

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA  
CURSO DE ENGENHARIA DE AQUICULTURA

Matheus Silva Reich

**Efeito da dieta com krill do Atlântico (*Euphasia superba*) na produção de ovos e larvas  
de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)**

Florianópolis

2021

Matheus Silva Reich

**Efeito da dieta com krill do Atlântico (*Euphasia superba*) na produção de ovos e larvas de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Aquicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Aquicultura.  
Orientador: Prof., Dr. Vinicius Ronzani Cerqueira

Florianópolis

2021

Ficha de identificação da obra

A ficha de identificação é elaborada pelo próprio autor.

Orientações em:

<http://portalbu.ufsc.br/ficha>

Matheus Silva Reich

**Efeito da dieta com krill do Atlântico (*Euphasia superba*) na produção de ovos e larvas de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)**

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

Local, 23 de setembro de 2021.

---

Prof., Dr. Marcos Caivano Pedroso de Albuquerque  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof., Dr. Vinicius Ronzani Cerqueira  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

M. SC., Eng<sup>a</sup> de Aquicultura Marco Shizuo Owatari  
Avaliador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof., Dr. Robson Andrade Rodrigues  
Avaliador  
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado a todos que fizeram parte da minha caminhada na graduação.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer a todos que fizeram parte da minha caminhada na graduação, a minha família, que sempre me apoiou, principalmente a minha mãe Miriam, meu pai Thomas e minha vó Lígia, quero agradecer também meus colegas e amigos que foram muito importantes principalmente nos momentos de tensão e dificuldades e que tornaram o clima universitário sempre agradável e enriquecedor, assim como todos os professores e funcionários que fizeram parte da minha graduação. Agradeço a Benchmark Genetics por me proporcionar a oportunidade da realização do meu estágio de conclusão de curso, em especial ao Sr. Hideyoshi Segovia-Uno e ao Carlos Lopez por me receberem tão bem na Spring Genetics e me proporcionarem todo o necessário para realização do meu estágio e trabalho de conclusão de curso. Finalmente gostaria de agradecer ao Bruno Sardenberg meu segundo pai e mentor nessa caminhada pelo universo da aquicultura.

## RESUMO

A nutrição dos reprodutores é considerada um dos fatores com maior importância sobre a qualidade das larvas e produção de alevinos. Ainda pouco se sabe sobre os exigências nutricionais para reprodutores em comparação com outras fases de cultivo como a engorda e larvicultura. Este trabalho testou três tratamentos para tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), sendo uma dieta controle que não possuía krill em sua composição (a) e dois tratamentos com concentrações de krill (*Euphasia superba*) diferentes: 3% (b) e 6% (c). Um total de quatro repetições por tratamento foi utilizado. Os alimentos foram formulados de modo que tivessem quantidades iguais de nitrogênio (N) e fósforo (P), para que o resultado não fosse afetado. Os peixes foram alimentados diariamente com 0,2 kg de alimento por kg de biomassa e foram realizadas coletas de ovos semanais, assim como biometrias das larvas. O número de desovas variou entre 6 e 14,5 e não foi verificada diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos (a), (b) e (c). Também não houve diferença estatística entre os tratamentos na taxa de fecundidade nem na taxa fecundidade geral. A sobrevivência das também larvas não foi influenciada pela adição do krill nas dietas. Pode-se concluir que a adição de krill na dieta de reprodutores de tilápia-do-Nilo não influenciou os parâmetros de qualidade das desovas.

**Palavras-chave:** *Nutrição. Reprodutores. Oreochromis niloticus. Euphasia superba.*

## ABSTRACT

Broodstock nutrition is considered one of the most important factors on the quality of larvae and fingerling production. Little is known about the nutritional requirements for broodstock compared to other stages of cultivation such as grow out and larviculture. This experiment tested three treatments for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), being a control diet, without krill in its composition and two treatments with different krill concentrations: 3% and 6% . A total of four replicates per treatment were used. The diets were formulated with equal amounts of nitrogen (N) and phosphorus (P) so that the result would not be affected. The fish were fed daily with 0.2 kg of food per kg of biomass. Eggs were collected weekly, as well as larvae samples. Larvae survival was not influenced by the addition of krill to the diets. The spawn rate varied between 6 and 14.5 and there was no statistically significant difference ( $P>0.05$ ) between treatments (a), (b) and (c). There was also no statistical difference ( $P>0.05$ ) between treatments in fecundity. It can be concluded that the addition of krill in the diet of Nile tilapia broodstock did not influence the quality parameters of spawning.

**Keywords:** *Nutrition. Broodstock. Oreochromis niloticus. Euphasia superba.*



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Sobrevivência das larvas de tilápia com 7 dias de idade, resultantes de cinco semanas consecutivas de desovas com reprodutores alimentados com dietas contendo 3% e 6% de krill, e de dieta controle (sem krill). .....	23
Figura 2 - Número de desovas após cinco semanas consecutivas dos reprodutores alimentados com dietas contendo 3% e 6% de krill, e de dieta controle (sem krill). .....	24
Figura 3 - Fecundidade individual resultante de cinco semanas consecutivas de desovas com reprodutores alimentados com dietas contendo 3% e 6% de krill, e de dieta controle (sem krill). .....	25
Figura 4 – Fecundidade geral resultante de cinco semanas consecutivas de desovas com reprodutores alimentados com dietas contendo 3% e 6% de krill, e de dieta controle (sem krill). .....	26

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Composição das dietas .....	21
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ARA Ácido araquidônico 20:4n-6  
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
CCALMR Commission for the Conservation of the Marine Living Resources  
DHA Ácido docosahexaenóico 22:6n-3  
EFA Ácidos graxos essenciais  
EPA Ácido eicosapentaenóico 20:5n-3  
FAO Food and Agriculture Organization of United Nations  
HUFA Ácidos graxos essenciais altamente poli-insaturados  
LA Ácido linoleico 18:2n-6  
LNA Ácido linolênico 18:3n-3  
NRC National Resarch Council  
PUFA Ácidos graxos poli-insaturados  
PL Fosfolipídios  
UFSC Universidade Federal de Santa Catarina

