



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA**

**Fabiana Ribeiro de Souza**

**PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA DE DIETAS  
SUPLEMENTADAS COM PASTA LIOFILIZADA DE *SPIRULINA*  
(*Arthrospira* sp.) PRODUZIDA COM FINS DE AQUICULTURA  
ORNAMENTAL**

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA**

**Novembro/2020**

**Fabiana Ribeiro de Souza**

PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA DE DIETAS  
SUPLEMENTADAS COM PASTA LIOFILIZADA DE *SPIRULINA*  
(*Arthrospira sp.*) PRODUZIDA COM FINS DE AQUICULTURA  
ORNAMENTAL

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
Coordenação do Curso de Graduação em  
Engenharia de Pesca, da Universidade Federal  
do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial  
para obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia de Pesca.

Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup> Carla Fernandes Macedo

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA**

**Novembro/2020**

Fabiana Ribeiro de Souza

PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA DE DIETAS SUPLEMENTADAS  
COM PASTA LIOFILIZADA DE *SPIRULINA* (*Arthrospira sp.*) PRODUZIDA COM  
FINS DE AQUICULTURA ORNAMENTAL.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi submetido à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia de Pesca como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca, outorgado pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

Aprovada em 03 / 12 / 2020

Prof<sup>a</sup>. Carla Fernandes Macedo, D.Sc.  
Orientadora (Presidente)  
UFRB

Prof. Leopoldo Melo Barreto, D.Sc.  
1<sup>o</sup> Membro  
UFRB



Prof. Lucas Guimarães Cardoso, D.Sc.  
2<sup>o</sup> Membro  
UFBA

---

Emitido em 03/12/2020

**ATA Nº Folha de aprovação/2020 - CCAAB (11.01.21)**  
**(Nº do Documento: 17)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

*(Assinado digitalmente em 04/12/2020 17:10 )*

**CARLA FERNANDES MACEDO**

*PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR*

1546467

*(Assinado digitalmente em 07/12/2020 10:48 )*

**LEOPOLDO MELO BARRETO**

*PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR*

1729812

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sistemas.ufrb.edu.br/documentos/> informando seu número: **17**, ano: **2020**, tipo: **ATA**, data de emissão: **04/12/2020** e o código de verificação: **c0b4e88db0**

## Agradecimentos

Á Deus em primeiro lugar, por todas as oportunidades a mim concedida, por toda proteção a cada passo dado e por não me abandonar em momento algum. A Nossa Senhora de Fatima, por me acalmar, serenar e guiar em todos os momentos da minha vida.

A minha mãe, Maria da Paz, por ser minha melhor amiga, minha maior incentivadora, meu espelho, exemplo de força e dedicação. Ao meu pai José Fernandes de Souza (*in memoria*) por sempre me guiar. Aos meus irmãos Melquizedeck e Fernanda por sempre me apoiarem e estarem ao meu lado em todos os momentos da minha vida. E a minha família por todo apoio quando necessário.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, ao Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas – CCAAB, ao Núcleo de Estudos em Pesca e Aquicultura – NEPA, ao corpo docente e Técnico. Em especial a Profa. Carla Macedo, minha orientadora, pela orientação, paciência, dedicação e compreensão em todos esses anos de laboratório. Pelos conselhos seja no âmbito acadêmico, profissional e pessoal. Sou muito grata pelo apoio e confiança que são depositadas em mim todos os dias. Ao Prof. Leopoldo Barreto, por ter me mostrado na academia o mundo do aquarismo, por todo apoio, incentivo, conselhos e confiança, ao Prof. Arlindo por toda amizade e ensinamentos e ao Prof. Marcelo por todo apoio e carinho nesses anos da graduação.

A Técnica Luiza, pela amizade e apoio quando fazia parte do corpo técnico do NEPA. Ao técnico, Alison Eduardo, ao qual sou muito agradecida por me apoiar em todos os momentos da pesquisa, sempre me incentivando e se mostrando disposto a auxiliar e resolver qualquer dificuldade que fosse encontrada ao decorrer do meu trabalho. A Rafael Bittencourt por todo incentivo, confiança, parceria em trabalhos e carinho no início das minhas pesquisas no NEPA.

Aos amigos e colegas de laboratório que sempre estiveram presentes, em especial ao Robson, Mário, Marília e Nathy, pela amizade, apoio e parceria.

A “panelinha”, Karol, Thales, Vanessa e Ton, pelo incentivo e suporte que me foi dado sempre que necessário, cada um tem uma parcela importante na vida.

A mamiiiiis, Cassinha, por tonar minhas manhãs e tardes no NEPA mais saborosas, leves e engraçadas. Pela amizade, conselhos... sabes que sou muito grata.

Ao Laboratório de Bromatologia, pelo auxílio nas análises. Ao prof. Alexandre (UFRB) e ao Lucas (UFBA) por disponibilizar seus laboratórios quando necessário.

Aos que me adotaram como família em Cruz das Almas, Priscila (e família), Lane, Mari, Rose e Lucas, pelo apoio, incentivo, acolhimento e por dividirem momentos incríveis comigo.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para que eu pudesse finalizar mais uma etapa da minha vida, meu muito obrigado. Me sinto uma pessoa muito abençoada por todos os momentos, sejam bons ou ruins. Sei que tudo serviu de aprendizagem e lição ao qual levarei por toda vida.

“Você não pode mudar o vento, mas  
pode ajustar as velas do barco  
para chegar onde quer.”

Confúcio.

SOUZA, Fabiana Ribeiro de, Produção e composição bioquímica de dietas suplementadas com pasta liofilizadas de *Spirulina* (*Arthrospira* sp.) produzida com fins de aquicultura ornamental.

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2020.

