final average weight, weekly weight gain, specific growth rate and productivity ( $p < 0.05$ ). In relation to the hematological parameters, the counts of red and white cells were statistically similar in all treatments, as well as the variables of water quality ( $p > 0.05$ ). These results suggest that the inclusion of 4% of *Ulva ohnoi* in the diet of juvenile tilapia may result in better growth performance.

**Keywords:** Nile tilapia. Feed additive. Chlorophyta. Hematology.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Variáveis físicas e químicas da água do sistema de bioflocos no cultivo de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) por 36 dias..... 23
- Tabela 2. Desempenho zootécnico de *Oreochromis niloticus* alimentada por 36 dias com dietas com adição de diferentes níveis de *Ulva* sp..... 24
- Tabela 3. Parâmetros hematológicos de juvenis de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados por 36 dias com dietas com adição de diferentes níveis de *Ulva* sp.... 24

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BFT	Tecnologia de Bioflocos
C	Carbono
N	Nitrogênio
NaHCO <sub>3</sub>	Bicarbonato de Sódio
UE's	Unidades Experimentais
TAN	Nitrogênio Amomical Total
N-NO <sub>2</sub>	Nitrito
N-NO <sub>3</sub>	Nitrato
CaCO <sub>3</sub>	Carbonato de Cálcio
NaCl	Cloreto de Sódio
TCE	Taxa de Crescimento Específico
GPS	Ganho de Peso Semanal
TEMP	Temperatura
OD	Oxigênio Dissolvido
pH	Potencial Hidrogeniônico
ALC	Alcalinidade
CONDUT	Condutividade
SST	Sólidos Suspensos Totais
FCA	Fator de Conversão Alimentar
TCR	Taxa de Crescimento Específico

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1	TILAPICULTURA .....	12
1.2	TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS (BFT, DO inglês “BIOFLOC TECHNOLOGY”).....	12
1.3	<i>ULVA sp.</i> .....	14
1.4	HEMATOLOGIA EM PEIXES .....	15
1.5	OBJETIVOS.....	16
1.5.1	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>16</b>
1.5.2	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>16</b>
	<b>CAPÍTULO 1. Artigo científico</b> .....	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>19</b>
3.1	Área de estudo .....	19
3.2	Material biológico .....	19
3.3	Dietas experimentais.....	20
3.4	Formação do bioflocos.....	20
3.5	Desenho experimental .....	20
3.6	Manejo alimentar e qualidade da água .....	21
3.7	Parâmetros zootécnicos.....	21
3.8	Análises hematológicas .....	22
3.9	Análises estatísticas .....	22
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>23</b>
4.1	Qualidade da água .....	23
4.2	Índices zootécnicos.....	23
4.3	Parâmetros hematológicos.....	24
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>25</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>28</b>
	<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>29</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>29</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 TILAPICULTURA

A tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus* Linnaeus 1758 (Osteichthyes:Cichlidae) é a espécie dulcícola mais cultivada no mundo devido a características como boa adaptação aos diferentes sistemas de produção e regiões geográficas, grande resistência a mudanças ambientais bruscas, elevada performance de crescimento e alto valor de mercado (Barroso, 2018; El-Sayed, 2019).

Sua produção mundial vem crescendo exponencialmente nas últimas décadas, sendo considerada uma fonte de proteína animal de alta qualidade. De um total de 47 milhões de toneladas de peixes de águas continentais produzidos através da aquicultura mundial, a tilapicultura contribuiu com 4,5 milhões de toneladas (8,3 %) (FAO, 2020).

No Brasil, a tilápia-do-nilo é a espécie de peixe mais cultivada na piscicultura de água doce. Em 2021, o país produziu 534.005 toneladas, com aumento de 9,8% em relação ao ano anterior (486.155 t), sendo a espécie responsável por 63,5% da produção nacional de peixes de cultivo (Peixe-Br, 2022). Entre as regiões do Brasil, o sul lidera a produção nacional da espécie (231.900 t, 43,4% da produção nacional), com o estado de Santa Catarina ocupando o 4º lugar no ranking nacional, totalizando 41.700 toneladas (Peixe-Br, 2022).

O crescimento contínuo na piscicultura é motivado pela estagnação da pesca, aumento populacional e do consumo per capita por carne de pescado. De acordo com a FAO (2018), esse crescimento estimulou a produção e busca por sistemas ou técnicas sustentáveis, permitindo que a intensificação dos cultivos e a mitigação dos seus impactos ambientais evoluíssem de forma paralela.

### 1.2 TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS (BFT, DO INGLÊS “BIOFLOC TECHNOLOGY”)

Dentre estas técnicas sustentáveis, destaca-se o sistema de cultivo em bioflocos, , uma vez que pode incrementar a produtividade em relação aos sistemas convencionais com renovação de água, utilizando menores áreas e volumes de água (Jatobá et al., 2019), permitindo produzir organismos aquáticos de forma intensiva (Avnimelech, 2009). Neste sistema, apenas a água perdida por evaporação é repostada e a manutenção da comunidade microbiana é determinante para conservação da qualidade de água (Avnimelech, 2009; Emerenciano et al., 2017). A troca de água mínima ou zero mantém a biossegurança máxima e reduz os efeitos ambientais externos

no cultivo, permitindo aos produtores alcançarem altas produtividades, fornecendo uma fonte alternativa de alimento, diminuindo os índices de conversão alimentar, garantindo o bem-estar e aprimorando os índices zootécnicos dos animais cultivados (Avnimelech, 2009; Ekasari et al., 2016; Luo et al., 2014).

O BFT é capaz de remover, reciclar e controlar substâncias nitrogenadas (particularmente amônia e nitrito) nocivas aos peixes cultivados (Bregnballe, 2015). Neste sistema, é necessário estimular a remoção desses compostos, que podem atingir níveis tóxicos ( $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_2^-$ ) através da assimilação das bactérias heterotróficas (Avnimelech, 1999; Abakari et al., 2021) ou quimioautotrófica (autotrófico) (Ray & Lotz, 2014). Para isso, é necessário manter uma relação carbono:nitrogênio alta (10-20:1) na água de cultivo (Avnimelech, 1999; Emerenciano et al., 2013), sendo necessário realizar diferentes estratégias de fertilização orgânica para a formação dos bioflocos. Dentre estes, os mais relatados são glicerol ou glicose (Ekasari et al., 2010), amido (Crab et al., 2009), melão ou bagaço de cana (Hargreaves, 2013), dextrose e o açúcar (Chamorro-Legarda et al., 2020). Nos bioflocos estão presentes ainda as bactérias nitrificantes, que ao oxidar a amônia a nitrato, reduzem os níveis de alcalinidade na forma de carbonatos e bicarbonatos (Chen et al., 2006), tornando-se necessária a adição permanente de compostos alcalinizantes, como o hidróxido de cálcio, também denominada de cal hidratada ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) (Furtado et al., 2014)

Os bioflocos formados nesse sistema são constituídos por bactérias, algas, protozoários e derivados orgânicos e inorgânicos, que os tornam aptos para serem utilizados como alimentação suplementar aos organismos que estão sendo cultivados, promovendo ganho nutricional e contribuindo para a melhoria da conversão alimentar (Crab et al., 2007; Emerenciano et al., 2013). Os bioflocos possuem características nutricionais interessantes à produção, como balanço adequado de aminoácidos, além de ser ricos em ácidos graxos, vitaminas e minerais (Crab et al., 2012).

Estudos realizados com tilápia em sistema BFT reportaram uma melhora na qualidade de água, crescimento e desempenho de produção (Avnimelech, 2007; Azim e Little, 2008; Crab et al., 2009). Como peixes de hábito alimentar detritívoro e filtrador, as tilápias são espécies adequadas ao cultivo em BFT (Azim e Little, 2008). No cultivo de tilápia em BFT, estima-se uma redução de 20% no fornecimento da ração em comparação aos sistemas convencionais com troca de água (Azim e Little, 2008; Avnimelech & Kochba, 2009; Rocha et al., 2012). Como a ração é o insumo mais caro em sistemas intensivos de aquicultura, esses custos podem ser ainda mais reduzidos com o uso de rações formuladas com ingredientes e aditivos

alternativos de menor valor.

O aumento do desempenho e resistência das espécies em cultivos intensivos depende de dietas de alta qualidade que contenham um adequado balanço de nutrientes essenciais (Lara-Flores et al., 2003) e aditivos que, além de serem utilizados com critérios produtivos, estimulem o sistema imunológico e sejam capazes de proporcionar a higidez dos peixes (Kiron, 2012). Esses ingredientes alternativos funcionais incluem, dentre outros, biomassa de levedura (Hisano et al., 2018), biomassa de bioflocos (Caldini, 2015), microalga (Ju et al., 2017) e macroalgas (Ashour et al., 2020).

### 1.3 *ULVA* sp.

As macroalgas têm sido utilizadas como um importante recurso à aquicultura por serem fontes de proteínas, lipídios, pigmentos, vitaminas e minerais capazes de melhorar a qualidade da carne e o valor nutricional dos animais cultivados (Valente et al., 2016). Em muitos casos, especialmente quando são utilizados níveis baixos de inclusão, as algas marinhas podem se comportar como imunoestimulantes e melhorar a resposta dos peixes a doenças (Deivasigamani e Subramanian, 2016), assim como o desempenho de crescimento (Peixoto et al., 2019).

As macroalgas verdes pertencentes ao gênero *Ulva* Linnaeus (Ulvophyceae, Chlorophyta) são distribuídas ao longo da costa de regiões temperadas a tropicais (Kirkendale et al., 2013; Lawton et al., 2013). Além de águas marinhas e salobras, essas macroalgas de hábito cosmopolita podem ser encontradas em água doce (Mares et al., 2011; Melton et al., 2016). Ademais, são utilizadas na alimentação humana (McHugh, 2003) e apresentam potencial em biorremediação (Bastos et al., 2019) em indústrias de nanofibras (Mandany et al., 2021), farmacêutica (Sari-Chmayssem, 2019), biocombustíveis (Korzen et al., 2015), biopolímeros e bioplásticos (Helmes et al., 2018). Podem atuar ainda como moderadoras climáticas, contribuindo com o sequestro de carbono (Chung et al., 2011). Espécies do gênero *Ulva* são uma importante fonte de proteínas, minerais, carotenoides, vitaminas (especialmente vitamina C), polissacarídeos não-amiláceos (ulvana) (Lopes et al., 2016; Pontes et al., 2020) entre outros.

A adição de farinha de algas como a *Ulva*, pode proporcionar efeitos significativos no crescimento, utilização do alimento e na taxa de sobrevivência de tilápias (Suryaningrum & Samsudin, 2020), além de demonstrar capacidade imunoestimulante, contribuindo para o bem-estar da espécie e na resistência a infecções por patógenos (Pratiwi-Pratiwi, 2022), como a causada pela *Aeromonas hydrophila* (Li et al., 2006; Holdt e Kraan, 2011), responsável por

perdas econômicas severas no cultivo de peixe de água doce (Swann e White, 1991; Aoki, 1999; Yang et al. 2016; Aboyadak et al. 2017). Alguns trabalhos têm reportado os efeitos positivos de dietas para animais aquáticos enriquecidas com algas (Jones et al., 2016; Sáez et al., 2020; Ashour et al., 2020), porém não foram encontrados estudos de cultivo de peixes em sistema BFT. A inclusão da *Ulva* sp. na dieta beneficiou a performance de crescimento, utilização do alimento, resposta imune, parâmetros hematológicos e resistência a doenças de diferentes espécies de peixes cultivados na aquicultura, como a tainha (*Mugil cephalus*) (Akbari et al., 2018; Akbari & Aminikhoei, 2018), dourada (*Sparus aurata*) (Guerreiro et al., 2019; Pereira et al., 2019), linguado do Senegal (*Solea senegalensis*) (Vizcaíno et al., 2019; Tapia-Paniagua et al., 2019; Fumanal et al., 2020; Saéz et al., 2020), robalo europeu (*Dicentrarchus labrax*) (Batista et al., 2020), roncadeira- austral (*Argyrosomus japonicus*) (Madibana et al., 2020), tilápia vermelha (*Oreochromis niloticus* var.) (El Tawil, 2010) e tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) (Ergün et al., 2009; Valente et al., 2016; El-Sayed, 2017; Suryaningrum e Samsudin, 2020; Elmosallamy, 2021).