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1	OBJETIVOS .....	19
1.1.1	Objetivo Geral.....	19
1.1.2	Objetivos Específicos .....	19
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
2.1	Desenho experimental .....	20
2.2	Coleta de ovos.....	21
2.3	Fecundidade.....	21
2.4	Sobrevivência das larvas.....	22
2.5	Análise estatística .....	22
<b>3</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>23</b>
3.1	Sobrevivência das larvas.....	23
3.2	Número de Desovas.....	24
3.3	Fecundidade Individual .....	25
3.4	Fecundidade Geral .....	26
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>29</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O consumo global de peixes continua a crescer com uma taxa média anual de 3,1% de 1961 a 2017, quase o dobro do que vem crescendo a população mundial no mesmo período (1,6%), crescimento maior também do que na produção de qualquer outra proteína de origem animal como carnes, leite e laticínios (FAO, 2020). Hoje o consumo de peixe está diretamente relacionado com uma alimentação saudável devido à grande presença de nutrientes importantes para a saúde humana como a vitamina D, vitamina B12, selênio e ácidos graxos (BECKER, 2007). A aquicultura vem crescendo e cada vez mais tem um papel importante na produção de pescados, segundo ao relatório publicado pela *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), *State of The World Fisheries and Aquaculture* (SOFIA) em 2018 a produção mundial de pescados, somando a captura e a aquicultura atingiu, um total de 178,5 milhões de toneladas, com a aquicultura sendo responsável por 46% desse valor (82,1 milhões de toneladas), aproximadamente 20% a mais do que no ano 2000, quando foi responsável por apenas 25,7% da produção mundial de pescados.

### Tilápia-do-Nilo

Atualmente a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a terceira espécie com maior produção na aquicultura mundial com um total de 4.525,4 mil toneladas cultivadas no ano de 2018, que representa 8,3% da produção aquícola mundial (FAO, 2020). Os primeiros registros do cultivo para o consumo humano são por volta de 2000 a 2500 AC no Egito antigo (CHIMITS, 1957). A China é o país com a maior contribuição em termos de quantidades produzidas para a aquicultura mundial e está no topo da lista no que se diz respeito a produção da maioria das espécies, inclusive a tilápia-do-Nilo. (FAO, 2020). No Brasil a tilápia é a espécie de aquicultura mais cultivada, com um total de 323.713 toneladas no ano de 2019, que representa 35,72% da produção aquícola brasileira e valor de R\$1.844.636.000,00 (IBGE, 2020). A tilápia é um peixe de água doce pertencente à família dos ciclídeos natural do continente africano, que foram introduzidas em diversos países tropicais e subtropicais desde 1960 (PILLAY, 2005). A tilápia possui muitos atributos que a tornam um candidato ideal para aquicultura, entre elas o rápido crescimento, tolerância a grandes variações de condições de meio ambiente, resistência a estresse e a doenças, habilidade para reproduzir em cativeiro e a

alimentação de baixos níveis tróficos assim como a aceitação de alimentos artificiais logo após a absorção do saco vitelino (EL-SAYED, 2019).

### Nutrição de peixes

Um dos maiores desafios para a piscicultura está em melhorar os desempenhos zootécnicos das espécies cultivadas em sistemas intensivos (ABDELL-TAWWAB, 2008). A atividade depende da utilização de dietas de alta qualidade e alto valor proteico que devem conter não só os nutrientes essenciais, mas também aditivos para manter os peixes saudáveis e melhorar o desempenho do crescimento (LARA-FLORES et al., 2003).

A nutrição dos reprodutores é considerada um dos fatores com maior importância sobre a qualidade das larvas e produção de alevinos. (IZQUIERDO et al., 2001). Ainda pouco se sabe sobre as exigências nutricionais para reprodutores em comparação com outras fases de cultivo, como a engorda e larvicultura, pois experimentos nesta fase são mais complicados de conduzir, uma vez que é necessário manter em cativeiro grandes quantidades de peixes reprodutores por longos períodos de tempo, e em decorrência disso, acabam tendo custo elevado (IZQUIERDO et al., 2001).

Hoje o óleo e a farinha de peixe são as principais fontes de proteína e lipídios nas rações utilizadas para aquicultura e estima-se que 12% da produção mundial de peixes, aproximadamente 22 milhões de toneladas, são destinadas para a produção de óleo e farinha de peixe (FAO, 2020). Quando o assunto é alimentos para aquicultura, a farinha de peixe é considerada a fonte de proteína com o preço mais elevado do mercado. (TACON, 1993).

Com a alimentação podendo chegar a 70% dos custos operacionais em empreendimentos aquícolas e com a tendência de uma aquicultura mais sustentável, buscam-se novas fontes de proteínas e lipídios para a produção de ração como alternativa à farinha e o óleo de peixe. Porém, além do preço e disponibilidade, essa alternativa deve atender a requisitos como boa palatabilidade, digestibilidade, perfil de nutrientes adequados e fatores antinutricionais (HODAR, 2020). Possíveis fontes alternativas de proteínas provenientes de animais terrestres e de vegetais, como sementes, grãos e leguminosas e proteínas unicelulares vem sendo estudadas, porém na maioria das vezes não possuem os perfis de aminoácidos para satisfazer as necessidades essenciais de peixes e camarões (NRC, 2011).