Orientadora: Profa. Dra. Carla Fernandes Macedo

## RESUMO

O cultivo de peixes ornamentais representa uma importante atividade da aquicultura, sob aspectos social, ambiental e econômico. Devido à importância dessa atividade na economia, há um crescente interesse em estudos de nutrição de peixes ornamentais, visando compreender e atender suas exigências nutricionais (energia, proteína e aminoácidos, ácidos graxos, vitaminas e minerais), o que é essencial para assegurar boas taxas de crescimento e sobrevivência. Além disso, alguns compostos como carotenóides também são usados em dietas para acentuar a pigmentação da pele dos peixes, porém, o custo da inclusão desse componente ainda é elevado. Nesse sentido, o uso de cianobactérias pode ser uma alternativa para produzir dietas de melhor qualidade e que resultam em menores custos na produção de pescados, pois pode promover melhorias na digestibilidade, atividade fisiológica, resistência ao estresse e doenças, bem como no padrão de coloração dos peixes. Desta maneira, o presente trabalho teve como objetivo analisar a composição proximal de dietas elaboradas com diferentes níveis de inclusão da pasta de *Spirulina* sp. para possível utilização na aquicultura. A *Spirulina* sp. foi cultivada no meio modificado Jourdan em condições de cultivo não controladas. Após o processo de cultivo de 30 dias, a biomassa foi concentrada em desnatadeira e, posteriormente, liofilizada. Para caracterização da composição nutricional, como proteínas, lipídeos, cinzas, matéria seca e umidade foram realizadas testes físico-químicos da cianobactéria, ração comercial pura, e em três misturas da ração com a cianobactéria, em diferentes proporções. As análises foram realizadas nas seguintes proporções (D1) 100 % de ração comercial; (D2) 25% de *Spirulina* e 75% de ração; (D3) 50% de *Spirulina* e 50% de ração; (D4) 75% de *Spirulina* e 25% de ração e; (D5) 100% de *Spirulina* liofilizada. Os teores de proteína, lipídeo e matéria seca aumentaram à medida que a *Spirulina* foi incorporada na ração, sendo os maiores teores constatados na D4, com 47,76%, 5,9% e 86,55%, respectivamente, seguida da D3 (44,45%, 4,15% e 84,15%, respectivamente) e D2 (43,30%, 2,54% e 83,70% respectivamente). Entretanto, houve um decréscimo nos teores de cinza e umidade com maior concentração de *Spirulina*, sendo os maiores teores na D1 (dieta controle), com 14,37% e 17,80%, respectivamente, seguida da D2 (12,90% e 16,30%, respectivamente), da D3 (10,97% e 15,85%, respectivamente) e D4 (5,90% e 13,45%, respectivamente). Desta forma, foi possível concluir que a ração comercial suplementada com *Spirulina* liofilizada possui um bom potencial proteico-energético e deve ser testada em peixes ornamentais, visando avaliar os fatores nutricionais e realce das cores.

Palavras-chave: cianobactéria, peixe ornamental, composição centesimal, nutrição, aquicultura.

SOUZA, Fabiana Ribeiro de, Production and biochemical composition of diets supplemented with lyophilized *Spirulina* paste (*Arthrospira* sp.) produced for ornamental aquaculture purposes.

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2020.

Advisor: Profa. Dr. Carla Fernandes Macedo

## ABSTRACT

The ornamental fish culture represents an important aquaculture sector, under social, environmental and economic aspects. Due to the importance of this activity in the economy, there is a growing interest in studies focused on the nutrition of ornamental fish, aiming to understand and meet their nutritional requirements (energy, protein and amino acids, fatty acids, vitamins and minerals) which is essential to ensure good growth rates and survival. In addition, some compounds such as carotenoids are also used in diets to accentuate the skin pigmentation of fish, however, the cost of including this component is still high. In this sense, the use of cyanobacteria can be an alternative to produce better quality diets and that result in lower costs in fish production, since it can promote improvements in digestibility, physiological activity, resistance to stress and diseases, as well as in fish color patterns. Thus, the aim of the present study was to analyze the proximate composition of diets prepared with different levels of inclusion of *Spirulina* sp. for possible use in aquaculture. *Spirulina* biomass was produced during 30 days in the modified medium of Jourdan under uncontrolled growing conditions, concentrated in a creamer and then lyophilized. In order to characterize the nutritional composition, such as proteins, lipids, ash, dry matter and moisture, physical-chemical tests of cyanobacteria, pure commercial feed, and in three mixtures of the feed with cyanobacterium, in different proportions were performed. The analyzes were performed in the following proportions (D1) 100% commercial feed; (D2) 25% *Spirulina* and 75% feed; (D3) 50% *Spirulina* and 50% feed; (D4) 75% *Spirulina* and 25% ration e; (D5) 100% lyophilized *Spirulina*. To determine the proximate composition of the diets, analyzes of proteins, lipids, ash, dry matter and moisture were performed. The levels of protein, lipid and dry matter increased as *Spirulina* was incorporated into the feed, with the highest levels found in D4, with 47.76%, 5.9% and 86.55%, respectively, followed by D3 (44.45%, 4.15% and 84.15, respectively) and D2 (43.30%, 2.54% and 83.70% respectively). However, there was a decrease in ash and moisture content with a higher concentration of *Spirulina*, with the highest levels in D1 with 14,37% e 17,80%, respectively, followed by D2, (12.90% and 16.30%, respectively), D3 (10.97% and 15.85%, respectively) and D4 (5.90% and 13.45%, respectively). In conclusion, the commercial feed supplemented with freeze-dried *Spirulina* has a good protein-energetic potential and should be tested in ornamental fish, aiming to evaluate the nutritional factors and color enhancement.

**Keywords:** cyanobacteria, ornamental fish, proximate composition, nutrition, aquaculture

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – <i>Spirulina</i> ( <i>Arthrospira</i> sp.) (aumento 40x) .....	17
Figura 2 – <i>Spirulina</i> ( <i>Arthrospira</i> sp.) em meio Zarrouk .....	24
Figura 3 – Cultivo de <i>Spirulina</i> ( <i>Arthrospira</i> sp) em meio Jourdan, em pequena escala .....	25
Figura 4– A: Desnatadeira comercial (18GR- 100 Litros/horas). B: Pratos do tambor: local de retenção; C: Copinhos de 50 ml com a biomassa armazenada da biomassa de <i>Spirulina</i> na desnatadeira.....	26
Figura 5 – A: Pasta após 24 horas com sobrenadante; B: Retirada do sobrenadante com pipeta de Pasteur de vidro. C: Pasta armazenada nos copos plásticos (50ml) para liofilização.....	26
Figura 6 – Liofilizador TERRONI® série LC 1500 .....	27
Figura 7 – A: Peneira; B:Cadinho de porcelana. Materiais utilizados para macerar e peneirar a pasta liofilizada e a ração comercial.....	27
Figura 8 – Dietas formuladas e pesadas para análises .....	28
Figura 9 – A: Balança analítica SHIMADZU- AUY220 de precisão 0,0001g com cadinho contendo a amostra; B:Estufa BRASDONTO MOD.1 para esterilização e secagem; C: Dessecador .....	29
Figura 10 – Forno Mufla Microprocessado - Q318M QUIMIS® com as amostras ....	29
Figura 11 – Sistema destilador de Nitrogênio/Proteína TECNAL® Te-0363. A: Digestão; B: Destilação; C: Titulação .....	30
Figura 12 – A: Copos contendo as amostras; B: Sistema TECNAL® TE-044-8/50 para determinação de gordura .....	31
Figura 13 – Pasta armazenada nos copos plásticos (50ml) após concentração .....	32
Figura 14 - A: Pasta após o processo de liofilização; B: Pasta liofilizada sendo peneirada; C: Pasta em pó .....	33
Figura 15 – A: Pasta após o processo de liofilização; B: Pasta liofilizada sendo peneirada; C: Pasta em pó .....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação da concentração proteica e lipídica de cianobactérias e algas com alimentos de origem animal e vegetal .....	21
Tabela 2 – Meio <i>Zarrouk</i> (1966) modificado .....	24
Tabela 3 – Meio Jourdan (2001) modificado .....	25
Tabela 4 – Valores médios das análises centesimais realizadas em diferentes porcentagens do incremento da <i>Spirulina</i> em ração comercial .....	35