Apesar dos estudos sobre a diversidade do gênero *Ulva* ter avançado nos últimos anos, a quantidade de trabalhos utilizando a *U. ohnoi* ainda é restrito devido à dificuldade na identificação da morfologia simples e aos poucos caracteres diagnósticos, que podem exibir uma grande variação intra e interespecífica das espécies do gênero.

#### 1.4 HEMATOLOGIA EM PEIXES

O conhecimento sobre os parâmetros hematológicos e imunológicos pode facilitar o desenvolvimento de indicadores do estado de saúde dos peixes em respostas às mudanças relacionadas à nutrição, qualidade de água e doenças que afetam o desempenho da produção (Tavares-Dias & Moraes, 2007; Pavlidis et al., 2007; Fazio, 2019).

As análises hematológicas são critérios de identificação de alterações fisiológicas em peixes de criação intensiva e podem fornecer informações importantes ao diagnóstico e prognóstico de doenças (Fazio, 2019), uma vez que o sangue é um tecido dinâmico no organismo e altera-se em função das diferentes ações intrínsecas e extrínsecas ao cultivo (Ranzani-Paiva et al., 2013). Além disso, os parâmetros hematológicos variam dependendo da espécie, idade, maturidade sexual, estado de saúde e biótipo (Radu et al. 2009). Essas técnicas permitem auxiliar na identificação de anemia, intoxicação, presença de algum patógeno nos peixes (Silveira, 1988) ou condições de estresse (Tavares-Dias & Moraes, 2007; Pavlidis et al., 2007). A análise dos parâmetros sanguíneos é importante para examinar o uso de aditivos



alimentares, sendo uma ferramenta comumente utilizada na avaliação de: probióticos (Jatobá et al., 2011; Moraes et al., 2018; Jatobá et al., 2018), fitoterápicos e ácidos orgânicos (Pereira et al., 2021), aminoácidos (Valladão et al., 2019), entre outros. Quando adicionados à ração, os aditivos alimentares funcionais melhoram o crescimento, a resposta imunológica, induzem o metabolismo e o desempenho de saúde dos peixes (Bharathi et al., 2019).

## 1.5 OBJETIVOS

### 1.5.1 Objetivo Geral

Avaliar o potencial da *Ulva ohnoi* como aditivo alimentar para juvenis de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) cultivados em BFT e os efeitos sobre os parâmetros zootécnicos e saúde dos peixes.

### 1.5.2 Objetivos Específicos

- a) Avaliar a performance de crescimento das tilápias-do-nylo alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de *U. ohnoi*;
- b) Avaliar o perfil hematológico das tilápias-do-nylo alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de *U. ohnoi*.

## CAPÍTULO 1. Artigo científico

O artigo gerado por este trabalho será submetido para publicação à revista Boletim do Instituto de Pesca.

### **Inclusion of the seaweed *Ulva ohnoi* as a dietary ingredient for *Oreochromis niloticus* reared in bioflocs: effects on growth performance and health**

Pollyanna de França Lima<sup>1\*</sup>, Delano Dias Schleder<sup>2</sup>, Adolfo Jatobá<sup>2</sup>, Felipe do Nascimento Vieira<sup>1</sup>, Leila Hayashi<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Departamento de Aquicultura – AQI, Laboratório de Camarões Marinhos – LCM. Servidão dos Coroas, 503, Barra da Lagoa, 88.034-1,2, Florianópolis, SC, Brazil. [engpollylima@gmail.com](mailto:engpollylima@gmail.com) (\*corresponding author).

<sup>2</sup> Instituto Federal Catarinense – IFC - Campus Araquari, Laboratório de Aquicultura, Colégio Agrícola. Rod. BR 280 - km 27, 89.245-000, Araquari, SC, Brazil.

## 2 INTRODUÇÃO

O sistema de bioflocos (BFT, do inglês, biofloc technology) é uma alternativa sustentável, com troca mínima ou zero de água, que mantém a biossegurança máxima do cultivo (Avnimelech, 2009). Neste sistema, a alta relação carbono:nitrogênio (C:N) na água de cultivo, juntamente com a adição de uma fonte de carbono orgânico (Emerenciano et al., 2013), permite uma alta produtividade dos organismos cultivados, além de servir como uma fonte alternativa de alimento, diminuindo os índices de conversão alimentar, garantindo o bem-estar e aprimorando os índices zootécnicos dos animais cultivados (Avnimelech, 2009; Ekasari et al., 2016; Luo et al., 2014).

O cultivo de tilápias em BFT apresentou melhor desempenho de crescimento e de produção, além de uma melhora na qualidade da água quando comparado com os tratamentos que não receberam fonte de carbono (Azim e Little, 2008; Crab et al., 2009; Long et al., 2015). Além disso, estimou-se uma redução de 20% no fornecimento da ração quando comparado com os sistemas de cultivo convencionais (Rocha et al., 2012). Como a ração é o insumo mais caro em sistemas intensivos de aquicultura, sua formulação utilizando a inclusão de alimentos alternativos visa aumentar a eficiência da produção, sendo uma opção para a redução de custos, além de promover melhoras no desempenho de crescimento e qualidade do pescado.

No cultivo de peixes, o uso de aditivos alimentares funcionais, como os fitoterápicos, quando adicionados à ração, podem limitar o uso de antibióticos e levar a estratégias preventivas, reduzindo o impacto social e econômico provocados pelas doenças (Ponce et al., 2020). As macroalgas, como a *Ulva ohnoi*, são uma importante fonte de proteínas, minerais, carotenoides, vitaminas (especialmente vitamina C), polissacarídeos não-amiláceos (ulvana) (Lopes et al., 2016; Pontes et al., 2020) entre outros. A adição de farinha de algas, como a *Ulva*, pode proporcionar efeitos significativos no crescimento, na utilização do alimento e na taxa de sobrevivência de tilápias (Suryaningrum & Samsudin, 2020), além de demonstrar capacidade imunoestimulante, contribuindo para o bem-estar da espécie e na resistência a infecções por patógenos (Pratiwi-Pratiwi, 2022).

Neste sentido, faltam informações científicas sobre o uso de aditivos fitoterápicos na piscicultura em condições de bioflocos. Portanto, o presente trabalho propõe examinar o uso potencial da macroalga *Ulva ohnoi* no desempenho produtivo e perfil hematológico de tilápias-do-nilo na fase juvenil em BFT.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Camarões Marinhos (LCM), o qual faz parte do Departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina, em Florianópolis, e no Laboratório de Aquicultura (LAq), localizado no Instituto Federal Catarinense – Araquari/SC. Estetramento foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da UFSC (CEUA/UFSC N° 8700240920).

#### 3.2 Material biológico

Foram utilizados 600 juvenis de tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus* doados pelo Centro de Desenvolvimento em Aquicultura (CEDAP) de Itajaí-SC, da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). Os animais foram aclimatados em 2 tanques de 1.000 L com aeração e renovação constante de água por 48 horas. Após esse período, os peixes foram transferidos às unidades experimentais.

A macroalga *Ulva ohnoi* incluída nas dietas para juvenis de *Oreochromis niloticus* foi coletada em um lago localizado nas dependências do Laboratório de Moluscos Marinhos da Universidade Federal de Santa Catarina (LMM/UFSC), Florianópolis, SC, Brasil (27°58'45.2"S 48°44'07.3"W). Primeiro, foi realizada a retirada manual de epífitas e qualquer material incrustado e em seguida as algas foram lavadas com água doce. Posteriormente, foram congeladas e, antes de serem incluídas na ração, foram descongeladas em temperatura ambiente e secas em estufa por 24 horas, primeiro a 30°C e, posteriormente, a 60°C. A alga seca foi moída em liquidificador industrial de alta rotação e peneirada (peneira para análise granulométrica 800 µm).

#### 3.3 Dietas experimentais

Nos tratamentos, foi utilizada ração comercial em pó Peixecol 32% (níveis de garantia do fabricante: 32% de proteína bruta, 130g kg<sup>-1</sup> de umidade, 50 g kg<sup>-1</sup> de extrato etéreo, 60 gkg<sup>-1</sup> de matéria fibrosa e 120 g kg<sup>-1</sup> de matéria mineral). A ração foi enviada moída pela empresa, e a *Ulva ohnoi* seca foi adicionada para compor as dietas experimentais em 1% (U-1), 2% (U-2) e 4% (U-4). Posteriormente, a mistura foi peletizada com moedor de alimentos

comercial e seca a 50 °C até que a umidade fosse inferior a 90% (entre 24 e 48 horas).

Cada grupo experimental foi comparado a um grupo controle (U-0), que não recebeu adição da macroalga.

### 3.4 Formação do bioflocos

A preparação do bioflocos foi iniciada 7 dias antes do povoamento com os juvenis de *O. niloticus*. A fertilização orgânica da água foi realizada através da aplicação diária de 3,5 g de açúcar e 6,5 g de ração em pó com 45% proteína bruta, durante três dias. Ao longo do experimento, açúcar foi utilizado como fonte de carbono para manter a relação C:N em 10:1, tomando como base a quantidade de nitrogênio disponível após a decomposição da ração adicionada ao sistema, à fim de favorecer a formação dos flocos microbianos. Bicarbonato de sódio (NaHCO<sub>3</sub>) foi utilizado conforme Ebeling, et al. (2006) para manter a concentração adequada da alcalinidade do sistema (100 a 150 mg L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>).

### 3.5 Desenho experimental

Tanto o controle (U-0) quanto os tratamentos U-1, U-2 e U-4 foram realizados com três repetições, totalizando 12 unidades experimentais (UE's). As UE's eram compostas por tanques retangulares de polietileno com 300 L de volume útil de água. Os tanques foram dispostos ao acaso e povoados com 50 juvenis de *O. niloticus*, em densidade de 166 peixes L<sup>-1</sup>, com peso médio inicial 3,25 ± 0,02 g cada, distribuídos de modo que a biomassa de cada UE não apresentasse diferenças significativas entre si.

As UE's foram equipadas individualmente com sistema de aeração composto por um anel central de aerotube, localizado no fundo dos tanques, que promovia a oxigenação e circulação da água do sistema, permitindo que os restos de alimento, fezes e outros sólidos fossem mantidos em suspensão e distribuídos por toda a coluna d'água. O controle térmico nas UE's foi feito através de aquecedores com termostato, mantendo a água a aproximadamente 29 °C.

### 3.6 Manejo alimentar e qualidade da água

Os animais foram alimentados com as dietas experimentais por um período de 36 dias, quatro vezes ao dia (08:00, 11:00, 14:00 e 17:00 horas). A quantidade de ração ofertada

seguiu a metodologia sugerida por Silva & Marchiori (2018) e foi ajustada semanalmente de acordo com a biomassa estimada de cada tanque.

Diariamente, foram mensurados a temperatura e oxigênio dissolvido utilizando uma sonda multiparâmetro YSI-55 (YSI Inc., Yellow Springs, OH, USA) e o volume do floco (Cone Imhoff). Uma vez por semana foram mensurados a amônia (Total Ammonia Nitrogen – TAN) segundo metodologia de Grasshoff et al. (1983); Nitrito (N-NO<sub>2</sub>) e Nitrato (N-NO<sub>3</sub>) (Fotocolorímetro IIP, Alfakit Ltda.) e Alcalinidade (CaCO<sub>3</sub>) através de titulação (APHA, 2005). Os tratamentos foram mantidos sem troca de água, repondo somente a água perdida por evaporação.