## Ácidos graxos na dieta de peixes

Assim como em todas as espécies de vertebrados estudados os peixes necessitam de ácidos graxos essenciais (EFA) para crescimento adequado, desenvolvimento e reprodução (SARGENT, et al. 1999). Em peixes de água doce, as exigências de EFA geralmente se dão por ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) das séries n-6 e n-3, conhecidos por ácido linoleico (18: 2n-6, LA) e ácido linolênico (18: 3n-3, LNA), LA e LNA são convertidos pelo metabolismo em ácido araquidônico (20: 4n-6, ARA), ácido eicosapentaenóico (20: 5n-3, EPA) e ácido docosahexaenóico (22: 6n-3, DHA) para atender ao requisito de ácidos graxos essenciais altamente insaturados (HUFA) (SARGENT, et al. 1999). Já foi relatado que a presença de HUFAs em alimento de reprodutores influencia positivamente em aspectos como fecundidade, fertilidade, viabilidade de ovos e crescimento de larvas. (WATANABE et al., 1984a; MOURENTE e ODRIÓZOLA 1990b; FERNÁNDEZ-PALACIOS, 1995; IZQUIERDO, 2001)

Para a tilápia já foi relatado em diversos estudos que a utilização de grandes concentrações de n-3 PUFA nas dietas pode diminuir o crescimento dos indivíduos (KANAZAWA et al., 1980; TAKEUCHI et a. 1983; KAPATEH, 2009). Estes resultados foram diferentes dos apresentados por Santiago e Reyes (1993), que quando alimentadas com dietas com altas concentrações de lcPUFA n-3, proveniente de óleo de peixe, apresentou um bom crescimento, porém a performance reprodutiva foi afetada negativamente. Outros estudos ainda relatam que existe uma interação entre a salinidade da água em que os animais são cultivados e as concentrações de lipídeos nas dietas, e que a utilização de fontes ricas em ácidos graxos n-3 pode obter efeitos benéficos na reprodução de tilápias (EL-SAYED ,2005).

## O krill (*Euphasia superba*) na dieta de peixes

O krill (*Euphasia superba*), é um pequeno crustáceo, parecido com um camarão, que vive nas águas da Antártica, e estima-se que possuem a maior biomassa do mundo podendo chegar a 300.000 milhões de toneladas (Nicol, et al., 2012). De acordo com a CCAMLR (Commission for the Conservation of the Marine Living Resources) o limite para captura em 2020 foi estipulado em 620.000 toneladas, porém foram apanhadas apenas 450.781 toneladas o que significa que a captura do krill ainda se mantém abaixo de 75% dos limites de exploração estabelecidos e ainda possui potencial para exploração.

Produtos derivados do krill, como o óleo e a farinha de krill vêm ganhando atenção à medida que são uma fonte abundante de nutrientes, tais como ácidos graxos poli-insaturados n-3 (n-3 PUFAs), fosfolipídios (PLs), astaxantina, vitaminas, flavonoides e minerais (XIE, 2019).

Atualmente diversos estudos vêm sendo desenvolvidos envolvendo o krill na nutrição de diferentes espécies de peixes e crustáceos de cultivo em diferentes estágios do crescimento. Já foi verificado que quando implementado na dieta do Olho-de-boi (*Seriola quinqueradiata*), existe uma melhora considerável no crescimento durante o inverno, quando precisa de baixo conteúdo proteico e alto conteúdo lipídico (KOFUJI et al., 2006). Quando utilizado como suplemento em dietas de salmão do Atlântico (*Salmo salar*), o krill, ajuda a melhorar a saúde do peixe e proporcionar um filé com melhor qualidade. (MØRKØRE, 2020). No cultivo de camarão, o krill ajuda a aumentar a palatabilidade de dietas com baixas concentrações de farinha de peixe e melhora o crescimento dos animais. (BURRI e NUNES, 2016). Para juvenis de tilápia já foi constatado que a farinha de krill ajuda a melhorar o crescimento e a taxa de conversão alimentar, mesmo quando aplicada em baixa concentração na dieta (GABER et al., 2005).

Hoje ainda existe uma carência de informação a respeito do uso de krill em alimentos para as diversas espécies de cultivo e nas diversas fases de desenvolvimento. As informações existentes muitas vezes são contraditórias e ainda não existe clareza quanto ao efeito na nutrição dos peixes. Mais pesquisas são necessárias para maior esclarecimento dos efeitos da utilização do krill como substituto a outras fontes de proteína e lipídeos e como suplemento em alimentos para aquicultura.



## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar os efeitos da adição de krill em dietas para reprodutores de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*).

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Testar duas concentrações de farinha de krill na dieta dos reprodutores.

Avaliar os parâmetros de qualidade das desovas como taxa de fertilidade e sobrevivência das larvas.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Esse trabalho foi desenvolvido nas instalações da fazenda Spring Genetics de Miami, da empresa Benchmark Genetics, em parceria com a Aker Biomarine. O experimento foi realizado durante o segundo semestre de 2021. Os peixes foram selecionados aleatoriamente do banco de reprodutores de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) da Spring Genetics.

### 2.1 DESENHO EXPERIMENTAL

Para esse experimento foram criados três tratamentos, sendo uma dieta controle que não possuía krill em sua composição (a) e dois tratamentos com concentrações de krill diferentes: 3% (b) e 6% (c) conforme a Tabela 1. Um total de quatro repetições por tratamento foi utilizado. Os alimentos foram formulados de modo que tivessem quantidades iguais de nitrogênio (N) e fósforo (P), para que o resultado não fosse afetado. As rações foram produzidas pela Zeigler Feed nos Estados Unidos. Os peixes foram alimentados duas vezes por dia com 0,2 kg de alimento por kg de biomassa.

Os reprodutores foram distribuídos nas unidades de cultivo em uma proporção de 3:1 de machos para fêmeas. Foram utilizados 66 peixes com aproximadamente um ano de idade por unidade experimental.