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2. REVISÃO BIBIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
2.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS CIANOBACTÉRIAS.....	14
2.1.1. Aplicações das cianobactérias .....	15
2.1.2. Cianobactéria <i>Spirulina (Arthrospira sp.)</i> .....	17
2.2 CIANOBACTÉRIAS NA PISCICULTURA ORNAMENTAL .....	18
2.2.1 Aspectos gerais da piscicultura ornamental .....	18
2.2.2. Cianobactérias como suplemento em dietas para peixes ornamentais .....	20
2.2.2.1. Proteínas .....	21
2.2.2.2. Carboidratos .....	21
2.2.2.3. Lipídeos .....	22
2.2.2.4. Carotenoides .....	22
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>23</b>
3.1. GERAL .....	23
3.2. ESPECÍFICOS.....	23
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>23</b>
4.1. LOCAL DE ESTUDO .....	23
4.2. CULTIVO, CONCENTRAÇÃO E PASTAS DE <i>SPIRULINA</i> .....	23
4.2.1. Obtenção, cultivo e manutenção da <i>Spirulina</i> .....	23
4.2.2. Concentração da <i>Spirulina (Arthrospira sp.)</i> em pastas .....	25
4.2.3. Liofilização da pasta de <i>Spirulina</i> .....	25
4.3. ENSAIOS E ELABORAÇÃO DAS DIETAS COM <i>SPIRULINA (ARTHROSPIRA SP.)</i> E RAÇÃO COMERCIAL .....	27
4.4. ANÁLISE CENTESIMAL PARA COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL .....	28
4.4.1. Matéria Seca .....	28
4.4.2. Umidade .....	29
4.4.3. Cinzas .....	29
4.4.4. Proteínas Total .....	30
4.4.5. Lipídeos Total .....	30
4.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	31
<b>5. RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	<b>31</b>
5.1. Cultivo de <i>Spirulina</i> .....	31
5.2. Produção da pasta de <i>Spirulina</i> sem aditivos.....	31
5.3. Liofilização da pasta de <i>Spirulina</i> .....	32
5.4. ANÁLISE CENTESIMAL.....	33
5.4.1. Composição centesimal da ração comercial e <i>Spirulina (Arthrospira sp.)</i> .....	33

5.4.2. Análise da composição centesimal das dietas.....	35
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>38</b>

# 1. INTRODUÇÃO

O cultivo de peixes ornamentais representa uma importante atividade no ramo da aquicultura, sob aspectos sociais, ambientais e econômicos. No aquarismo, considerado um hobby no Brasil assim como em todo o mundo, existe a comercialização desses peixes como animais de estimação (PORTZ; FRANÇA, 2012) movimentando cerca de 1,5 bilhões de exemplares ao ano, alcançando cerca de 27,2 bilhões de dólares anualmente, incluindo itens como: acessórios, equipamentos, alimentação, plantas ornamentais e publicações (PLOEG, 2013; FERREIRA et al., 2020). Devido a importância dessa atividade na economia, há um crescente interesse nas exigências nutricionais desses animais, visando produzir rações com proteína e carotenoides de melhor qualidade com menores custos na produção final (ZUANON et al., 2011; PORTZ; FRANÇA, 2012; SANTOS, 2018).

Os peixes ornamentais possuem as mesmas exigências nutricionais dos peixes de corte (energia, proteína e aminoácidos, ácidos graxos, vitaminas e minerais), exceto pela necessidade dos carotenóides, empregados para acentuar a pigmentação da pele (ZUANON et al., 2011). Para que a ração possa refletir em um bom fenótipo nos peixes, essa deve conter ingredientes essenciais que supram as necessidades nutricionais e contribuam para realçar as cores (HOFFMANN et al., 2016). Na aquicultura ornamental, a ração pode ser complementada com dietas alternativas e caseiras, essas muitas vezes não contemplam todos os nutrientes essenciais para o sucesso da produção e depreciam a qualidade da água, diminuindo a produtividade e consequentemente a lucratividade (PORTZ; FRANÇA, 2012).

Uma alternativa para reduzir os custos na produção dos ornamentais é o fornecimento direto ou indireto de rações suplementadas com microalgas e cianobactérias, já realizado para diversas espécies de organismos aquáticos, como peixes de corte (PALMEGIANO et al., 2005; DERNER et al., 2006; ATALAH et al., 2007; HUSSEIN et al., 2012; VIZCAINO et al., 2014), peixes ornamentais (NAVARRO & SARASQUETE, 1998; PAPANDROULAKIS, et al., 2001; ZUANON et al., 2011; SALES, 2015; SANTOS, 2018), moluscos (NUNES, 2005), crustáceos (BELETTINI et al., 2011; SILVA-NETO et al. 2012; GADELHA, 2013), copépodes (MILIONE; ZENG, 2007; ANUNCIAÇÃO, 2016), rotíferos (GUEVARA et al., 2011) e muitos organismos forrageiros de interesse econômico (DERNER et al., 2006).

As microalgas e cianobactérias favorecem a digestibilidade, a atividade fisiológica, resistência ao estresse e doenças, melhorando o bem estar animal e o fortalecimento do sistema imunológico (SANTOS, 2018). Estas já são comumente utilizadas na alimentação de larvas, pós-larvas e juvenis em sistemas aquícolas de forma natural ou introduzidas a partir da produção de cepas selecionadas em laboratórios de produção de alimento vivo e, a depender da produção, são substituídas gradativamente por rações comerciais (BARONE, 2017).

A *Spirulina* possui muitos benefícios, sendo fonte de ficocianina, vitaminas, clorofila *a*, beta-caroteno, esteróis e ácido linolênico, que são de interesse comercial para fins alimentícios e rações, visando coloração e compostos bioativos essenciais para o desenvolvimento de peixes ornamentais (SHIMAMATSU, 2004; OLIVEIRA et al, 2013; MIRANDA, 2018).

Quanto à qualidade nutricional, a *Spirulina* possui elevadas concentrações de proteína vegetal (60-70%) e ácido linolênico (17,43%), assim como baixo teor de gordura (SASSANO, 1999; PINHO, 2009; SONI et al., 2017; PINTO, 2019), além de estimular o sistema imunológico e a microbiota intestinal, propriedades dificilmente encontradas concomitantemente em um único produto natural (ARAUJO et al., 2003). Desta maneira, essa cianobactéria pode ser uma fonte alternativa como suplemento na dieta alimentar dos peixes ornamentais, devido ao teor protéico, pigmentos naturais e compostos funcionais que contribuem para o melhor desempenho desses peixes.