Foi adicionado 0,1 kg de sal comum (NaCl) às caixas com o objetivo de evitar problemas de intoxicação por nitrito e ainda prevenir infecção por agentes patógenos nos peixes. Para controlar os picos de amônia, açúcar orgânico foi inserido nos tanques na proporção de 10% da ração ofertada, enquanto hidróxido de cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>) foi aplicado na proporção de 5% em relação à quantidade de ração ofertada à fim de manter a alcalinidade do sistema.

### 3.7 Parâmetros zootécnicos

Os seguintes parâmetros foram avaliados: peso médio final, fator de conversão alimentar (FCA), taxa de sobrevivência, taxa de crescimento específico (TCE) e produtividade, de acordo com as seguintes fórmulas:

$$FCA = \frac{\text{Quantidade total de ração fornecida (kg)}}{\text{Ganho de peso total dos peixes (kg)}} \quad (1)$$

$$\text{Sobrevivência (\%)} = \frac{(\text{População inicial} - \text{População final})}{\text{População inicial}} \times 100 \quad (2)$$

$$TCE (\% \text{ dia}^{-1}) = \frac{(\text{Log}(\text{peso final}) - \text{Log}(\text{peso inicial}))}{\text{Dia de cultivo}} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{Produtividade (Kg.m}^{-3}\text{)} = \frac{(\text{Biomassa final} - \text{Biomassa inicial})}{\text{Volume da unidade experimental}} \quad (4)$$

Para as biometrias semanais, foram amostrados de 20% a 30% dos peixes por unidade experimental para acompanhar crescimento e realizar as adequações no manejo alimentar.

### 3.8 Análises hematológicas

Cinco peixes por UE (15 por tratamento e controle) foram anestesiados com eugenol (50 mg L<sup>-1</sup>) para a realização das análises hematológicas no final do experimento. O sangue foi coletado por punção do vaso caudal com auxílio de uma seringa contendo solução anticoagulante EDTA 10%.

Um total de 5 µL de sangue foi usado para fazer duplicatas de extensões sanguíneas coradas com May-Grunwald-Giemsa-Wright para a contagem diferencial dos leucócitos, bem como contagem total dos glóbulos brancos e trombócitos pelo método indireto (Ishikawa et al., 2008).

A concentração de hemoglobina foi analisada pelo método cianometahemoglobina descrito por Collier (1944) utilizando amostras de 16 µL. Os índices hematimétricos (Volume Corpuscular Médio - VCM, Hemoglobina Corpuscular Média - HCM e Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média - CHCM) foram determinados a partir do hematócrito, da hemoglobina e da contagem de eritrócitos (Ranzani-Paiva et al., 2013) de acordo com as seguintes equações:

$$VCM = \frac{\text{Hematócrito} \times 10}{\text{Número de eritrócitos}} \quad (1)$$

$$HCM = \frac{\text{Hemoglobina} \times 10}{\text{Número de eritrócitos}} \quad (2)$$

$$CHCM = \frac{\text{Hemoglobina} \times 100}{\text{Hematócritos}} \quad (3)$$

Para quantificar o número total de eritrócitos (RBC) na câmara de Neubauer, foi utilizada uma amostra contendo 5 mL<sup>-1</sup> de sangue, à qual foi adicionado 1 mL da solução de Dacie (5 % grama : volume) de citrato de sódio, 1% de formalina 37-40% e 0,2 % de cloreto de tolônio, adicionados em 100 mL de água destilada, de acordo com Blaxhall & Daisley (1973).

### 3.9 Análises estatísticas

Inicialmente os dados foram testados para normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e homoscedasticidade (Levene). Posteriormente, foram comparados por ANOVA

unifatorial, e quando houve diferença significativa, foi realizado teste de Tukey de separação de médias. As análises foram realizadas no software Statistica 8.0 (StatSoft Inc.) com 5% de significância. Todos os dados estão apresentados como média e desvio padrão.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Qualidade da água

Não foram observadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) nas variáveis de qualidade de água, entre os tratamentos (tabela 1).

Tabela 1. Variáveis físicas e químicas da água do sistema de bioflocos no cultivo de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) por 36 dias.

Variável	U-0	U-1	U-2	U-4	p-valor
Temp. (°C)	29,02 ± 0,38	28,74 ± 0,46	28,59 ± 0,40	29,11 ± 0,44	0,47
OD (mg L <sup>-1</sup> )	6,43 ± 0,11	6,51 ± 0,19	6,47 ± 0,13	6,29 ± 0,14	0,32
pH	7,00 ± 0,10	6,99 ± 0,10	7,01 ± 0,11	6,75 ± 0,56	0,68
Alc (mg L <sup>-1</sup> )	67,31 ± 13,44	69,19 ± 5,27	58,84 ± 10,07	63,50 ± 8,66	0,60
TAN – N (mg L <sup>-1</sup> )	3,12 ± 0,49	2,36 ± 0,44	2,20 ± 0,36	2,53 ± 1,77	0,68
Nitrito (mg L <sup>-1</sup> )	56,47 ± 52,46	60,12 ± 58,03	49,85 ± 28,34	39,79 ± 14,35	0,86
Nitrato (mg L <sup>-1</sup> )	371,74 ± 55,00	317,10 ± 98,70	296,68 ± 69,23	404,15 ± 70,78	0,33
Condut (µS)	824,64 ± 22,71	764,82 ± 137,98	759,61 ± 143,83	921,37 ± 124,70	0,35
Vol. do floco (ml L <sup>-1</sup> )	18,83 ± 15,03	31,69 ± 12,88	22,89 ± 9,82	24,01 ± 6,38	0,79
SST (mg L <sup>-1</sup> )	280,24 ± 21,66	315,41 ± 41,61	308,44 ± 19,15	288,15 ± 13,07	0,37

Os valores estão apresentados como média ± desvio padrão. U-0 = grupo controle. U-1 = tratamento com a inclusão de 1% da *Ulva*. U-2 = tratamento com a inclusão de 2% da *Ulva*. U-4 = tratamento com a inclusão de 4% da *Ulva*. Temp = temperatura. OD = oxigênio disponível. ALC = alcalinidade. TAN – N = nitrogênio amoniacal total. Condut = condutividade. Vol. do floco = volume do floco. SST = sólidos suspensos totais. \* Indica diferenças estatísticas ( $p < 0,05$ ).

### 4.2 Índices zootécnicos

Os peixes suplementados com U-4 apresentaram peso final e ganho de peso semanal significativamente maior em relação aos demais tratamentos e controle. A TCE e produtividade foram maiores no tratamento U-4 em relação ao controle U-0 e tratamento U-1, enquanto U-2 não divergiu entre os demais tratamentos e controle. Os valores de fator de conversão alimentar e sobrevivência não apresentaram diferenças significativas ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos e o grupo controle (TABELA 2).



Tabela 2. Desempenho zootécnico de *Oreochromis niloticus* alimentada por 36 dias com dietas com adição de diferentes níveis de *Ulva ohnoi*.

Variável	U-0	U-1	U-2	U-4	p-valor
Peso Inicial (g)	3,25 ± 0,02 <sup>a</sup>	3,24 ± 0,02 <sup>a</sup>	3,27 ± 0,02 <sup>a</sup>	3,23 ± 0,02 <sup>a</sup>	<0,05
Peso final (g)	11,38 ± 1,21 <sup>a</sup>	12,62 ± 0,71 <sup>a</sup>	11,68 ± 1,26 <sup>a</sup>	14,70 ± 0,39 <sup>b</sup>	0,011
GPS (g semana <sup>-1</sup> )	1,63 ± 0,24 <sup>a</sup>	1,88 ± 0,15 <sup>a</sup>	1,68 ± 0,26 <sup>a</sup>	2,29 ± 0,07 <sup>b</sup>	0,011
FCA	1,58 ± 0,21 <sup>a</sup>	1,41 ± 0,08 <sup>a</sup>	1,43 ± 0,11 <sup>a</sup>	1,32 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,26
Sobrevivência (%)	99,33 ± 1,15 <sup>a</sup>	100,00 ± 0,0 <sup>a</sup>	96,00 ± 5,29 <sup>a</sup>	99,33 ± 1,15 <sup>a</sup>	0,34
TCE (%.dia <sup>-1</sup> )	1,55 ± 0,14 <sup>a</sup>	1,68 ± 0,08 <sup>a</sup>	1,58 ± 0,14 <sup>ab</sup>	1,88 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,021
Produtividade (kg m <sup>-3</sup> )	1,90 ± 0,22 <sup>a</sup>	2,13 ± 0,13 <sup>a</sup>	1,87 ± 0,28 <sup>ab</sup>	2,42 ± 0,07 <sup>b</sup>	0,028

Os valores estão apresentados como média ± desvio padrão. U-0 = grupo controle (não suplementado). U-1 = tratamento com a inclusão de 1% da *Ulva*. U-2 = tratamento com a inclusão de 2% da *Ulva*. U-4 = tratamento com a inclusão de 4% da *Ulva*. GPS = ganho em peso semanal. FCA = fator de conversão alimentar. Letras diferentes entre os tratamentos são estatisticamente diferentes de acordo com o teste de Tukey (P<0,05).

### 4.3 Parâmetros hematológicos

A contagem das células vermelhas, células brancas, assim como o volume corpuscular médio, hemoglobina corpuscular média e concentração de hemoglobina corpuscular média foram estatisticamente similares para todos os tratamentos, exceto a hemoglobina que apresentou menor valor no grupo controle (p>0.05) (TABELA 3).

Tabela 3. Parâmetros hematológicos de juvenis de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) alimentados por 36 dias com dietas com adição de diferentes níveis de *Ulva ohnoi*.

Variável	U-0	U-1	U-2	U-4	p-valor
Hematócitos (%)	17,76 ± 6,63	22,23 ± 8,37	21,14 ± 6,74	22,70 ± 5,66	0,11
Hemoglobina (g dL <sup>-1</sup> )	16,13 ± 0,06 <sup>a</sup>	17,71 ± 0,00 <sup>b</sup>	17,79 ± 0,00 <sup>b</sup>	17,48 ± 0,00 <sup>b</sup>	<0,05
Eritrócitos (x 10 <sup>6</sup> µL <sup>-1</sup> )	3,63 ± 0,89	4,07 ± 1,59	3,53 ± 1,20	3,09 ± 1,12	0,21
Trombócitos (x 10 <sup>3</sup> µL <sup>-1</sup> )	8,69 ± 4,07	10,10 ± 3,24	7,11 ± 1,86	5,87 ± 2,78	0,41
Leucócitos (x 10 <sup>3</sup> µL <sup>-1</sup> )	31,89 ± 7,44	35,94 ± 12,77	34,15 ± 15,81	34,67 ± 14,43	0,50
Linfócitos (x 10 <sup>3</sup> µL <sup>-1</sup> )	18,60 ± 0,44	18,21 ± 9,79	18,43 ± 9,14	18,40 ± 7,74	0,50
Eosinófilos (x 10 <sup>3</sup> µL <sup>-1</sup> )	2,10 ± 2,33	3,66 ± 3,56	2,4 ± 2,64	1,71 ± 1,94	0,31
Neutrófilos (x 10 <sup>3</sup> µL <sup>-1</sup> )	4,06 ± 2,65	7,20 ± 4,13	8,2 ± 4,21	8,64 ± 3,23	0,48
Monócitos (x 10 <sup>3</sup> µL <sup>-1</sup> )	1,88 ± 1,18	4,60 ± 3,72	3,93 ± 3,31	5,28 ± 4,12	0,33
Basófilos (x 10 <sup>3</sup> µL <sup>-1</sup> )	0,27 ± 0,40	2,27 ± 2,34	1,2 ± 1,42	0,64 ± 0,84	0,35
VCM (fL)	46,57 ± 15,22	56,67 ± 17,34	62,51 ± 16,94	75,98 ± 23,86	0,46
HCM (10 <sup>6</sup> – pg)	44,29 ± 9,30	44,77 ± 9,05	51,60 ± 9,53	57,83 ± 13,69	0,48
CHCM (g dL <sup>-1</sup> )	105,10 ± 46,47	81,02 ± 11,02	83,81 ± 9,80	77,22 ± 5,50	0,25

Os valores estão apresentados como média ± desvio padrão. U-0 = grupo controle. U-1 = tratamento com a inclusão de 1% da *Ulva*. U-2 = tratamento com a inclusão de 2% da *Ulva*. U-4 = tratamento com a inclusão de 4% da *Ulva*. VCM = volume corpuscular médio. HCM = hemoglobina corpuscular média. CHCM = concentração de hemoglobina corpuscular média. Letras diferentes entre os tratamentos são estatisticamente diferentes de acordo com o teste de Tukey (P<0,05).