Para esta pesquisa foram utilizados tanques-rede no estilo “hapa”, alojados dentro de um viveiro de geomembrana. As tinham um volume total de 33,611 m<sup>3</sup>, com 8,10 m de comprimento, 4,94 m de largura e 0,84 m de profundidade. A temperatura média da água variou de 24 °C a 26 °C, e foi medida semanalmente durante a coleta de ovos.

Os peixes foram aleatoriamente distribuídos em 12 hapas e passaram por uma semana de aclimação antes das coletas de ovos começarem. As desovas aconteceram de forma natural, sem nenhum tipo de indução.

Tabela 1 – Composição das dietas

Nutriente	Controle (a)	Krill baixa (b)	Krill alta (c)
Krill	0%	3%	6%
Proteína	36%	36%	36%
Gordura	6%	6%	6%
Fibra	5%	5%	5%
Fósforo	1%	1%	1%

Fonte: Elaboração do autor

## 2.2 COLETA DE OVOS

As coletas de ovos aconteceram semanalmente, na parte da manhã e nos dias de coleta os peixes não foram alimentados. Para a realização das coletas, as hapas foram divididas de forma que todos os reprodutores se encontrassem em um dos lados e o outro lado ficasse vazio para que, gradualmente, e após checar-se o sexo e a presença de ovos os animais pudessem ser passados para o outro lado. Os peixes foram checados um por um para verificação de sexo e presença de ovos, com a ajuda de uma coca com malha de 800  $\mu\text{m}$ , quando machos ou fêmeas sem ovos os animais foram passados imediatamente para o lado vazio da hapa. Quando verificada a presença de ovos os mesmos eram coletados, com a ajuda de uma cesta flutuante com duas malhas de 3000 e 800 $\mu\text{m}$  dentro, sendo a primeira para a retenção de objetos indesejados como alevinos e conchas e a segunda para retenção dos ovos, as fêmeas então eram deslocadas para o lado oposto da hapa.

As fêmeas com ovos na boca de cada hapa foram contadas para realização do cálculo do número médio de desovas por tratamento.

## 2.3 FECUNDIDADE

Após coletados, os ovos provenientes de cada unidade experimental passaram por um processo de limpeza e desinfecção. As conchas, larvas mortas e outros elementos indesejados foram retirados e os ovos foram desinfetados usando uma solução de 1 mL/L de iodo. As desovas de cada hapa foram pesadas para obter-se o peso total. Quatro amostras de aproximadamente 1g de cada desova foram pesadas e contadas manualmente para a estimativa

da quantidade total de ovos. Depois do processo de pesagem e contagem, os ovos foram estocados em incubadoras individuais do tipo McDonald, para que se mantivessem em constante suspensão.

A fecundidade foi calculada a partir da relação entre o número total de ovos coletados por hapa e o número de fêmeas com ovos na boca na mesma hapa. Foi calculada também fecundidade geral, dividindo o número de ovos coletados pelo número total de fêmeas na hapa.

## 2.4 SOBREVIVÊNCIA DAS LARVAS

No terceiro dia após a eclosão as larvas foram transferidas de cada incubadora para um tanque de 80L, com aeração e troca de água constante, alimentadas diariamente com ração de 0,3mm a 1% da biomassa, dividida em duas alimentações durante sete dias.

Após sete dias da eclosão dos ovos foram realizadas biometrias das larvas. Para isso foram coletadas quatro amostras de 1 a 2g de cada tanque, que foram pesadas e contadas para calcular-se a estimativa do peso médio individual das larvas. Após todas as larvas foram retiradas e pesadas para obter-se o peso total de cada tanque. A quantidade total de larvas despescadas foi calculada por uma relação entre o peso total despescado e o peso médio individual das larvas previamente calculado.

Para a estimativa da sobrevivência dividiu-se a quantidade total de larvas estocadas pela quantidade total de larvas despescadas com sete dias após eclosão.

Todos os processos descritos foram realizados semanalmente para cada desova.

## 2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

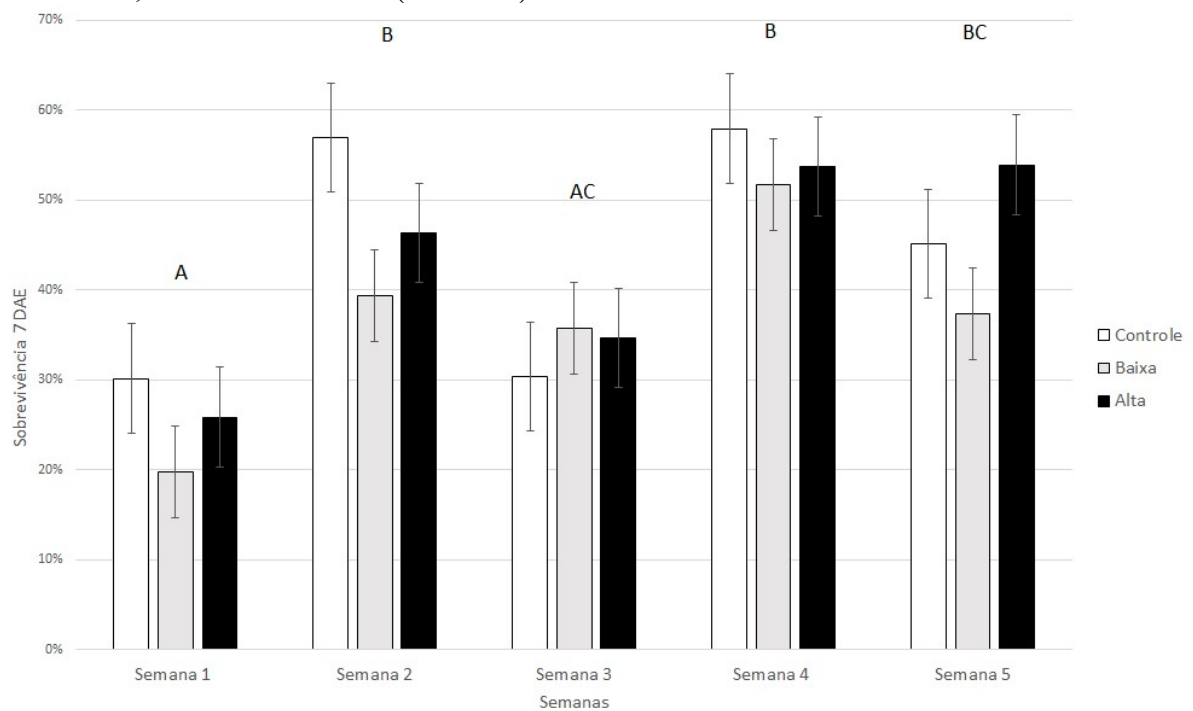
Todos os dados passaram pelo teste de normalidade Shapiro-Wilk. Para análise dos dados de sobrevivência das larvas, número de desovas, fecundidade individual e fecundidade geral foi realizado o teste ANOVA bifatorial de medidas repetidas ( $P > 0,05$ ) utilizando o programa R Studio.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 SOBREVIVÊNCIA DAS LARVAS