Tendo em vista o exposto, o presente trabalho objetivou suplementar ração comercial para peixes de corte com *Spirulina* (*Arthrospira sp.*) liofilizada em diferentes proporções e realizar análises bromatológicas, para obter a composição nutricional, visando a possível utilização desta na aquicultura ornamental

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS CIANOBACTÉRIAS**

As cianobactérias são os organismos primitivos, constituindo os seres mais antigos da terra e seus registros fósseis foram encontrados em uma rocha fossilizada datada em 3,5 bilhões de anos em Western (Austrália) (MOLICA & AZEVEDO, 2009; SAFIA, 2014; MARINO, 2018). São considerados como os primeiros fotossintetizantes com clorofila *a* e os primeiros produtores primários a liberarem oxigênio na atmosfera,

podendo ser encontrados praticamente em todos os ecossistemas do planeta (ambiente marinho, água doce, em geleiras, entre outros) (DERNER, 2006, CRISTI, 2007; MOLICA & AZEVEDO, 2009; CANTÚ, 2016; ARAGÃO, 2011).

Classificados como *Chroococcales*, *Oscillatoriales* e *Nostocales*, são microrganismos procarióticos fotossintéticos, produtores de clorofilas (a, b, c e d) e pigmentos acessórios, estes podem existir como unicelulares, em hábito colonial ou filamentosos (LEE, 2008). Autotróficos fotossintéticos, utilizam a energia luminosa e nutrientes inorgânicos, como dióxido de carbono, nitrogênio e fosfato para sintetizar os componentes da sua biomassa (proteína, lipídeos, carotenoides, entre outros) (DERNER; LOUREÇO, 2006; MARINO, 2018).

A ampla diversidade de características e sobreposição morfológica existente entre as espécies de cianobactérias ocorre devido a sua ampla tolerância ecológica que contribui para o sucesso competitivo, tendo como uma das características marcantes a capacidade de crescimento nos mais variados ambientes (ARAGÃO, 2011). Alterações metabólicas na composição química e no crescimento são respostas a mudanças nas condições ambientais, como pH, luminosidade, temperatura e nutrientes (CONVERTI, 2009; CANTÚ, 2016, VARANDAS, 2016), podendo as células serem facilmente manipuladas para maior eficiência e amplo potencial no aproveitamento dos bioprodutos em diversas aplicações industriais (BARROS, 2010; MIRANDA, 2018).

### 2.1.1 Aplicações das cianobactérias

Os nutrientes e compostos presentes nas cianobactérias podem ser empregados em diversos setores industriais e alimentícios, tanto para humanos, como para animais. O uso como suplemento alimentar é de grande interesse, podendo cumprir requisitos nutricionais na dieta, devido à riqueza em nutrientes e digestibilidade, possuindo uma baixa concentração de ácidos nucleicos e um perfil de aminoácidos que assemelha ao recomendado pela Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO) (LEMES et al., 2012). 50% das cianobactérias são potencialmente utilizáveis na extração de substâncias bioativas, tais como carotenóides, fitocianina clorofila, vitaminas e ácidos graxos poli-insaturados, como linolênico e linoléico (DERNER, 2006; LEMES et al., 2012; RAJA, 2016; NERIS, 2018).

Representada como uma fonte economicamente viável, a produção em escala comercial intensificou o desenvolvimento na área da biotecnologia visando aumentar a eficiência e cultivo de culturas em massa com a diminuição no custo de produção (LOURENÇO, DERNER, 2006; BARROS, 2010; NERIS, 2018).

Várias espécies de cianobactérias são cultivadas comercialmente, mas em escala industrial, destacam-se as espécies *Spirulina (Arthrospira)* e *Aphanizomenon flos-aquae* (DERNER et. al., 2006; BERTOLDI et al., 2008; NERIS, 2018), sendo a maior fabricante de *Spirulina* na América Latina a Spigreen, com produção média de 1 milhão e 400 mil litros por dia (AGROLINK; BONOMETII; FERREIRA, 2020). De uma maneira geral a *Spirulina* também possui quantidades significativas de lipídeos, proteínas, vitaminas, minerais e pigmentos, que atuam como compostos probióticos para melhoria do bem estar do animal (NERIS, 2018).

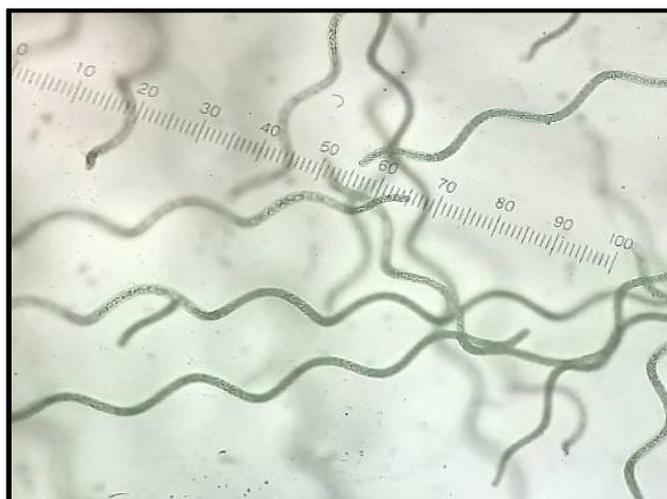
A partir do cultivo das cianobactérias, a concentração das células poderá resultar em uma biomassa na forma de pasta, resultado do processo de separação das células da solução de cultura (separação sólido-líquido) (NUNES, 2005; GUEVARA et al., 2011; DANTAS, 2013; CARVALHO, 2014). Dos métodos físicos, químicos ou biológicos mais utilizados podem ser citados: sedimentação - método mecânico que separa as partículas de um fluido por ação da força gravitacional; centrifugação - processo de separação mecânica que utiliza a força centrífuga para provocar a separação dos componentes de um sistema sólido-líquido ou líquido-líquido; floculação - processo em que as partículas são agregadas para formar partículas de grandes dimensões, chamadas flocos; filtração - opera sob pressão ou a vácuo, ocorrendo a separação sólido-líquido na qual se força o fluido líquido ou gasoso atravessar um material poroso que retém o sólido; autofloculação - floculação espontânea associada a um aumento de pH, devido ao consumo de dióxido de carbono fotossintético e precipitação de compostos inorgânicos durante o cultivo; desnatadeira - submetido a movimentos de rotação a água de cultivo passa por diversos discos que acondicionam a biomassa e o soro é direcionado para uma saída lateral (ROCHA, 2010; SILVA et al., 2012; DANTAS, 2013; CARVALHO, 2014). Para o armazenamento e conservação da pasta formada depois de passar por um dos métodos, a liofilização possibilita a desidratação por sublimação, garantindo em grande parte a preservação das características originais do produto *in natura* com pouca manipulação (TERRONI, et al., 2013; CANTÚ, 2017). Ao final desse processo, o material pode ser transformado em pó, facilitando a incorporação como um

ingrediente natural em diversos produtos (BARROS, 2010; DERNER et al., 2006; NERIS, 2018; TERRONI et al., 2013).

Outras funções podem ser citadas para aplicação das cianobactérias, como: biofiltros (remoção de nutrientes e outros poluentes de águas residuais), produção de biocombustíveis (rápida produção de biomassa em pequenas áreas) e na aquicultura (funções diversas, como alimento direto ou indireto) (SANTOS, 2018).