## 5 DISCUSSÃO

O intervalo de temperatura do presente trabalho se manteve entre 28-29 °C, o que é considerado ideal para o crescimento e sobrevivência de juvenis de *O. niloticus* (Santos et al., 2013). O intervalo de oxigênio dissolvido foi de 6,29-6,51 mg L<sup>-1</sup>, níveis também considerados ótimos para a espécie (Tran-Duy, 2012).

Durante o ensaio, o pH se manteve dentro do intervalo ideal para a sobrevivência da tilápia-do-nilo, segundo Ostrensky e Boeger (1998). A estabilização das bactérias no sistema pode demorar até seis semanas, havendo primeiro a dominância das bactérias heterotróficas, por apresentarem um crescimento rápido (Avnimelech, 2012) e, entre a segunda e terceira semanas, após o início da inclusão da fonte de carbono, a estabilização das bactérias autotróficas (Wasiolesky et al., 2013), pois possuem um crescimento lento e são responsáveis por converter os compostos nitrogenados a nitrato (Krummenauer et al., 2013). Durante este período é comum a elevação das concentrações de pH, assim como as de nitrogênio amoniacal, além do consumo de oxigênio dissolvido pelos microrganismos (Avnimelech, 2011, Crab, 2012).

Mesmo não havendo diferenças significativas entre os tratamentos, houve uma tendência a diminuir o pH, o que pode ser explicado pelo consumo de carbono inorgânico pelas bactérias autotróficas e heterotróficas que formam a biomassa microbiana (Ebeling et al. 2006). Na relação C:N 10:1, a diminuição pode ocorrer devido a um número suficiente da população de bactérias nitrificantes que consomem alcalinidade. De acordo com Chen et al. (2006), cada grama de NAT oxidada à N-NO<sub>3</sub> consome cerca 7,07 g de alcalinidade para produzir 0,17 g de biomassa bacteriana. Por sua vez, Ebeling et al. (2006), estimaram que para cada grama de NAT assimilado em biomassa microbiana, 3,57 g de alcalinidade são consumidos para produzir 8,07 g de biomassa.

No presente trabalho, a maturação do biofloco se deu 3 dias antes do povoamento, o que prejudicou a qualidade da água e, conseqüentemente, na contribuição dos agregados microbianos para um melhor desempenho zootécnico de juvenis de *Oreochromis niloticus*, o que está diretamente relacionada com a disponibilidade do floco. Quando em ambiente natural, os flocos microbianos sofrem ao longo do tempo alterações de tamanho e estrutura devido a fatores biológicos e físico-químicos. Uma vez iniciado o processo de agregação, induzido principalmente devido ao muco produzido por algumas bactérias, esse material tende a se fragmentar ao longo do tempo até o momento onde, devido ao alto peso molecular alcançado, ocorre uma dissociação, dando origem a partículas menores e, assim,

sucessivamente (Emerenciano et al., 2007).

Os níveis de nitrogênio amoniacal total (TAN-N) variaram de 2,20 a 3,12 mg L<sup>-1</sup>, apresentando valores superiores ao nível ideal de 1,0 mg L<sup>-1</sup> na segunda semana de cultivo. Para tentar manter as concentrações de amônia dentro do ideal, foram realizadas fertilizações com açúcar orgânico (Hargreaves, 2013) em todos os tratamentos e no controle, mantendo uma relação C:N (10:1). A baixa relação C:N foi utilizada como forma de minimizar aumentos abruptos da amônia, mantendo, além das bactérias heterotróficas, o grupo quimioautotrófico (autotrófico) associado ao bioflocos (Avnimelech, 2012, Ray & Lotz, 2014). A toxicidade depende da concentração da amônia não ionizada (NH<sub>3</sub>). No presente trabalho, a concentração de amônia não ionizada não ultrapassou 0,1 mg L<sup>-1</sup>, que é o nível considerado prejudicial à tilápia (El-Sayed, 2006).

Aumento nos níveis de nitrato foram observados na 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> semanas, enquanto os maiores valores de nitrito ocorreram a partir da 2<sup>a</sup> semana de cultivo. O nitrito é um produto intermediário do processo de transformação da amônia em nitrato, podendo ser tóxico para os peixes (Avnimelech, 2009), e o seu acúmulo é comum em sistemas intensivos (Azim & Little, 2008). O efeito tóxico do nitrito depende em grande parte do pH e da concentração de cloro (Cl<sup>-</sup>) (Tomasso et al 1979). Para evitar efeitos tóxicos de possíveis picos de nitrito, foi aplicado NaCl desde o início do ensaio. Os íons cloreto do NaCl reduzem a toxicidade do nitrito, possivelmente porque inibem sua a através das brânquias (Atwood et al., 2001, Yanbo et al., 2006). Por outro lado, o nitrato tem menor potencial tóxico, mas o excesso de sua concentração na aquicultura pode ocorrer devido à limitação da água. Por ser produto final da nitrificação (Timmons e Ebeling, 2007), o nitrato tende a se acumular em sistemas de cultivos intensivos (Juhn et al., 2010). No presente trabalho, os níveis de nitrato variaram de 296,68 a 404,15, o que não afetou o consumo de alimentos, uma vez que, segundo Rakocy et al. (2000), para que o consumo de alimentos em tilápias seja afetado, as concentrações devem estar entre 600 ou 700 mg L<sup>-1</sup>.

Valores de alcalinidade inferiores a 100 mg L<sup>-1</sup> foram observados no decorrer do experimento em todos os tratamentos e no controle (58,84 a 69,19 mg L<sup>-1</sup>). A diminuição da alcalinidade foi corrigida com a adição bicarbonato de sódio. De acordo com Silva & Costa (2013), para o bom desenvolvimento do cultivo, bem como para a formação do bioflocos, a água deve apresentar alcalinidade igual ou superior a 20 mg L<sup>-1</sup>, valores estes encontrados neste trabalho.

A concentração de sólidos suspensos totais (SST) aumentou ao longo dos 36 dias de cultivo (280,24 a 315,41 mg L<sup>-1</sup>), alcançando pico na 3<sup>a</sup> semana. Através da adição de

fonte de carbono orgânico, há um acréscimo na produção de sólidos suspensos, compostos principalmente pelas bactérias autotróficas e heterotróficas (Luo et al., 2013). Essas bactérias, ao aumentarem a sua biomassa, incrementam conseqüentemente os SST, além do conteúdo proteico da dieta e a taxa de excreção do nitrogênio dos peixes cultivados (Monroy et al., 2013). Esses valores estão situados dentro dos níveis recomendados e observados em sistemas de produção de BFT para espécies de peixes tropicais, como as tilápias. Como proposto por Emerenciano et al. (2017), concentrações abaixo de 500 mg L<sup>-1</sup> são tidas como normais para o sistema BFT.

Os sólidos sedimentáveis (volume do bioflocos) são um dos fatores limitantes mais importantes para aumentar a produtividade de forma estável em sistemas de aquicultura (Ebeling et al., 2006). A sua formação iniciou-se desde o início do experimento, com valores máximos atingidos na 5<sup>a</sup> semana. Esse aumento foi, provavelmente, favorecido pela adição dos açúcares e das baixas taxas de troca de água, alimentação contínua e crescimento bacteriano (Van Wyk, 2006). Segundo Samocha et al. (2007), ocorre uma variação na concentração dos flocos microbianos ao longo do tempo e isso é influenciado por fatores como produção, biodegradação e o consumo pelos organismos cultivados.

Peixes alimentados com dieta suplementada com U-4 apresentaram melhor desempenho zootécnico, como peso final ( $14,70 \pm 0,39$  g), ganho em peso semanal ( $2,29 \pm 0,07$  g semana<sup>-1</sup>), taxa de crescimento específico ( $1,88 \pm 0,03$  %dia<sup>-1</sup>) e produtividade ( $2,42 \pm 0,07$  kg m<sup>-3</sup>) quando comparados ao controle, corroborando com o trabalho de Ergün et al. (2009), que relataram um aumento no desempenho de crescimento de tilápias-do-nilo suplementadas com baixos níveis de farinha de *Ulva* (5%) em relação à dieta controle. Por outro lado, Suryaningrum & Samsudin (2020) demonstraram que tilápias-do-nilo alimentadas com dieta suplementada com concentrações mais altas (10%, 20% e 30% de *Ulva* sp.) não apresentaram diferenças significativas para performance de crescimento quando comparados aos peixes não suplementados. A inclusão de concentrações maiores utilizadas por estes últimos autores provavelmente, foi pensando nos aspectos nutricionais da utilização da *Ulva* sp. No presente trabalho, como a concentração é pequena, a tendência é que o crescimento tenha sido promovido pelos compostos bioativos da *Ulva*, e não pela sua composição nutricional.

Os resultados obtidos tanto por Ergun et al. (2009) e Suryaningrum & Samsudin (2020) indicam que a inclusão de farinha de algas marinhas demonstrou um efeito benéfico sobre os peixes suplementados. Suryaningrum & Samsudin (2020) em particular, ao suplementarem a dieta de tilápias em níveis de até 20% de *Ulva* sp., observaram que não

houveram efeitos negativos sobre o peso final e crescimento dos peixes e na eficiência de utilização da ração, entretanto, a inclusão de níveis de até 10% resultou em peixes com maior desempenho zootécnico.

A suplementação com a *Ulva* não afetou na taxa de sobrevivência dos juvenis de tilápia-do-nilo ( $98,44 \pm 0,38$  %). Resultados similares foram encontrados por Suryaningrum & Samsudin (2020), com índices de sobrevivência de 98 a 98,7%. Os resultados demonstram que a adição da farinha de *Ulva* não tem influência sobre os parâmetros da qualidade de água e, conseqüentemente, na taxa de sobrevivência da tilápia.

A saúde dos peixes depende principalmente da ingestão de alimentos. A suplementação dietética com imunostimulantes naturais tem efeitos positivos nos animais cultivados, pois podem alterar algumas atividades do sistema imune inato e aumentar a resistência a doenças. Além disso, são seguros para a saúde humana e o meio ambiente (Ortuño et al., 2002).

Apesar de possuir uma grande quantidade de carboidratos de baixa digestibilidade, o que pode reduzir as taxas de crescimento, a utilização das algas em baixas concentrações exerce um potente efeito prebiótico, conferindo aos animais cultivados um melhor desempenho zootécnico (McHugh, 2003), promovendo o equilíbrio da flora gastrointestinal, aumentando a digestão e absorção de nutrientes e resultando em melhores taxas de crescimento (Evans & Critchley, 2013), além de resultar em ganhos na produtividade.