Após cinco semanas não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos devido as condições experimentais, na sobrevivência das larvas com 7 dias (Figura 1). Foi verificada diferença significativa do efeito temporal pois a sobrevivência de 20% a 30% na semana 1 foi inferior às demais semanas, com exceção da semana 3. A sobrevivência na semana 3 foi significativamente ( $P > 0,05$ ) menor do que nas semana 2 e 4.

Figura 1- Sobrevivência das larvas de tilápia com 7 dias de idade, resultantes de cinco semanas consecutivas de desovas com reprodutores alimentados com dietas contendo 3% e 6% de krill, e de dieta controle (sem krill).

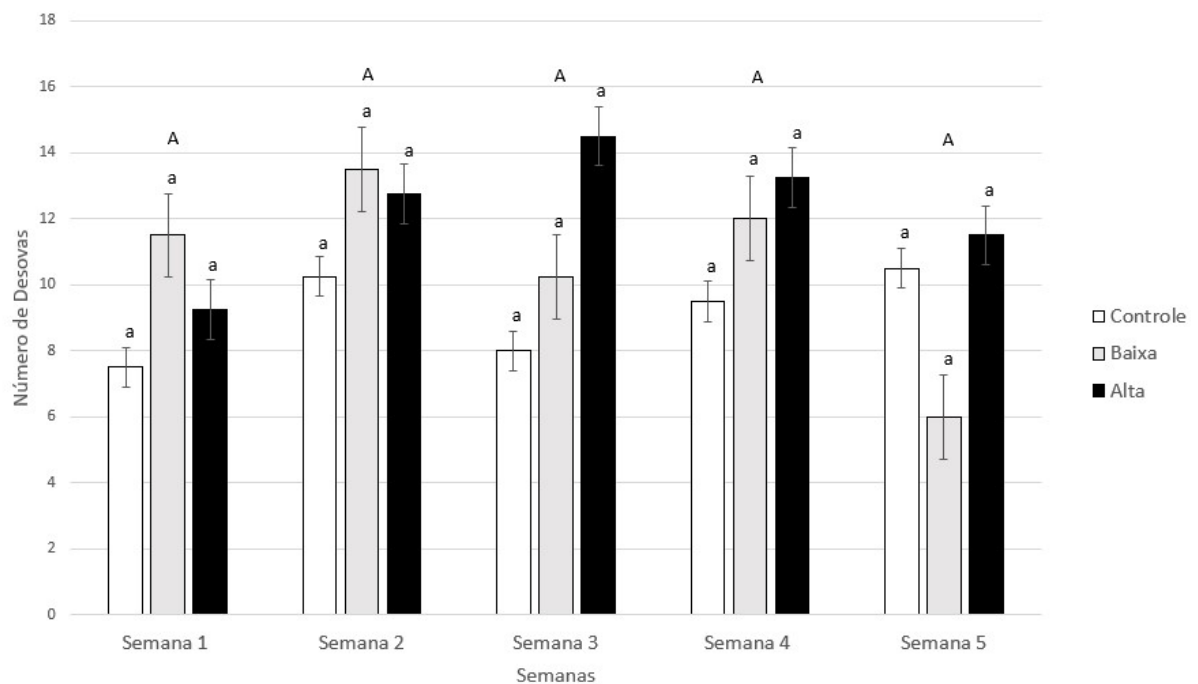


Fonte: Elaboração do autor

### 3.2 NÚMERO DE DESOVAS

O número de desovas variou entre 6 e 14,5 (Figura 2). Não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos em função da adição de diferentes concentrações de krill nas dietas dos reprodutores. Também não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) sobre o efeito do tempo no número de desovas.

Figura 2 - Número de desovas após cinco semanas consecutivas dos reprodutores alimentados com dietas contendo 3% e 6% de krill, e de dieta controle (sem krill).