### 2.1.2. Cianobactéria *Spirulina* (*Arthrospira* sp.)

A *Spirulina* (*Arthrospira* sp.) pertence a ordem *Oscillatoriales* (GUGLIELMI et al., 1993; ARAAUJO et al., 2003), sendo formada por filamentos ubíquos caracterizados por células cilíndricas (diâmetro de 3 – 12  $\mu\text{m}$ ), formando uma cadeia na forma de espiral, sendo os tricomas envolvidos por uma bainha fina cujas paredes transversas podem ser vistas sob microscopia ótica (GUGLIELMI et al., 1993; ARAAUJO et al., 2003) (Fig. 1).



**Figura 1:** *Spirulina* (*Arthrospira* sp.) (aumento 40x)  
**Fonte:** Autor.

Há séculos na África (povos nativos do Chade) e no México (astecas do lago Texcoco) a *Spirulina* já era cultivada para alimentação humana (ARAUAJO et al., 2003; DERNER et al., 2006; PINHO, 2009, BARROS, 2010). Atualmente é produzida por várias empresas no mundo, como a Cyanotech Corporation no Havaí, a Algarec-Eco Business Park em Portugal, a Spigreen no Brasil, entre outras, para suplemento alimentar (comprimidos, flocos, pó, entre outros), ração para várias espécies de animais, extração de pigmentos, produção de biocombustíveis, entre outros, além de

ser comercializada por lojas de produtos naturais e estabelecimentos farmacêuticos (PINHO, 2009; BARROS, 2010; GADELHA, 2013; COSTA, 2018).

Com baixo custo na produção, a *Spirulina* se adapta facilmente em meios de cultura alternativos e condições não controladas, alcançando alta taxa de produção de biomassa em pouco espaço e tempo de cultivo (DERNER et al., 2006) podendo ser cultivada por piscicultores de pequeno porte e fornecida na suplementação das rações comerciais para peixes ornamentais (ARAÚJO et al., 2003). Essa cianobactéria pode conter elevados níveis de nutrientes essenciais, tais como provitaminas, minerais, proteínas e ácidos graxos poliinsaturados (MATOS & SANT'ANNA, 2016), componentes necessários para melhor crescimento, desenvolvimento do sistema imunológico de peixes, além de participar da absorção de vitaminas lipossolúveis (LU et al., 2002; MOREIRA et al., 2010; ZUANON et al., 2011). Também possuem pigmentos antioxidantes, a exemplo dos carotenóides (MOREIRA et al., 2010). Assim, a oferta de um suplemento com cianobactérias em criações de peixes ornamentais pode favorecer melhoria na reprodução, crescimento, coloração e sobrevivência dos animais (BAKSHI et al., 2017; RAJARSEKAR et al.; ZANG et al., 2019).

## 2.2 CIANOBACTÉRIAS NA PISCICULTURA ORNAMENTAL

### 2.2.1 Aspectos gerais da piscicultura ornamental

A piscicultura ornamental é uma prática antiga da humanidade. Os primeiros registros datam do ano 475 a.C., quando o peixe-dourado (*Carassius auratus*) começou a ser cultivado para fins contemplativos na China (VIDAL JR, 2006; PEREIRA et al., 2017). Peixe ornamental ou de aquário é a designação dada em aquariofilia às espécies selecionadas pela exuberância das cores, formas e pela facilidade de manutenção em cativeiro (PEREIRA et al., 2017).

A criação de peixes ornamentais passou por modificações e incrementos, atualmente é uma área muito vasta e influente no mercado de “*pet shops*”, além de ter grande importância na cultura social (PEREIRA et al., 2017). Ademais, a referida atividade contribui com a geração de empregos diretos e indiretos, tornando-se uma alternativa para redução do extrativismo de espécies nativas, minimizando o impacto da pesca sobre espécies ameaçadas de extinção (PEREIRA et al., 2017; COSTA, 2018; ZUANON et al., 2011). O hobby da aquariofilia possibilita a vivência diária em

contato com a natureza (ARDEL; SANTOS, 2012; PEREIRA et al., 2017). Estima-se que haja 656 milhões de peixes ornamentais como animais de estimação no mundo, no Brasil, esse número alcança em torno de 19,1 milhões (ABINPET, 2019; MARQUES; 2020).

A produção de organismos aquáticos ornamentais, em especial de peixes, tem se destacado no cenário mundial rendendo mais de 703 milhões de dólares ao ano, apenas com as exportações de peixes (FAO, 2007; ZUANON, 2011). Segundo dados Techsciresearch.com, publicados pela revista Estadão, o mercado global de peixes ornamentais deverá crescer, entre 2019 e 2024, com uma CAGR (taxa de crescimento anual composta) de mais de 7,85%, em termos de valor e com previsão que alcance cerca de US\$ 6,2 bilhões até 2024.

Os maiores mercados consumidores de peixes ornamentais estão na Europa e nos Estados Unidos (LIVENGOOD; CHAPMAN, 2007), sendo Cingapura o maior exportador do mundo (US\$ 50.2 milhões), seguido da Espanha (US\$ 34.6 milhões) e do Japão (US\$ 30.4 milhões) (FARIA et al., 2016).

Segundo Evers et al., (2019), 90% do volume total do comércio de peixes ornamentais são peixes tropicais de água doce, sendo aproximadamente 90% oriundos de cativeiros e os 10% restantes são capturados na natureza. Dentre as espécies mais produzidas e comercializadas no Brasil e no mundo destacam-se os kinguio ou goldfish (*Carassius auratus*), bettas (*Betta splendens*), guppy (*Poecilia reticulata*), molinésia (*Poecilia gilli*), peixe espada (*Xiphophorus helleri*), peixe-palhaço (*Amphiprion ocellaris*), neon-tetra (*Paracheirodon innesi*), paulistinha (*Brachydaniorerio*), peixe-anjo (*Pterophyllum scalare*), barbo (*Capoetate trazona*), acará bandeira (*Pterophyllum scalare*), carpas koi (*Cyprinus carpio*), entre outros (FARIAS et al., 2018; EVERS et al., 2019; MARQUES; 2020).

Em função da possibilidade da utilização de pequenas áreas para realização de cultivos da maioria dessas espécies, representando menores custos com investimentos para instalações e baixo custo de produção, (ZUANON, 2007; 2011; BARRETO, 2017). Produtores podem cultivar no fundo da própria moradia utilizando tanques escavados ou de alvenaria, assim como em aquários confeccionados com vidro ou cerâmica (CARDOSO et al., 2012; FUJIMOTO et al., 2014). Estima-se que o Brasil tenha cerca de 1.800 produtores, prevalecendo os pequenos, sendo a região da Zona da Mata de Minas Gerais o maior polo produtor (CARDOSO et al., 2012).