Os resultados deste trabalho ainda mostraram que dietas suplementadas com 3 níveis diferentes de farinha de *Ulva*, não alteraram o perfil hematológico dos juvenis de tilápia-do-nilo. A elevação da hemoglobina nos peixes demonstra a capacidade da farinha de *Ulva* de estimular a hematopoiese, respostas imunes e de estresse (Faggio et al., 2014) e estado de saúde (Adel et al., 2016) dos peixes. Um aumento no nível de hematócritos em tilápias alimentadas com *U. clathrata* foi observado por Del Rocío & Fajer-Ávila (2017). O aumento na concentração da hemoglobina pode ser decorrente do maior consumo de oxigênio durante a resposta ao estímulo estressante ocasionado pelos altos valores de nitrito e nitrato nos sistemas de cultivo, o que provocou um aumento da atividade metabólica dos peixes.

## 6 CONCLUSÃO

A inclusão de 4% da macroalga verde *U. ohnoi* nas dietas de juvenis de tilápia-do-

nilo (*O. niloticus*) promove seu desempenho zootécnico, quando criadas em sistema de biofloc, sem comprometer as variáveis de qualidade de água ou alterar o perfil hematológico dos peixes.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina, EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Nutricol Alimentos, IFC – Instituto Federal Catarinense – Campus Araquari, FAPESC - Fundação de Apoio à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Código de financiamento 2020TR728) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (número do processo 310250/2020-0).

## REFERÊNCIAS

- Adel, M., Pourgholam, R., Zorriehzahra, J., & Ghiasi, M. 2016. Hemato-immunological and biochemical parameters, skin antibacterial activity, and survival in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) following the diet supplemented with *Mentha piperita* against *Yersinia ruckeri*. *Fish & shellfish immunology*, 55, 267-273.  
<https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.05.040>
- APHA AWWA, W. E. F. 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. APHA WEF AWWA.
- Atwood, H.L., Fontenot, Q.C., Tomasso J.R.; Isely, J.J, 2001. Toxicity of Nitrite to Nile Tilapia: Effect of Fish Size and Environmental Chloride. *N Am J Aquacult*, 63, 49–51.  
[https://doi.org/10.1577/1548-8454\(2001\)063<0049:TONTNT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8454(2001)063<0049:TONTNT>2.0.CO;2)
- Avnimelech, Yoram. 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture*, v. 264, n. 1-4, p. 140-147.  
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.11.025>
- Avnimelech, Y. 2009. *Biofloc technology: a practical guide book*. World Aquaculture Society. 268p.
- Avnimelech, Y., & Kochba, M. 2009. Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in bio floc tanks, using <sup>15</sup>N tracing. *Aquaculture*, 287(1-2), 163-168.  
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.10.009>
- Avnimelech, Y. 2011. Tilapia Production Using Biofloc Technology: Saving Water. Waste Recycling Improves Economics. *Global Aquaculture Advocate*, 14(3), 66-68.
- Avnimelech Y. & Kochba, M. 2012 Evaluation of nitrogen uptake and excretion by

tilapia in biofloc tanks, using <sup>15</sup>N tracing. *Aquaculture* 287, 163–168.

Azim, M. E., & Little, D. C. 2008. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 283(1-4), 29-35. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.06.036>

Barroso, R. M., Muñoz, A. E. P., Tahim, E. F., Webber, D. C., Albuquerque Filho, A. D. C., Pedroza Filho, M. X., Hein, G. 2018. Diagnóstico da cadeia de valor da tilapicultura no Brasil. Brasília. Embrapa. 181 p.

Blaxhall, P. C., & Daisley, K. W. 1973. Routine haematological methods for use with fish blood. *Journal of fish biology*, 5(6), 771-781.

Boyd, C. E. 1979. Water quality in warmwater fish ponds (No. 639.3 B6923w Ej. 1 009523). AUBURN UNIVERSITY. 359 p.

Boyd, C. E., Tucker, C. S., & Somridhivej, B. 2016. Alkalinity and hardness: critical but elusive concepts in aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society*, 47(1), 6-41. <http://doi.org/10.1111/jwas.12241>

Chamorro-Legarda, E. 2020. Aquicultura Multitrófica Integrada de camarão, tainha e macroalga em sistema de bioflocos aplicando conceitos de economia circular, Florianópolis, Brasil. Florianópolis. 165f. (Doctoral thesis. Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC) Available at: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/216385>>. Accessed: Jan. 22, 2021.

Chen S, Ling J, Blancheton JP (2006) Nitrification kinetics of biofilm as affected by water quality factors. *Aquacultural Engineering* 34:179-197. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.09.004>

Collier, H. B. 1944. Standardization of blood haemoglobin determinations. *Canadian Medical Association Journal*, 50(6), 550.

Crab, R., Kochva, M., Verstraete, W., & Avnimelech, Y. 2009. Bio-flocs technology application in over-wintering of tilapia. *Aquacultural Engineering*, 40(3), 105-112. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2008.12.004>

Dauda, A. B. 2020. Biofloc technology: a review on the microbial interactions, operational parameters and implications to disease and health management of cultured aquatic animals. *Reviews in Aquaculture*, 12(2), 1193-1210. <http://doi/abs/10.1111/raq.12379>

Del Rocío Quezada-Rodríguez, P., & Fajer-Ávila, E. J. 2017. The dietary effect of ulvan from *Ulva clathrata* on hematological-immunological parameters and growth of tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Applied Phycology*, 29(1), 423-431. DOI [10.1007/s10811-016-0903-7](https://doi.org/10.1007/s10811-016-0903-7)

Ebeling, J. M., Timmons, M. B., & Bisogni, J. J. 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, 257(1-4), 346-358. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.03.019>

- Ekasari, J., Suprayudi, M. A., Wiyoto, W., Hazanah, R. F., Lenggara, G. S., Sulistiani, R., ... & Zairin Jr, M. 2016. Biofloc technology application in African catfish fingerling production: the effects on the reproductive performance of broodstock and the quality of eggs and larvae. *Aquaculture*, 464, 349-356.  
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.07.013>
- El-Sayed, A-F.M. 2006. Tilapia culture. CABI Publishing, Oxfordshire, U.K. 277 p. El-Sayed, Abdel-Fattah M. Tilapia culture. Academic Press, 2019. cap. 1. p. 1-47.
- Emerenciano, M., Gaxiola, G., & Cuzon, G. 2013. Biofloc technology (BFT): a review for aquaculture application and animal food industry. *Biomass now-cultivation and utilization*, 301- 328.
- Emerenciano, M. G. C., Martínez-Córdova, L. R., Martínez-Porchas, M., & Miranda-Baeza, A. 2017. Biofloc technology (BFT): a tool for water quality management in aquaculture. *Water quality*, 5, 92-109. DOI: 10.5772/66416
- Ergün, S., Soyutürk, M., Güroy, B., Güroy, D., & Merrifield, D. 2009. Influence of *Ulva* meal on growth, feed utilization, and body composition of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) at two levels of dietary lipid. *Aquaculture International*, 17(4), 355-361. [http:// DOI10.1007/s10499-008-9207-5](http://DOI10.1007/s10499-008-9207-5)
- Evans, F. D., & Critchley, A. T. 2014. Seaweeds for animal production use. *Journal of applied phycology*, 26(2), 891-899. DOI: 10.1007/s10811-013-0162-9
- Faggio, C., Piccione, G., Marafioti, S., Arfuso, F., Trischitta, F., Fortino, G., & Fazio, F. 2014. Monthly variations of haematological parameters of *Sparus aurata* and *Dicentrarchus labrax* reared in Mediterranean land off-shore tanks. *Cahiers de Biologie Marine*, 55(4), 437-443.
- FAO. 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018. Meeting the sustainable development goals. *Fisheries and Aquaculture Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome*.
- Fao, food and agriculture organization of the United Nations. 2020. The state of world fisheries and aquaculture. Sustainability in action. Roma. 244p. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf>>. Acesso em: 15/10/2020.
- Francis, G., Makkar, H. P., & Becker, K. 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture*, 199(3-4), 197-227. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00526-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00526-9)
- Fumanal, M., Di Zeo, D. E., Anguís, V., Fernández-Díaz, C., Alarcón, F. J., Piñera, R., ... & Balebona, M. C. 2020. Inclusion of dietary *Ulva ohnoi* 5% modulates *Solea senegalensis* immune response during *Photobacterium damsela* subsp. piscicida infection. *Fish & Shellfish Immunology*, 100, 186-197.  
<https://doi.org/10.1016/j.fsi.2020.03.007>
- Furtado, P. S., Gaona, C. A., Poersch, L. H., & Wasielesky, W. 2014. Application of different doses of calcium hydroxide in the farming shrimp *Litopenaeus vannamei* with



the biofloc technology (BFT). *Aquaculture international*, 22(3), 1009-1023. DOI [10.1007/s10499-013-9723-9](https://doi.org/10.1007/s10499-013-9723-9)

Goede, R. W. 1990. Organismic indices and an autopsy-based assessment as indicator of health and condition of fish. In *Am Fish Soc Symp* (Vol. 8, pp. 93-108).

Grasshoff, K. Ehrhardt, M., Kremling, K. 1983. *Methods of seawater analysis*. 2ed. Weinheim, Verlag Chemie. 419p.

Hargreaves, J.A., 2013. *Biofloc Production Systems for Aquaculture*. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) Publication No. 4503.

Holdt, S. L., & Kraan, S. 2011. Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. *Journal of applied phycology*, 23(3), 543-597. [https:// DOI 10.1007/s10811-010-9632-5](https://doi.org/10.1007/s10811-010-9632-5)

Ishikawa, Nilton Massuo; Ranzani-Paiva, M. J. T.; Lombardi, J. V. 2008. Metodologia para quantificação de leucócitos totais em peixe *Oreochromis Niloticus*. *Archives of Veterinary Science*, v. 13, n. 1, p. 54-63. Available at: <http://hdl.handle.net/11449/70526>.

Krummenauer, D., LARA, G., FOÉS, G., POERSCH, L., & WASIELESKY JR, W. 2013. Sistema de Bioflocos: É possível reutilizar a água por diversos ciclos. *Panorama da aquicultura*, 136(23), 40-47. Available at: <http://panoramadaaquicultura.com.br/sistema-de-bioflocos-e-possivel-reutilizar-a-agua-por-diversos-ciclos-3/>. Accessed: mar. 04, 2022.

Li, X. L., Shuai, J. B., & Fang, W. H. 2006. Protection of *Carassius auratus* Gibelio against infection by *Aeromonas hydrophila* using specific immunoglobulins from hen egg yolk. *Journal of Zhejiang University SCIENCE B*, 7(11), 922-928. [http://doi:10.1631/jzus.2006.B0922](http://doi.org/10.1631/jzus.2006.B0922)

Long, L., Yang, J., Li, Y., Guan, C., & Wu, F. (2015). Effect of biofloc technology on growth, digestive enzyme activity, hematology, and immune response of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 448, 135-141. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.05.017>

Lopes, Í. L. 2016. Lipid profile and lipogenic capacity of the seaweed *Ulva lactuca* (Chlorophyta). Use as potential ingredient for fish aquaculture, Coimbra, Portugal. Coimbra. 76f. (Doctoral dissertation. Universidade de Coimbra). Available at: <https://estudogeral.uc.pt/bistream/10316/33793/1/Íris%20Lopes.pdf>. Accessed: Jul. 23, 2021.

Luo, G. Z., Avnimelech, Y., Pan, Y. F., & Tan, H. X. 2013. Inorganic nitrogen dynamics in sequencing batch reactors using biofloc technology to treat aquaculture sludge. *Aquacultural engineering*, 52, 73-79. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2012.09.003>

Luo, G., Gao, Q., Wang, C., Liu, W., Sun, D., Li, L., & Tan, H. 2014. Growth, digestive activity, welfare, and partial cost-effectiveness of genetically improved farmed

tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in a recirculating aquaculture system and an indoor bioflocsystem. *Aquaculture*, 422, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.11.023>

Magnoni, L. J., Martos-Sitcha, J. A., Queiroz, A., Caldach-Giner, J. A., Gonçalves, J. F. M., Rocha, C. M., ... & Pérez-Sánchez, J. (2017). Dietary supplementation of heat-treated Gracilaria and Ulva seaweeds enhanced acute hypoxia tolerance in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Biology open*, 6(6), 897-908. <https://doi.org/10.1242/bio.024299>.