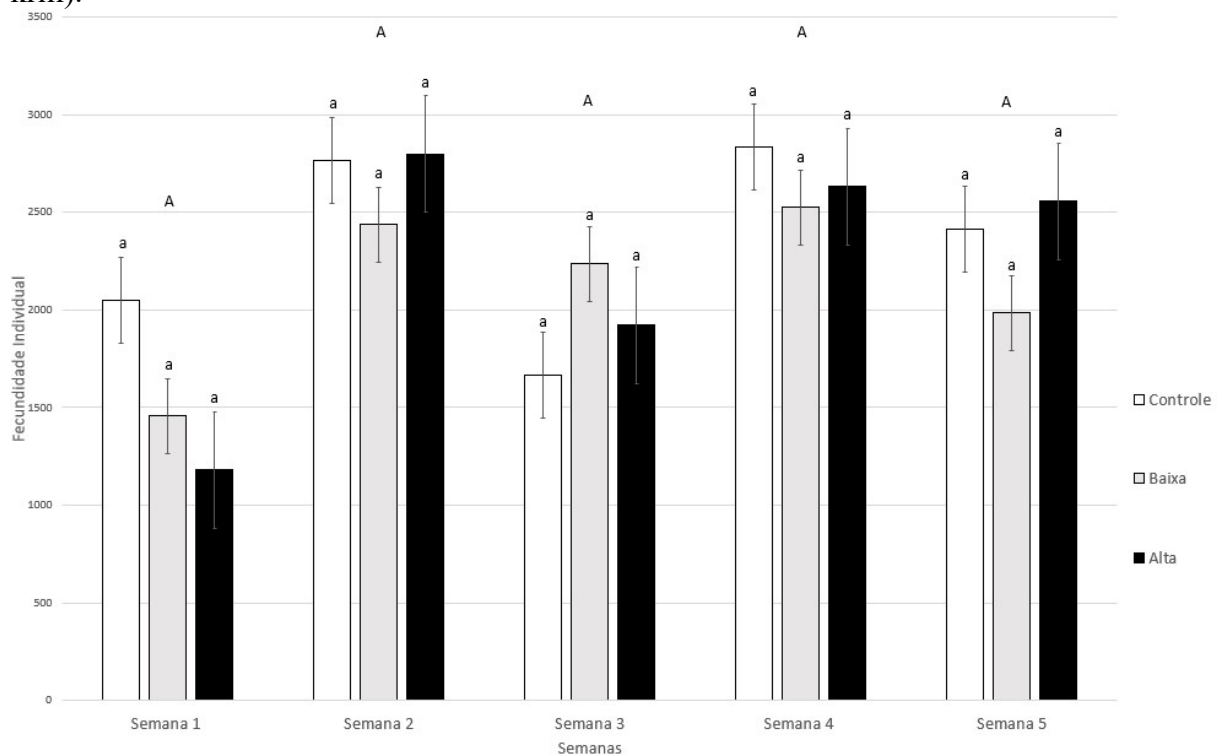


Fonte: Elaboração do autor

### 3.3 FECUNDIDADE INDIVIDUAL

A fecundidade variou de 1181 a 2837 (Figura 3). A diferença entre os tratamentos não foi significativa ( $P > 0,05$ ). Apesar da primeira semana ter apresentado uma fecundidade inferior às demais, também não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) devido ao efeito do tempo.

Figura 3 - Fecundidade individual resultante de cinco semanas consecutivas de desovas com reprodutores alimentados com dietas contendo 3% e 6% de krill, e de dieta controle (sem krill).

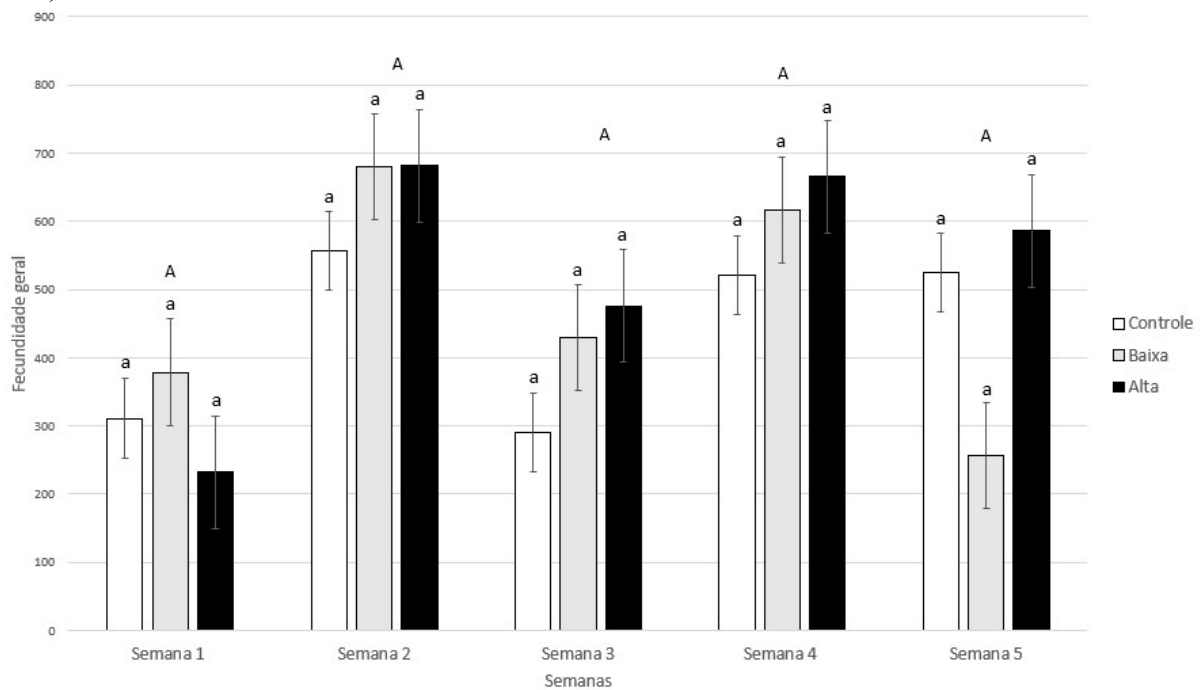


Fonte: Elaboração do autor

### 3.4 FECUNDIDADE GERAL

A fecundidade geral variou de 232 a 681 ovos por fêmeas em cada hapa e não foi verificada diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos (Figura 4). Apesar de a primeira semana ter apresentado resultados aparentemente inferiores também não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) devido ao efeito do tempo.