Tendo em vista o exposto e as boas perspectivas, é preciso desenvolver programas assistenciais e tecnologias de cultivo sustentáveis, índices zootécnicos, protocolos de dietas palatáveis com alta digestibilidade que atendam às exigências nutricionais das diversas espécies de peixes ornamentais, além da necessidade de estruturas físicas adequadas para atender as diferentes espécies e fases de desenvolvimento dos animais, podendo assim, alcançar um baixo custo de produção e um maior retorno financeiro (REZENDE, 2010; ZUANON et al., 2006, 2011). Barreto e Ramos (2017) citam que a legalidade no cultivo e comercialização de peixes ornamentais devem se adequar às normativas nacionais e internacionais (para exportação), além disso, é importante que uma quantidade maior de espécies de peixes nativos seja introduzida em estudos científicos, principalmente para o conhecimento da nutrição destes.

### *2.2.2. Cianobactérias como suplemento em dietas para peixes ornamentais*

Os ingredientes alimentares utilizados na alimentação de peixes ornamentais foram inicialmente transferidos da aquicultura voltada para fins alimentícios, porém esses são pobres em pigmentos naturais e nutrientes essenciais específicos para os ornamentais. A farinha de peixe é a principal fonte de proteína animal e um dos ingredientes mais completos incorporado nas dietas devido à alta palatabilidade, considerada um dos itens que mais oneram na produção das rações, elevando o custo da produção devido à diminuição na produção a cada ano (REZENDE, 2010; ZUANON et al., 2011; SANTOS; AZIMIRAD et al., 2016; CORREDOR & GIRALDO; SICURO, 2017; SANTOS; ROSAS et al., 2018). Desta forma, como alternativas nutricionais aos produtos tradicionais de origem animal, podem ser citadas as plantas, cianobactérias e microalgas, que apresentam alto teor proteico vegetal, pigmentos naturais e nutrientes essenciais (SHIELDS & LUPATSCH, 2012; SANTOS, 2018) barateando o custo final na produção desses peixes.

A substituição de uma proteína animal para uma vegetal pode ser difícil, em especial para peixes de hábito alimentar carnívoro, que geralmente requerem um alto valor proteico na sua dieta e palatabilidade (TACON & METIAN, 2008; OLIVA-TELES, 2012; ROSAS et al., 2018). Porém, devido a *Spirulina* possuir um alto valor nutricional não apenas em relação à proteína, a referida cianobactéria possui teor de aminoácidos e ácidos graxos assim como as propriedades bioativas, a torna

adequada para substituir ou suplementar a farinha de peixe em pequenas quantidades (ROSAS et al., 2018).

A viabilização no incremento de ingredientes como suplementos em rações necessita de análises de laboratório para verificação prévia da composição nutricional e quantificar os teores dos nutrientes presentes nas matérias-primas disponíveis (EMBRAPA, 2015; CANTÚ, 2016).

A tabela abaixo (Tabela 1) compara a composição de alimentos em relação a proteína e lipídeo. A cianobactéria *Spirulina máxima* pode conter 71% de proteína, valor mais elevado do que os encontrados em outros alimentos.

Tabela 1: Comparação da concentração proteica e lipídica de cianobactérias e algas com alimentos de origem animal e vegetal.

Alimento	Proteína	Lipídeo
<i>Spirulina maxima</i>	60 – 71	6- 7
<i>Dunaliella salina</i>	57	6
Farinha de peixe	54,19	9,02
<i>Chlorella vulgaris</i>	51 – 57	14 – 22
<i>Spirulina platensis</i>	43 – 63	4 - 9
<i>Anabaena cylindrica</i>	43 - 56	4 – 7
Carne bovina	43	34
Feijão	37	20
Farinha de urucum	32	4,8
Leite	26	28
Arroz	8	2

Fonte: Adaptado de Walter e Araújo (2011).

#### 2.2.2.1. Proteínas

A *Spirulina* é uma cianobactéria que pode contribuir como fonte alternativa ou suplementar no incremento de proteína na ração, devido seu alto valor proteico (até 71%) desse composto orgânico e apresenta tempo de geração curto, podendo ser produzida de forma contínua em pequenas áreas de cultivo (BERTOLTI et al., 2008; ROSAS et al., 2018). Segundo Martínez (2010) também apresentam um alto teor de aminoácidos (AA), que corresponde a 47% do peso total das proteínas.

#### 2.2.2.2. Carboidratos

Outra fonte de energia que auxilia no sistema imunológico são os carboidratos, que constitui de 15 a 25% da massa seca da *Spirulina*. A glicose, frutose e sacarose

são açúcares que se encontram em pequenas quantidades nessa cianobactéria, sendo a parte essencial assimilável compostas por polímeros, como o glicogênio (MARTÍNEZ, 2010).

#### 2.2.2.3. Lipídeos

Os lipídeos representam quase 4% do peso total da massa seca e em sua constituição estão presentes os esteróis, os ácidos palmítico, linolênico e oléico, o ácido  $\gamma$ -linolenico que representa 40% do total dos ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) (MARTÍNEZ, 2010; FERREIRA, 2020). Os referidos compostos são considerados essenciais e precisam ser incorporados na dieta (MARTÍNEZ, 2010).

#### 2.2.2.4. Carotenoides

Os carotenoides são agentes de pigmentação mais amplos e estruturalmente diversos, funcionando como fotoprotetores e pigmentos fotossintéticos secundários (DERNER et al., 2006; REZENDE et al., 2010). Na *Spirulina* podem ser encontrados o  $\beta$ - caroteno, fucoxantina, criptoxantina e as ficobilinas, representadas em sua maior parte pela ficocianina, que tem um papel importante no auxílio do sistema imunológico (MARTÍNEZ, 2010; MATOS & SANT'ANNA, 2016). Devido ao fato destes serem sintetizados por vegetais e modificados em tecidos animais, é de grande interesse que esses sejam incorporados na dieta (REZENDE et al., 2010).

Visando aplicação de corantes sintéticos na indústria de alimentos, são necessárias pesquisas para o desenvolvimento produtivo e uso de carotenóides como aditivo alimentar (CAMPO et al., 2000; DERNER et al., 2006; REZENDE et al., 2010). O qual desempenha um papel fundamental e necessário na aquicultura ornamental devido a este ser um dos compostos inexistentes na alimentação dos peixes que são alimentados por ração comercial voltada para peixe de corte (ZUANON et al., 2011; ROSAS et al., 2018). O que intensifica ainda mais a importância de estudos voltados para a utilização da *Spirulina* como suplemento nas dietas para peixe ornamental.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. GERAL

Avaliar a composição centesimal de dietas elaboradas com diferentes níveis de inclusão de pasta de *Spirulina* (*Arthrospira* sp.) cultivada em meio de cultura modificado, destinadas a peixes ornamentais.

#### 3.2. ESPECÍFICOS

- Cultivar *Spirulina* em meio sintético modificado;
- Avaliar a composição centesimal da *Spirulina* cultivada;
- Incluir em rações comerciais a pasta de *Spirulina*;
- Avaliar a composição centesimal das dietas formuladas.