Monroy-Dosta, M. D. C., Lara-Andrade, D., Castro-Mejía, J., Castro-Mejía, G., & Coelho- Emerenciano, M. G. 2013. Composición y abundancia de comunidades microbianas asociadas al biofloc en un cultivo de tilapia. *Revista de biología marina y oceanografía*, 48(3), 511-520. DOI 10.4067/S0718-19572013000300009

Ortuño J, Cuesta A, Rodríguez A, Esteban MA, Meseguer J. 2002. Oral administration of yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, enhances the cellular innate immune response of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Vet Immunol Immunopath* 85:41–50.

Ostrenskv, A.; Boeger, W. A. 1998. *Piscicultura Fundamentos e Técnicas de Manejo* (Ostrenskv, A.; Boeger, W. A. Eds.). Guaíba: Agropecuária. 211p. Available at: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2015013571>

Pérez-Fuentes, J. A., Hernández-Vergara, M. P., Pérez-Rostro, C. I., & Fogel, I. 2016. C: N ratios affect nitrogen removal and production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* raised in abiofloc system under high density cultivation. *Aquaculture*, 452, 247-251. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.11.010>

Ponce, M., Zuasti, E., Anguís, V., & Fernández-Díaz, C. 2020. Effects of the sulfated polysaccharide ulvan from *Ulva ohnoi* on the modulation of the immune response in Senegalese sole (*Solea senegalensis*). *Fish & Shellfish Immunology*, 100, 27-40. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2020.02.054>

Pontes, M. D., Campelo, D. A. V., Takata, R., Oshiro, L. M. Y., & Castelar, B. 2020. Digestibility and gastrointestinal transit of *Ulva fasciata* seaweed meal in tilapia (*Oreochromis niloticus*) juveniles: basis for the inclusion of a sustainable ingredient in aquafeeds. *Research, Society and Development*, 9(10), e3889108497-e3889108497. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8497>

Pratiwi, D. Y., & Pratiwy, F. M. (2022). A review-the effect of dietary supplementation of *Ulva* on the growth performance and haematological parameters of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Int J Fish Aquat Stud* 2022;10(1):29-32.

Rakocy J. E., Bailey D. S., Martin J. M., Shultz R. C., 2000. Tilapia production systems for the Lesser Antilles and other resource-limited tropical areas. In: *Tilapia Aquaculture in the 21 Century: Proceedings from the Fifth International Symposium on Tilapia in Aquaculture*.

Fitzsimmons K., Filho J. C. (eds), Rio de Janeiro, Brazil pp. 651-662. Available at: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2004415>.

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

Maringá-EDUEM. 140 pp.

Ray, A. J., & Lotz, J. M. 2014. Comparing a chemoautotrophic-based biofloc system and three heterotrophic-based systems receiving different carbohydrate sources. *Aquacultural Engineering*, 63, 54-61. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2014.10.001>

Rocha, A. F. D., Abreu, P. C. O. V. D., Wasielesky Junior, W., & Tesser, M. B. 2012. Avaliação da formação de bioflocos na criação de juvenis de tainha mugil cf. hospes sem renovação de água. [doi: 10.5088/atl.2012.34.1.63](https://doi.org/10.5088/atl.2012.34.1.63)

Salasia, S. I. O., Sulanjari, D., & Ratnawati, A. 2001. Studi hematologi ikan air tawar. *Berkala ilmiah biologi*, 2(2001).

Samocha, T. M., Patnaik, S., Speed, M., Ali, A. M., Burger, J. M., Almeida, R. V., ... & Brock, D. L. 2007. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. *Aquacultural Engineering*, 36(2), 184-191. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2006.10.004>

Santos, V. B. D., Mareco, E. A., & Dal Pai Silva, M. 2013. Growth curves of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains cultivated at different temperatures. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 35(3), 235-242. [Doi: 10.4025/actascianimsci.v35i3.19443](https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i3.19443)

Silva, B. C., & Marchiori, N. C. 2018. Importância do manejo alimentar na criação de tilápia. Florianópolis: Epagri. 16p. (Informativo Técnico). Available at: [https://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_epagri/Cedap/Folder/34-Piscicultura-tilapia-gestao-nutricao.pdf](https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_epagri/Cedap/Folder/34-Piscicultura-tilapia-gestao-nutricao.pdf) (epagri.sc.gov.br). Accessed: jul. 23, 2020.

Silva, B. K. R.; Costa, D. C. P. B. 2013. Formação de Bioflocos: protótipo com criação de tilápias. Curitiba: UFPR. 2013. 68p. (Silva, B. K. R.; Da-Costa, D. C. P. B. Eds.). Curitiba: UFPR.

Suryaningrum, L. H., & Samsudin, R. 2020. Nutrient digestibility of green seaweed *Ulva* meal and the influence on growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 488-494. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2020.v32.i7.2131>

Tavares-Dias, M., & de Moraes, F. R. 2004. Hematologia de peixes teleósteos. Marcos Tavares-Dias, 144p.

Timmons, M. B., Ebeling, J. M., Wheaton, F. W., Summerfelt, S., & Vinci, B. J. 2002. *Recirculating aquaculture systems*. Northeastern Regional Aquaculture Center, 2. ed. Ithaca, USA: Cayuga Aqua Ventures, 2002. 769p.

Timmons, M. B. e Ebeling, J. M. 2007 *Recirculating Aquaculture*. Biofiltration. Ithaca, Nova Iorque, p. 275-318.

Tomasso J. R., Simco B. A., Davis K. B., 1979 Chloride inhibition of nitrite-induced methemoglobinemia in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 36:1141-1144.

- Tran-Duy, A., van Dam, A. A., & Schrama, J. W. 2012. Feed intake, growth and metabolism of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in relation to dissolved oxygen concentration. *Aquaculture Research*, 43(5), 730-744. [Doi: 10.1111/j.1365-2109.2011.02882.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02882.x)
- Trigui, M., Gasmi, L., Zouari, I., & Tounsi, S. 2013. Seasonal variation in phenolic composition, antibacterial and antioxidant activities of *Ulva rigida* (Chlorophyta) and assessment of antiacetylcholinesterase potential. *Journal of applied phycology*, 25(1), 319-328. [DOI: 10.1007/s10811-012-9866-5](https://doi.org/10.1007/s10811-012-9866-5)
- Van Wyk, P. 2006. Production of *Litopenaeus vannamei* in recirculating aquaculture systems: Management and design considerations. In *International Conference Recirculating Aquaculture* (Vol. 6, pp. 38-47).
- Vinatea, L., Gálvez, A. O., Browdy, C. L., Stokes, A., Venero, J., Haveman, J., ... & Leffler, J. W. 2010. Photosynthesis, water respiration and growth performance of *Litopenaeus vannamei* in a super-intensive raceway culture with zero water exchange: interaction of water quality variables. *Aquacultural Engineering*, 42(1), 17-24. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2009.09.001>.
- Wasieliesky, W., & KRUMMENAUE, D. 2013. Cultivo de camarões em sistema de bioflocos: realidades e perspectivas. *Revista ABCC*, 15(2), 16-26. Available at: [http://www.researchgate.net/profile/Luis-Poersch/publication/303168908\\_Cultivo\\_de\\_camaroes\\_em\\_sistema\\_de\\_bioflocos\\_Realidade\\_s\\_e\\_perspectivas/links/573e236208ae9ace841130e9/Cultivo-de-camaroes-em-sistema-de-bioflocos-Realidades-e-perspectivas.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Luis-Poersch/publication/303168908_Cultivo_de_camaroes_em_sistema_de_bioflocos_Realidade_s_e_perspectivas/links/573e236208ae9ace841130e9/Cultivo-de-camaroes-em-sistema-de-bioflocos-Realidades-e-perspectivas.pdf). Accessed: mar. 05,2022.
- Wassef, E. A., El Masry, M. H., & Mikhail, F. R. 2001. Growth enhancement and muscle structure of striped mullet, *Mugil cephalus* L., fingerlings by feeding algal meal-based diets. *Aquaculture Research*, 32, 315-322.
- Wintrobe, M. M. 1934. Anemia: classification and treatment on the basis of differences in the average volume and hemoglobin content of the red corpuscles. *Archives of internal medicine*, 54(2), 256-280.
- Yanbo, W., Wenju, Z., Weifen, L., & Zirong, X. 2006. Acute toxicity of nitrite on tilapia (*Oreochromis niloticus*) at different external chloride concentrations. *Fish Physiology and Biochemistry*, 32(1), 49-54. [DOI: 10.1007/s10695-005-5744-2](https://doi.org/10.1007/s10695-005-5744-2)
- Yildiz, G., Celikler, S., Vatan, O., & Dere, S. 2012. Determination of the anti-oxidative capacity and bioactive compounds in green seaweed *Ulva rigida* C. Agardh. *International Journal of Food Properties*, 15(6), 1182-1189. <https://doi.org/10.1080/10942912.2010.517341>

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO GERAL

Abakari, G., Luo, G., & Kombat, E. O. 2021. Dynamics of nitrogenous compounds and their control in biofloc technology (BFT) systems: A review. *Aquaculture and Fisheries*, 6(5), 441-447. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2020.05.005>

Aboyadak, I. M., Ali, N. G. M., Goda, A. M. A. S., Saad, W., & Salam, A. M. E. 2017. Non-selectivity of RS media for *Aeromonas hydrophila* and TCBS media for *Vibrio* species isolated from diseased *Oreochromis niloticus*. *J. Aquac. Res. Dev*, 8(496), 1-5. [https:// DOI:10.4172/2155-9546.1000496](https://doi.org/10.4172/2155-9546.1000496)

Akbary, P., & Aminikhoei, Z. 2018. Effect of water-soluble polysaccharide extract from the green alga *Ulva rigida* on growth performance, antioxidant enzyme activity, and immune stimulation of grey mullet *Mugil cephalus*. *Journal of applied phycology*, 30(2), 1345-1353.  
[DOI:10.1007/s10811-017-1299-8](https://doi.org/10.1007/s10811-017-1299-8)

Akbary, P., Molazaei, E., & Aminikhoei, Z. 2018. Effect of dietary supplementation of *Ulva rigida* C. Agardh extract on several of physiological parameters of grey mullet, *Mugil cephalus* (Linnaeus). *Iranian Journal of Aquatic Animal Health*, 4(1), 59-68.  
<http://dx.doi.org/10.29252/ijaah.4.1.59>

Aoki, T. 1999. Motile aeromonads (*Aeromonas hydrophila*). In: Woo, P.T.K, Bruno, D.W. *Fish Diseases and disorders*. Cab International, p.427-476.

Ardó, L., Yin, G., Xu, P., Váradi, L., Szigeti, G., Jeney, Z., & Jeney, G. 2008. Chinese herbs (*Astragalus membranaceus* and *Lonicera japonica*) and boron enhance the non-specific immune response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and resistance against *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture*, 275(1-4), 26-33.  
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.12.022>

Ashour, M., Mabrouk, M. M., Ayoub, H. F., El-Feky, M. M., Zaki, S. Z., Hoseinifar, S. H., ... & Goda, A. 2020. Effect of dietary seaweed extract supplementation on growth, feed utilization, hematological indices, and non-specific immunity of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* challenged with *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Applied Phycology*, 32(5), 3467-3479. [DOI: 10.1007/s10811-020-02178-1](https://doi.org/10.1007/s10811-020-02178-1)

Avnimelech, Y. 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, 176(3-4), 227-235.