Figura 4 – Fecundidade geral resultante de cinco semanas consecutivas de desovas com reprodutores alimentados com dietas contendo 3% e 6% de krill, e de dieta controle (sem krill).



Fonte: Elaboração do autor



## 4 DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho mostraram que não houve efeito da utilização de diferentes concentrações de krill, 3% e 6%, na performance reprodutiva da tilápia-do-Nilo. Apesar da diferença relatada na sobrevivência das larvas não é possível dizer que o efeito do tempo influenciou positivamente na sobrevivência, e a qualidade inferior da desova na primeira semana pode ter sido devido ao estresse gerado pelo manejo e transferência dos peixes, e a falta de uma aclimação adequada antes do início da coleta de dados.

Até a presente data poucos estudos foram realizados envolvendo o uso de krill na dieta de reprodutores para avaliar-se os efeitos sobre a qualidade das larvas e das desovas. No que se diz respeito a reprodutores de Tilápia ainda não existe estudos envolvendo o uso de krill em rações de reprodutores, porém pode ser feito um paralelo com dietas ricas em ácidos graxos n-3, uma vez que o krill possui altas concentrações desses ácidos graxos, especialmente EPA e DHA (FRICKLE et al., 1984; XIE et al., 2017). Diferente dos resultados obtidos por Santiago e Reyes (1993), onde a performance reprodutiva foi melhor quando utilizadas dietas com óleo de soja (rico em ácidos graxos n-6), do que comparada com dietas ricas em ácidos graxos n-3 proveniente de óleo de fígado de bacalhau, o presente estudo constatou que dietas com altas concentrações de n-3 não afetam a performance reprodutiva da Tilápia-do-Nilo. De acordo com estudos realizados por El-Sayed et al. (2003) existe uma relação entre a salinidade da água e as exigências de proteínas para reprodutores de Tilápia assim como nas quantidades de ácidos graxos n-3 e n-6, e que quando mantidos em salinidade com 0‰ a fonte de óleo utilizada não afeta a performance das desovas, indicando que tanto ácidos graxos n-3 como n-6 podem satisfazer as exigências para peixes cultivados em água doce (El-Sayed, 2005).

Para Tilápia, em outras fases do desenvolvimento, também já foi verificado que a aplicação do krill na ração pode ser benéfica ao cultivo. Juvenis de Tilápia-do-Nilo alimentados com uma dieta a base de óleo de soja suplementada com krill obtiveram um crescimento 31,9% maior do que os alimentados com uma dieta a base de óleo de peixe e sem suplementação de krill. (GABER et al., 2005). Resultados diferentes foram obtidos por Zhang e Wang (2012) onde a inclusão de krill na dieta não afetou significativamente o crescimento e a conversão alimentar dos animais e estão de acordo com resultados do estudo realizado por Paul e Yan (2013), onde a dieta com 5% de farinha de krill não apresentou diferença significativa no crescimento da Tilápia-do-Nilo em relação ao tratamento controle, sem utilização de farinha de krill.

Até então foi verificado em poucas espécies os efeitos da utilização de krill na dieta de reprodutores. De acordo com Verakupiriya et al. (1997) reprodutores de Olho-de-boi (*Seriola quinqueradiata*) quando alimentados com dietas formuladas com diferentes concentrações de farinha de krill (20% e 30%) obtiveram uma performance inferior ao tratamento sem aplicação de krill em relação a quantidade de ovos gerados. Quando utilizado para alimentação de reprodutores de Pargo-japonês (*Pagrus major*), o krill apresentou efeito positivo na performance reprodutiva dos animais, quando comparado com o grupo controle, sem a presença de krill (WATANABE, 1985). Para reprodutores de *Cynoglossus semilaevis*, no inglês Tongue-sole, espécie de grande importância econômica na China quando utilizado farinha de krill em uma concentração de 100g/Kg de matéria seca, o tratamento apresentou maior fertilidade dos ovos e maior sobrevivência das larvas do que os tratamentos com 200g/Kg de krill e sem a utilização do krill, resultados que indicam que a aplicação do krill nas dietas deve ser feito em concentrações adequadas (XU et al., 2017).

A duração do presente estudo pode ter influenciado nos resultados, uma vez que experimentos envolvendo nutrição de reprodutores geralmente possuem uma duração de pelo menos 8 semanas, para ser possível observar-se os reais efeitos das dietas nos parâmetros reprodutivos. Para futuros trabalhos recomenda-se um tempo mais longo de estudo para maior apuração nos resultados.

Pode concluir-se que a adição de krill na dieta de reprodutores de tilápia-do-Nilo não influenciou a qualidade das desovas, porém mais estudos devem ser feitos antes de se descartar o krill como um candidato para a substituição de outras fontes de lipídeos e proteínas ou como suplemento nas dietas.