### 4. MATERIAIS E METÓDOS

#### 4.1. LOCAL DE ESTUDO

O trabalho foi realizado no Laboratório de Cultivo de Microalgas e Produção de Plâncton (LCMPP) do Núcleo de Estudos em Pesca e Aquicultura (NEPA) do curso de Engenharia de Pesca, vinculado ao Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Campus de Cruz das Almas, BA (12°40'39"S 39°06'23"W), no período de novembro de 2019 a março de 2020.

#### 4.2. CULTIVO, CONCENTRAÇÃO E PASTAS DE *Spirulina* (*Arthrospira* sp.)

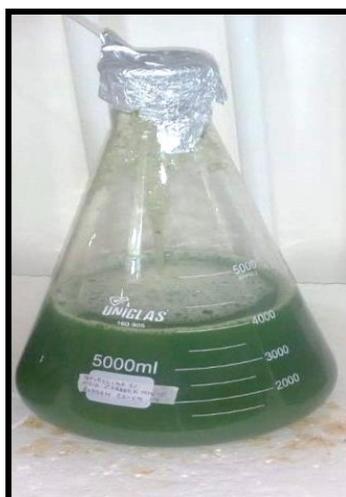
##### 4.2.1. Obtenção, cultivo e manutenção da *Spirulina*

A cepa da *Spirulina* (*Arthrospira* sp.) utilizada no presente estudo foi adquirida do Banco de Microalgas do Laboratório de Bioprospecção e Biotecnologia (LabBioTec) da Universidade Federal da Bahia (UFBA), transportada em um tudo Falcon, acondicionada em isopor até o Laboratório de Cultivo de Microalgas e Produção de Plâncton (UFRB) sendo cultivada inicialmente no meio Zarrouk (1966) modificado (Tabela 2).

**Tabela 2.** Meio *Zarrouk* (1966) modificado.

Componentes	Fórmulas	Concentração g/l
Bicarbonato de Sódio	NaHCO <sub>3</sub>	16,8
Cloreto de Cálcio (2H <sub>2</sub> O) PA	CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	0,04
Cloreto de Sódio	NaCl	1,0
EDTA Sal Dissódico (2H <sub>2</sub> O) PA	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub> O <sub>8</sub> Na <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	0,08
Fosfato Dipotássico	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0,5
Nitrato de Sódio	NaNO <sub>3</sub>	2,5
Sulfato de ferro II oso (7H <sub>2</sub> O) PA	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0,01
Sulfato de Magnésio (7H <sub>2</sub> O)	MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0,2
Sulfato de Potássio	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,0

Foi realizado cultivo semi-contínuo de pequena escala em erlenmeyer de 5000 ml (Fig. 2) em condições controladas: iluminação 4.100 Lux (24 horas dia<sup>-1</sup>), aeração contínua com pedra porosa e temperatura (24±2°C)



**Figura 2:** *Spirulina* em meio Zarrouk.  
**Fonte:** Autor

Após 15 dias de cultivo em sistema indoor, ao atingir 5000 ml, o cultivo foi transferido para galões de água mineral de 20 litros em sistema outdoor (estufa agrícola 4x10 m<sup>2</sup>), com a substituição gradativa do meio Zarrouk para o meio Jourdan (2001) modificado (Tabela 3).

**Tabela 3:** Meio Jourdan (2001) modificado.

Componentes	Fórmulas	Concentração g/l
Carbonato de Cálcio	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	8,0
Cloreto de Sódio	$\text{NaCl}$	5,0
Nitrato de Potássio	$\text{KNO}_3$	2,00
Sulfato de ferro II oso (7H <sub>2</sub> O) PA	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,005
Sulfato de Magnésio (7H <sub>2</sub> O)	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,2
Sulfato de Potássio	$\text{K}_2\text{SO}_4$	1,0
Superfosfato Simples	SSP	0,106
Ureia	$\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$	0,10

O meio de cultura foi preparado, autoclavado e após o resfriamento, introduzido 2,5 litros no cultivo a cada cinco dias. A adição de meio (nutrientes) ocorria a cada cinco dias com o intuito de evitar que o cultivo entrasse na fase de morte e as células das cianobactérias voltam a fase de aceleração.

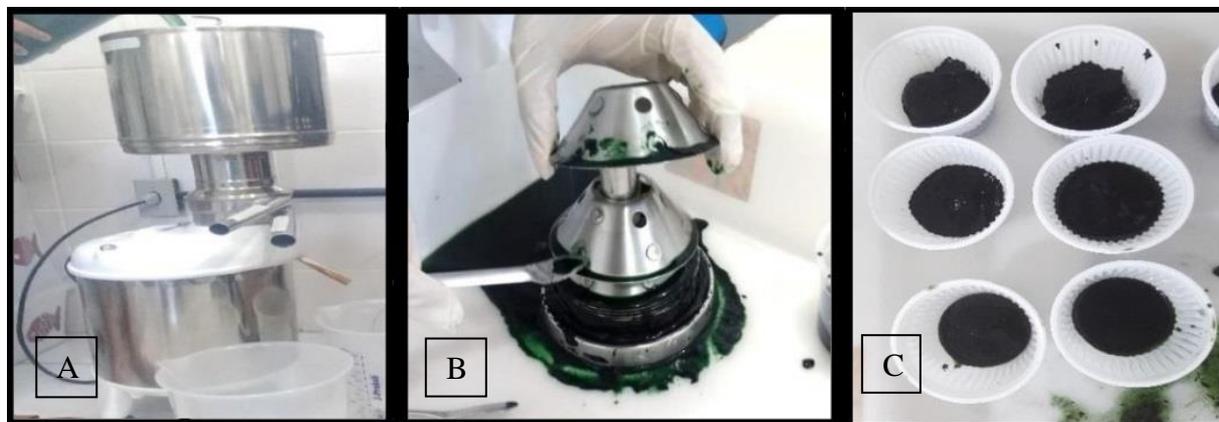
A substituição do meio Zarrouk para o Jourdan foi realizada para baratear o custo da produção devido ao maior volume de cultivo (20L) (Fig. 3).