Avnimelech, Yoram. 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture*, v. 264, n. 1-4, p. 140-147.  
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.11.025>

Avnimelech, Y. 2009. *Biofloc technology: a practical guide book*. World Aquaculture Society. 268p.

Avnimelech, Y., & Kochba, M. 2009. Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in bio floc tanks, using <sup>15</sup>N tracing. *Aquaculture*, 287(1-2), 163-168.

<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.10.009>

Azim, M. E., & Little, D. C. 2008. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*).

Aquaculture, 283(1-4), 29-35. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.06.036>

Barroso, R. M., Muñoz, A. E. P., Tahim, E. F., Webber, D. C., Albuquerque Filho, A. D. C., Pedroza Filho, M. X., Hein, G. 2018. Diagnóstico da cadeia de valor da tilapicultura no Brasil. Brasília. Embrapa. 181 p.

Bastos, E. D. O. 2019. Desenvolvimento de bases biotecnológicas para utilização da alga verde *Ulva ohnoi* (Chlorophyta), Florianópolis, Brasil. Florianópolis.165f. (Doctoral thesis. Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC) Available at:

<<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/214480>>. Accessed: jul. 08,2020.

Batista, S., Pintado, M., Marques, A., Abreu, H., Silva, J. L., Jesse, F., ... & Valente, L. M. 2020. Use of technological processing of seaweed and microalgae as strategy to improve their apparent digestibility coefficients in European seabass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. Journal of Applied Phycology, 32(5), 3429-3446. DOI: [10.1007/s10811-020-02185-2](https://doi.org/10.1007/s10811-020-02185-2)

Bharathi, S., Antony, C., Cbt, R., Arumugam, U., Ahilan, B., & Aanand, S. 2019. Functional feed additives used in fish feeds. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 7(3), 44-52.

Bregnballe J. 2015 A guide to recirculation aquaculture: an introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems. FAO and EUROFISH International Organization, Copenhagen. Available at: < <http://www.readbookpage.com/get-ebook/file.php?id=gfzLDwAAQBAJ&item=Current%20Developments%20in%20Biotechnology%20and%20Bioengineering> >. Accessed: nov. 18, 2020.

CALDINI, Nayara Nunes. Uso de biomassa de bioflocos úmida e seca na alimentação da tilápia do Nilo. 2015. 60 f. (Masters Dissertation. UFC. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza). Available at:

<[https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/41095/3/2015\\_dis\\_nncaldini.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/41095/3/2015_dis_nncaldini.pdf)> Accessed: Apr. 13, 2022.

Chamorro - Legarda, E. 2020. Aquicultura Multitrófica Integrada de camarão, tainha e macroalga em sistema de bioflocos aplicando conceitos de economia circular, Florianópolis, Brasil. Florianópolis.165f. (Doctoral thesis. Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC) Available at:

<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/216385/PAQI0593-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Accessed: Jan. 22, 2021.

Chung, I. K., Beardall, J., Mehta, S., Sahoo, D., & Stojkovic, S. 2011. Using marine macroalgae for carbon sequestration: a critical appraisal. Journal of applied phycology, 23(5), 877-886. [https:// DOI 10.1007/s10811-010-9604-9](https://doi.org/10.1007/s10811-010-9604-9)

- Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P., & Verstraete, W. 2007. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture*, 270(1-4), 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.05.006>
- Crab, R., Kochva, M., Verstraete, W., & Avnimelech, Y. 2009. Bio-flocs technology application in over-wintering of tilapia. *Aquacultural Engineering*, 40(3), 105-112. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2008.12.004>
- Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P., & Verstraete, W. 2012. Biofloc technology in aquaculture: beneficial effects and future challenges. *Aquaculture*, 356, 351-356. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.046>
- Deivasigamani B, Subramanian V. 2016 Applications of immunostimulants in aquaculture: a review. *Int J Curr Microbiol App Sci* 5:447–453.
- Ekasari, J., Crab, R., & Verstraete, W. (2010). Primary nutritional content of bio-flocs cultured with different organic carbon sources and salinity. *HAYATI Journal of Biosciences*, 17(3), 125-130. <https://doi.org/10.4308/hjb.17.3.125>
- Ekasari, J., Suprayudi, M. A., Wiyoto, W., Hazanah, R. F., Lenggara, G. S., Sulistiani, R., ... & Zairin Jr, M. 2016. Biofloc technology application in African catfish fingerling production: the effects on the reproductive performance of broodstock and the quality of eggs and larvae. *Aquaculture*, 464, 349-356. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.07.013>
- Elmosallamy, A. M. D., Amer, T. N., Mohamed, S. Z., Ali, Y. M., & Hussein, S. A. A. 2021. Phytochemical Constituents of *Ulva Lactuca* and Supplementation to Improve the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Haemato-Biochemical Status. *Egyptian Journal of Chemistry*, 64(5), 9-10. <https://dx.doi.org/10.21608/ejchem.2021.60453.3296>
- EL-Sayed Hussein, E. M., Ebtehal, E. L., & Sayed Hussein, C. M. 2017. Effect of seaweed supplemented diets on Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* performance. *Int. J. Fish. Aquat. Stud*, 5, 205-210.
- El-Sayed, Abdel-Fattah M. Tilapia culture. Academic Press, 2019. cap. 1. p. 1-47.
- El-Tawil, N. E. 2010. Effects of green seaweeds (*Ulva* sp.) as feed supplements in red tilapia (*Oreochromis* sp.) diet on growth performance, feed utilization and body composition. *Journal of the Arabian Aquaculture Society*, 5(2), 179-194.
- Emerenciano, M. G. C., Junior, W. W., Soares, R. B., Ballester, E. C., Izeppi, E. M., & Cavalli, R. O. (2007). Crescimento e sobrevivência do camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) na fase de berçário em meio heterotrófico. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 29(1), 1-7. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v29i1.120>
- Emerenciano, M., Gaxiola, G., & Cuzon, G. 2013. Biofloc technology (BFT): a review for aquaculture application and animal food industry. *Biomass now-cultivation and utilization*, 301- 328.
- Emerenciano, M. G. C., Martínez-Córdova, L. R., Martínez-Porchas, M., & Miranda-

Baeza, A. 2017. Biofloc technology (BFT): a tool for water quality management in aquaculture. *Water quality*, 5, 92-109. <https://doi.org/10.5772/66416>

Ergün, S., Soyutürk, M., Güroy, B., Güroy, D., & Merrifield, D. 2009. Influence of *Ulva* meal on growth, feed utilization, and body composition of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) at two levels of dietary lipid. *Aquaculture International*, 17(4), 355-361. [http:// DOI 10.1007/s10499-008-9207-5](http://DOI.10.1007/s10499-008-9207-5)

FAO. 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018. Meeting the sustainable development goals. Fisheries and Aquaculture Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Available at: < <https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1145050/>>. Accessed: Nov. 12, 2020.

FAO, food and agriculture organization of the United Nations. 2020. The state of world fisheries and aquaculture. Sustainability in action. Roma. 244p. Available at: <<http://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf>>. Accessed: Oct. 22, 2020.

Fazio, F. 2019. Fish hematology analysis as an important tool of aquaculture: a review. *Aquaculture*, 500, 237-242. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.10.030>

Fumanal, M., Di Zeo, D. E., Anguís, V., Fernández-Díaz, C., Alarcón, F. J., Piñera, R., ... & Balebona, M. C. 2020. Inclusion of dietary *Ulva ohnoi* 5% modulates *Solea senegalensis* immune response during *Photobacterium damsela* subsp. piscicida infection. *Fish & Shellfish Immunology*, 100, 186-197. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2020.03.007>

Guerreiro, I., Magalhães, R., Coutinho, F., Couto, A., Sousa, S., Delerue-Matos, C., Domingues, V. F., Oliva-Teles, A., Peres, H. 2019. Evaluation of the seaweeds *Chondrus crispus* and *Ulva lactuca* as functional ingredients in gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Journal of Applied Phycology*, 31(3), 2115-2124. DOI: [10.1007/s10811-018-1708-7](https://doi.org/10.1007/s10811-018-1708-7)

Hargreaves, J. A. (2013). Biofloc production systems for aquaculture (Vol. 4503, pp. 1-11). Stoneville, MS: Southern Regional Aquaculture Center.

Helmes, R. J., López-Contreras, A. M., Benoit, M., Abreu, H., Maguire, J., Moejes, F., & van den Burg, S. W. 2018. Environmental impacts of experimental production of lactic acid for bioplastics from *Ulva* spp. *Sustainability*, 10(7), 2462. <https://doi.org/10.3390/su10072462>

Hisano, H., Sampaio, F. G., Barros, M. M., & Pezzato, L. E. (2018). Digestibilidade aparente de rações contendo levedura íntegra, levedura autolisada e parede celular pela tilápia do Nilo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 34(2), 281-287. <http://orcid.org/0000-0002-0445-2755>

Holdt, S. L., & Kraan, S. 2011. Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. *Journal of applied phycology*, 23(3), 543-597. [https:// DOI 10.1007/s10811-010-9632-5](https://DOI.10.1007/s10811-010-9632-5)

Jatobá, A., Vieira, F. D. N., Buglione-Neto, C. C., Mourino, J. L. P., Silva, B. C., Seiffter, W. Q., & Andreatta, E. R. 2011. Diet supplemented with probiotic for Nile tilapia in



polyculture system with marine shrimp. *Fish physiology and biochemistry*, 37(4), 725-732. [https:// DOI 10.1007/s10695-011-9472-5](https://doi.org/10.1007/s10695-011-9472-5)

Jatobá, A., Moraes, K. N., Rodrigues, E. F., Vieira, L. M., & Pereira, M. O. 2018. Frequency in the supply of *Lactobacillus* influence its probiotic effect for yellow tail lambari. *Ciência Rural*, 48. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180042>

Jatobá, A., Borges, Y. V., & Silva, F. A. 2019. BIOFLOC: sustainable alternative for water use in fish culture. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 71, 1076-1080.

Jones, B., Smullen, R., & Carton, A. G. 2016. Flavour enhancement of freshwater farmed barramundi (*Lates calcarifer*), through dietary enrichment with cultivated sea lettuce, *Ulva ohnoi*. *Aquaculture*, 454, 192-198. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.12.017>

Ju, Z. Y., Davis, S., Ramm, K., Steck, M., Soller, F., & Fox, B. K. (2017). Efeitos de dietas microalgas-adicionadas sobre o desempenho de crescimento e composição de carne de tilápia (*Oreochromis mossambicus*). *Pesquisa de Aquicultura*, 48(9), 5053-5061. <https://doi.org/10.1111/are.13322>

Kirkendale, L., Saunders, G. W., & Winberg, P. 2013. A molecular survey of *Ulva* (Chlorophyta) in temperate Australia reveals enhanced levels of cosmopolitanism. *Journal of phycology*, 49(1), 69-81. <https://doi/10.1111/jpy.12016>

Korzen, L., Peled, Y., Shamir, S. Z., Shechter, M., Gedanken, A., Abelson, A., & Israel, A. 2015. An economic analysis of bioethanol production from the marine macroalga *Ulva* (Chlorophyta). *Technology*, 3(02n03), 114-118. <https://doi.org/10.1142/S2339547815400105>

Lara-Flores, M., Olvera-Novoa, M. A., Guzmán-Méndez, B. E., & López-Madrid, W. (2003). Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 216(1-4), 193-201. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00277-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00277-6)

Lawton, R. J., Mata, L., de Nys, R., & Paul, N. A. 2013. Algal bioremediation of waste waters from land-based aquaculture using *Ulva*: selecting target species and strains. *PloS One*, 8(10), e77344. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077344>

Li, X. L., Shuai, J. B., & Fang, W. H. 2006. Protection of *Carassius auratus Gibelio* against infection by *Aeromonas hydrophila* using specific immunoglobulins from hen egg yolk. *Journal of Zhejiang University SCIENCE B*, 7(11), 922-928. <http://doi:10.1631/jzus.2006.B0922>

Lopes, Í. L. 2016. Lipid profile and lipogenic capacity of the seaweed *Ulva lactuca* (Chlorophyta). Use as potential ingredient for fish aquaculture, Coimbra, Portugal. Coimbra. 76f. (Doctoral dissertation. Universidade de Coimbra). Available at: <<https://estudogeral.uc.pt/bistream/10316/33793/1/Íris%20Lopes.pdf>> Accessed: Jul. 23,2021.