## REFERÊNCIAS

- ABDEL-TAWWAB, M.; ABDEL-TAWWAB, A. M.; ISMAEL, N. E. M. Evaluation of commercial live baker's yeast, *Saccharomyces cerevisiae* as a growth and immunity promoter for fry Nile tilapia *Oreochromis niloticus* challenged in situ with *Aeromonas hydrophila*. **Aquaculture**, v. 280, p. 185-189, 2008.
- BECKER, W.; DARNERUD, P. O.; PETERSSON-GRAWÉ, K. Risks and benefits of fish consumption. **National Food Agency Report**, n. 12, 2007.
- BURRI, Lena et al. Benefits of including krill meal in shrimp diets. **World Aquacult**, p. 19-23, 2016.
- CCAMLR. **Krill fisheries**, 2021. Disponível em: <<https://www.ccamlr.org/en/fisheries/krill-fisheries>>. Acesso em: 26/08/2021
- CHIMITS, P. Tilapia in ancient Egypt. **FAO Fisheries Bulletin**, v. 10, n. 4, p. 1-5, 1957.
- EL-SAYED, Abdel-Fattah M.; MANSOUR, Cathrine R.; EZZAT, Altaf A. Effects of dietary protein level on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. **Aquaculture**, v. 220, n. 1-4, p. 619-632, 2003.
- EL-SAYED, Abdel-Fattah M.; MANSOUR, Cathrine R.; EZZAT, Altaf A. Effects of dietary lipid source on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. **Aquaculture**, v. 248, n. 1-4, p. 187-196, 2005.
- EL-SAYED, Abdel-Fattah M. **Tilapia culture**. Academic Press, 2019.
- FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome
- FRICKE, H. et al. Lipid, sterol and fatty acid composition of Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana). **Lipids**, v. 19, n. 11, p. 821-827, 1984.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, Hipólito et al. Effect of n-3 HUFA level in broodstock diets on egg quality of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). **Aquaculture**, v. 132, n. 3-4, p. 325-337, 1995.
- GABER, Magdy MA. The effect of different levels of krill meal supplementation of soybean-based diets on feed intake, digestibility, and chemical composition of juvenile Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*, L. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 36, n. 3, p. 346-353, 2005.
- HAJIZADEH KAPATEH, Ali. Effect of dietary lipid sources on the reproductive performance of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. 2009.

HODAR, A. R. et al. Fish meal and fish oil replacement for aqua feed formulation by using alternative sources: A review. **J. Exp. Zool. India**, v. 23, n. 1, p. 13-21, 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da aquicultura brasileira. 2020.

IZQUIERDO, M. S.; FERNANDEZ-PALACIOS, H.; TACON, A. G. J. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. **Aquaculture**, v. 197, n. 1-4, p. 25-42, 2001.

JOBLING, Malcolm. National Research Council (NRC): Nutrient requirements of fish and shrimp. 2012.

LARA-FLORES, Maurilio et al. Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 216, n. 1-4, p. 193-201, 2003.

KANAZAWA, A. et al. Requirements of *Tilapia zillii* for essential fatty acids. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v. 46, n. 11, p. 1353-1356, 1980.

MORIMOTO KOFUJI, Patricia Yumi; HOSOKAWA, Hidetsuyo; MASUMOTO, Toshiro. Effects of dietary supplementation with feeding stimulants on yellowtail *Seriola quinqueradiata* (Temminck & Schlegel; Carangidae) protein digestion at low water temperatures. **Aquaculture Research**, v. 37, n. 4, p. 366-373, 2006.

MØRKØRE, Turid et al. Dietary inclusion of Antarctic krill meal during the finishing feed period improves health and fillet quality of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). **British Journal of Nutrition**, v. 124, n. 4, p. 418-431, 2020.

MOURENTE, G.; ODRIOZOLA, J. M. Effect of broodstock diets on total lipids and fatty acid composition of larvae of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) during yolk sac stage. **Fish physiology and biochemistry**, v. 8, n. 2, p. 103-110, 1990b.

NICOL, Stephen; FOSTER, Jacqueline; KAWAGUCHI, So. The fishery for Antarctic krill—recent developments. **Fish and Fisheries**, v. 13, n. 1, p. 30-40, 2012.

PAUL, Joydeb; YAN, Qiaona. **Krill meal as attractant in plant-based diets for Nile tilapia**. 2013. Dissertação de Mestrado. Norwegian University of Life Sciences, Ås.

PILLAY, Thundathil Velayudhan Ramakrishna et al. **Aquaculture: principles and practices**. Blackwell publishing, 2005.

SANTIAGO, Corazon B.; REYES, Ofelia S. Effects of dietary lipid source on reproductive performance and tissue lipid levels of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) broodstock. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 9, n. 1, p. 33-40, 1993.

SARGENT, John et al. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. **Aquaculture**, v. 177, n. 1-4, p. 191-199, 1999.

TACON, Albert GJ. Feed ingredients for warmwater fish, fish meal and other processed feedstuffs. **FAO Fisheries Circular (FAO). no. 856.**, 1993.

TAKEUCHI, T. Requirement of *Tilapia nilotica* for essential fatty acids. **Nippon Suisan Gakkaishi**, v. 49, p. 1127-1134, 1983.

VERAKUNPIRIYA, Visuthi et al. Effect of krill meal supplementation in soft-dry pellets on spawning and quality of egg of yellowtail. **Fisheries science**, v. 63, n. 3, p. 433-439, 1997.

WATANABE, Takeshi et al. Effect of nutritional quality of broodstock diets on reproduction of red sea bream. **Nippon Suisan Gakkaishi**, v. 50, n. 3, p. 495-501, 1984.

WATANABE, Takeshi et al. Improvement of Quality of Red Sea Bream Eggs by Feeding Broodstock on a Diet Containing Cuttlefish Meal or on Raw Krill Shortly before Spawning. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v. 51, n. 9, p. 1511-1521, 1985.

XIE, Dan et al. Comparison of solvents for extraction of krill oil from krill meal: Lipid yield, phospholipids content, fatty acids composition and minor components. **Food chemistry**, v. 233, p. 434-441, 2017.

XIE, Dan et al. Antarctic krill (*Euphausia superba*) oil: A comprehensive review of chemical composition, extraction technologies, health benefits, and current applications. **Comprehensive Reviews in food science and food safety**, v. 18, n. 2, p. 514-534, 2019.

XU, H. G. et al. Antarctic krill (*Euphausia superba*) meal in the diets improved the reproductive performance of tongue sole (*Cynoglossus semilaevis*) broodstock. **Aquaculture Nutrition**, v. 23, n. 6, p. 1287-1295, 2017.

ZHANG, Hao; WANG, Haibo. Enrichment of plant-protein based diets for Nile tilapia with krill protein hydrolysate with high concentration of phospholipids rich in n-3 fatty acids. 2013. **Dissertação de Mestrado**. Norwegian University of Life Sciences, Ås.