Luo, G., Gao, Q., Wang, C., Liu, W., Sun, D., Li, L., & Tan, H. 2014. Growth, digestive

activity, welfare, and partial cost-effectiveness of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in a recirculating aquaculture system and an indoor biofloc system. *Aquaculture*, 422, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.11.023>

Madany, M. A., Abdel-Kareem, M. S., Al-Oufy, A. K., Haroun, M., & Sheweita, S. A. 2021. The biopolymer ulvan from *Ulva fasciata*: Extraction towards nanofibers fabrication. *International Journal of Biological Macromolecules*, 177, 401-412. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.02.047>

Madibana, M. J., Mlambo, V., Lewis, B. R., & Uys, L. 2020. Dietary seaweed (*Ulva* sp.) does not alter fatty acid profiles and concentration in South African juvenile dusky kob (*Argyrosomus japonicus*, Sciaenidae) fillet. *Journal of Applied Animal Research*, 48(1), 7-13. <https://doi.org/10.1080/09712119.2020.1715223>

Maggs, C., Blomster, J., Brodie, J. et al. 2007. Ulvales. In Brodie, J. A., Maggs, C.A and John D.M. (Eds). *Green Seaweeds of Britain and Ireland*. Dataplus Print & Design, Dunmurry, pp. 61–130.

Mareš, J., Leskinen, E., Sitkowska, M., Skácelová, O., & Blomster, J. 2011. True identity of the european freshwater *Ulva* (chlorophyta, ulvophyceae) revealed by a combined molecular and morphological approach 1. *Journal of phycology*, 47(5), 1177-1192. DOI: [10.1111/j.1529--8817.2011.01048.x](https://doi.org/10.1111/j.1529--8817.2011.01048.x)

McHugh DJ. 2003. A guide to the seaweed industry. FAO Fish Tech Pap 441, Rome, Italy, 105 pp. Meurer, F., Matiuzzi da Costa, M., De Barros, D. A. D., Leal de Oliveira, S. T., & Da Paixão, P.S. 2009. Brown propolis extract in feed as a growth promoter of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758) fingerlings. *Aquaculture Research*, 40(5), 603-608. doi: [10.1111/j.1365-2109.2008.02139.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.02139.x)

Moraes, A. V. D., Pereira, M. D. O., Moraes, K. N., Rodrigues-Soares, J. P., Jesus, G. F. A., & Jatobá, A. 2018. Autochthonous probiotic as growth promoter and immunomodulator for *Astyanax bimaculatus* cultured in water recirculation system. *Aquaculture Research*, 49(8), 2808-2814. <https://doi.org/10.1111/are.13743>

Ortiz, J., Romero, N., Robert, P., Araya, J., Lopez-Hernández, J., Bozzo, C., ... & Rios, A. 2006. Dietary fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol contents of the edible seaweeds *Ulva lactuca* and *Durvillaea antarctica*. *Food chemistry*, 99(1), 98-104. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.027>

Pavlidis, M., Fütter, W. C., Katharios, P., & Divanach, P. 2007. Blood cell profile of six Mediterranean mariculture fish species. *Journal of Applied Ichthyology*, 23(1), 70-73. DOI: [10.1111/j.1439-0426.2006.00771.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00771.x)

Peixe-BR. 2022. Associação Brasileira da Piscicultura. O Anuário Brasileiro da Piscicultura. [on line] URL: < [PeixeBR | Anuário 2022](https://www.abp.org.br/peixe-br/peixe-br-anuario-2022)>.

Peixoto, M. J., Magnoni, L., Gonçalves, J. F., Twijnstra, R. H., Kijjoa, A., Pereira, R., ... & Ozório, R. O. 2019. Effects of dietary supplementation of *Gracilaria* sp. extracts on fillet quality, oxidative stress, and immune responses in European seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Journal of applied phycology*, 31(1), 761-770. <https://doi.org/10.1007/s10811-018->

[1519-x](#)

Pereira, V., Marques, A., Gaivão, I., Rego, A., Abreu, H., Pereira, R., ... & Pacheco, M. 2019. Marine macroalgae as a dietary source of genoprotection in gilthead seabream (*Sparus aurata*) against endogenous and exogenous challenges. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 219, 12-24. <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2019.01.006>

Pereira, M. O., Moraes, A. V., Rodhermel, J. C. B., Hess, J. D., Alves, L., Chaaban, A., & Jatobá, A. 2020. Supplementation of *Curcuma longa* hydrolate improves immunomodulatory response in Nile tilapia reared in a recirculation aquaculture system. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 72, 1805-1812. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-11811>

Pereira, M. O., Hess, J. D., Rodhermel, J. C. B., Farias, D. R., Schleder, D. D., Alves, L., ... & Jatobá, A. 2021. *Curcuma longa* hydrolate improves Nile tilapia survival in a recirculation rearing system, maintaining the animal homeostasis and modulating the gut microbial community. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 93. [DOI 10.1590/0001-3765202120210088](https://doi.org/10.1590/0001-3765202120210088)

Pontes, M. D., Campelo, D. A. V., Takata, R., Oshiro, L. M. Y., & Castelar, B. 2020. Digestibility and gastrointestinal transit of *Ulva fasciata* seaweed meal in tilapia (*Oreochromis niloticus*) juveniles: basis for the inclusion of a sustainable ingredient in aquafeeds. *Research, Society and Development*, 9(10), e3889108497-e3889108497. [DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8497](http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8497)

Pratiwi, D. Y., & Pratiwy, F. M. (2022). A review-the effect of dietary supplementation of *Ulva* on the growth performance and haematological parameters of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Int J Fish Aquat Stud* 2022;10(1):29-32.

Radu, D., Oprea, L., Bucur, C., Costache, M., & Oprea, D. 2009. Characteristics of haematological parameters for carp culture and Koi (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) reared in an intensive system. *J Anim Sci Biotechnol*, 66, 1-2.

Ranzani-Paiva, M. J. T., de Pádua, S. B., Tavares-Dias, M., & Egami, M. I. 2013. Métodos para análise hematológica em peixes. Editora da Universidade Estadual de Maringá-EDUEM. 140 pp.

Ray, A. J., & Lotz, J. M. (2014). Comparing a chemoautotrophic-based biofloc system and three heterotrophic-based systems receiving different carbohydrate sources. *Aquacultural Engineering*, 63, 54-61. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2014.10.00>

Rocha, A. F. D., Abreu, P. C. O. V. D., Wasielesky Junior, W., & Tesser, M. B. 2012. Avaliação da formação de bioflocos na criação de juvenis de tainha mugil cf. hospes sem renovação de água. [doi: 10.5088/atl.2012.34.1.63](https://doi.org/10.5088/atl.2012.34.1.63)

Sáez, M. I., Vizcaíno, A., Galafat, A., Anguís, V., Fernández-Díaz, C., Balebona, M. C., ... & Martínez, T. F. 2020. Assessment of long-term effects of the macroalgae *Ulva ohnoi* included in diets on Senegalese sole (*Solea senegalensis*) fillet quality. *Algal Research*, 47, 101885. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2020.101885>

- Sari-Chmayssem, N., Taha, S., Mawlawi, H., Guégan, J. P., Jeftić, J., & Benvegna, T. 2019. Extracted Ulvans from green algae *Ulva linza* of Lebanese origin and amphiphilic derivatives: Evaluation of their physico-chemical and rheological properties. *Journal of Applied Phycology*, 31(3), 1931-1946. [DOI: 10.1007/s10811-018-1668-y](https://doi.org/10.1007/s10811-018-1668-y)
- Silveira J.M. 1988. *Patologia Clínica Veterinária - teoria e interpretação*. 1ª ed. Editora Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro, p. 98-111.
- Suryaningrum, L. H., & Samsudin, R. 2020. Nutrient digestibility of green seaweed *Ulva* meal and the influence on growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 488-494. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2020.v32.i7.2131>
- Swann, L., & White, M. R. 1991. Diagnosis and treatment of "*Aeromonas Hydrophila*" infection of fish. *Aquaculture Extension, Illinois-Indiana Sea Grant Program, Aquaculture extension AS- 461*. 1-2.
- Tapia-Paniagua, S. T., Fumanal, M., Anguís, V., Fernández-Díaz, C., Alarcón, F. J., Moriñigo, M. A., & Balebona, M. C. 2019. Modulation of intestinal microbiota in *Solea senegalensis* fed low dietary level of *Ulva ohnoi*. *Frontiers in Microbiology*, 171. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00171>
- Tavares-Dias, M., & Moraes, F. R. 2007. Haematological and biochemical reference intervals for farmed channel catfish. *Journal of Fish Biology*, 71(2), 383-388. [doi:10.1111/j.1095-8649.2007.01494.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2007.01494.x)
- Melton JT III, Collado-Vides L, Lopez-Bautista JM. 2016. Molecular identification and nutrient analysis of the green tide species *Ulva ohnoi* M. Hiraoka & S. Shimada, 2004 (Ulvophyceae, Chlorophyta), a new report and likely nonnative species in the Gulf of Mexico and Atlantic Florida, USA. *Aquat Invasions*. 11:225–37. <http://dx.doi.org/10.3391/ai.2016.11.3.01>
- Valladão, G. M. R., Gallani, S. U., Kotzent, S., Assane, I. M., & Pilarski, F. 2019. Effects of dietary thyme essential oil on hemato-immunological indices, intestinal morphology, and microbiota of Nile tilapia. *Aquaculture International*, 27(2), 399-411. [DOI: 10.1007/s10499-018-0332-5](https://doi.org/10.1007/s10499-018-0332-5)
- Valente, L. M., Araújo, M., Batista, S., Peixoto, M. J., Sousa-Pinto, I., Brotas, V., ... & Rema, P. 2016. Carotenoid deposition, flesh quality and immunological response of Nile tilapia fed increasing levels of IMTA-cultivated *Ulva* spp. *Journal of applied phycology*, 28(1), 691-701. [DOI 10.1007/s10811-015-0590-9](https://doi.org/10.1007/s10811-015-0590-9)
- Vizcaíno, A. J., Fumanal, M., Sáez, M. I., Martínez, T. F., Moriñigo, M. A., Fernández-Díaz, C., ... & Alarcón, F. J. 2019. Evaluation of *Ulva ohnoi* as functional dietary ingredient in juvenile Senegalese sole (*Solea senegalensis*): Effects on the structure and functionality of the intestinal mucosa. *Algal Research*, 42, 101608. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2019.101608>
- Wassef, E. A., El Masry, M. H., & Mikhail, F. R. 2001. Growth enhancement and muscle structure of striped mullet, *Mugil cephalus* L., fingerlings by feeding algal meal-based

diets. *Aquaculture Research*, 32, 315-322. DOI: [10.1046/j.1355-557x.2001.00043.x](https://doi.org/10.1046/j.1355-557x.2001.00043.x)

Ximenes, L. F. 2021. Produção de pescado no Brasil e no Nordeste brasileiro. [online] Available at: <[http://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/649/1/2021\\_CDS\\_150.pdf](http://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/649/1/2021_CDS_150.pdf)> Accessed: Oct. 21.

Yang, Y., Yu, H., Li, H., & Wang, A. 2016. Transcriptome profiling of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) infected with *Aeromonas hydrophila*. *Fish & shellfish immunology*, 51, 329-336. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.02.035>