**Figura 3:** Cultivo de *Spirulina* em meio Jourdan, em pequena escala.**Fonte:** Autor.

#### 4.2.2. Concentração da *Spirulina* (*Arthrospira* sp.) em pastas

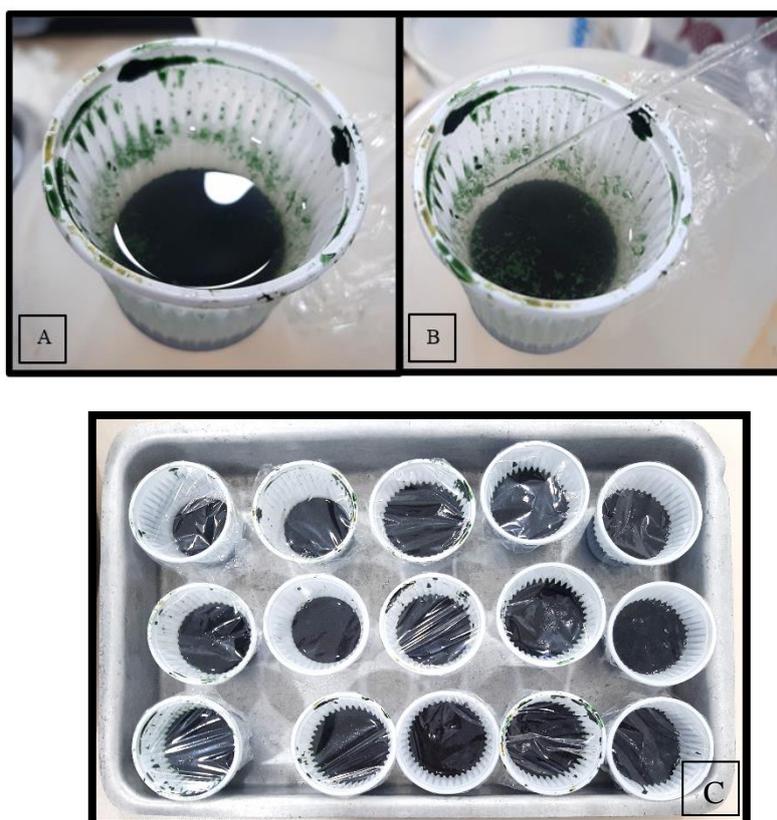
Para concentração da pasta sem adição de aditivos foi utilizado método adaptado de Silva (2006) e Lui et al. (2015). Após 30 dias de cultivo foi utilizada desnatadeira comercial (18GR- 100 Litros/horas) para concentração da biomassa (Fig. 3A). A biomassa foi coletada nos pratos do tambor (Fig. 3B) e armazenada em copos plásticos (50 ml), devidamente identificados para controle (Fig. 3C). Os copos foram colocados em refrigerador para finalizar a decantação e, após 24 horas, foi

retirado o sobrenadante com uma pipeta de Pasteur de vidro (Fig. 4 A e B). A pasta resultante do processo foi congelada em ultrafreezer a  $-80^{\circ}\text{C}$  por 24h para posterior liofilização (Fig. 4C) para imobilização das amostras, interrompendo as reações químicas e as atividades biológicas.



**Figura 4.** **A:** Desnatadeira comercial (18GR- 100 Litros/horas). **B:** Pratos do tambor: local de retenção; **C:** Copinhos de 50 ml com a biomassa armazenada da biomassa de *Spirulina* na desnatadeira.

Fonte: Autor



**Figura 5:** **A:** Pasta após 24 horas com sobrenadante; **B:** Retirada do sobrenadante com pipeta de Pasteur de vidro. **C:** Pasta armazenada nos copos plásticos (50ml) para liofilização.

Fonte: Autor

#### 4.2.3. Liofilização da pasta de *Spirulina*

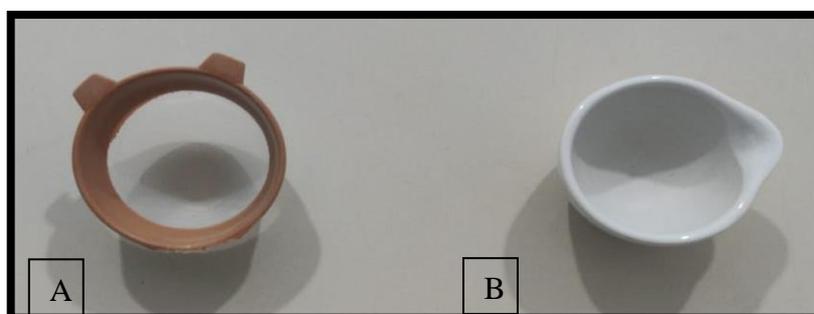
O material congelado foi processado em liofilizador TERRONI® série LC 1500, permanecendo por um período de 24 horas, em temperatura de - 42°C e vácuo de 0178  $\mu$ Hg (Fig. 5), que auxilia na queda da pressão e aceleração do processo de sublimação. Nesse processo, a desidratação por sublimação da amostra contribuiu para preservar em grande parte as características originais do produto *in natura*, dispensando qualquer outro tratamento para conversão da biomassa.



**Figura 6:** Liofilizador TERRONI® série LC 1500.  
**Fonte:** Autor.

#### 4.3. ELABORAÇÃO DAS DIETAS COM SPIRULINA (*ARTHROSPIRA SP.*) E RAÇÃO COMERCIAL

Para elaboração das dietas, a pasta liofilizada e a ração comercial foram maceradas separadamente em cadinhos de porcelana e, em seguida, o material foi peneirado (150 micras) para redução do tamanho das partículas (LAWRENCE, 2007) para realização dos ensaios (Fig. 6).



**Figura 7:** Materiais utilizados para macerar e peneirar a pasta liofilizada e a ração comercial.  
A: Peneira; B: Cadinho de porcelana.

**Fonte:** Autor.

O material peneirado foi pesado e separados nas seguintes proporções (D1) 100 % de ração comercial nacional para peixe de corte; (D2) 25% de Spirulina e 75% de ração; (D3) 50% de Spirulina e 50% de ração; (D4) 75% de Spirulina e 25% de ração e (D5) Spirulina liofilizada (Fig. 7).



**Figura 8:** Dietas formuladas e pesadas para análises.

**Fonte:** Autor.

#### 4.4. ANÁLISE CENTESIMAL

Para composição nutricional foram realizadas análises de umidade, matéria seca, cinzas, proteínas e lipídeos nos Laboratórios de Bromatologia e de Meio Ambiente e Qualidade de Água (CCAAB/UFRB), seguindo as normas do Instituto Adolfo Lutz e A.O.A.C. (2008) em todas as dietas propostas.

##### 4.4.1. Matéria Seca (MS)

A análise de MS foi realizada retirando-se a água livre do material, sendo o processo em duas etapas: secagem parcial ou pré-secagem (ASA) e secagem total ou definitiva (ASE). Para a ASA foram pesadas 2 gramas de cada tratamento em duplicata em balança SHIMADZU- AUY220 e colocadas em cadinhos secados previamente para esterilização com secagem em estufa de circulação forçada de ar BRASDONGO MOD.1 com temperatura de  $60\pm 5^{\circ}\text{C}$  por 16 horas e esfriados em dessecador por 40 min (Fig. 8). As amostras foram então colocadas na estufa por 24 h e depois no dessecador por 60 min para esfriar (Fig. 8). A ASA foi calculada pela diferença entre o peso inicial e final da amostra. Já, para a ASE as amostras foram

colocadas novamente na estufa uma temperatura de 105°C por 24 horas e no dessecador por 60 min para pesagem e posterior cálculo e obtenção da MS das dietas.



**Figura 9:** A: Balança analítica SHIMADZU- AUY220 de precisão 0,0001g com cadinho contendo a amostra; B: Estufa BRASDONGO MOD.1 para esterilização e secagem; C: Dessecador.

Fonte: Autor.

#### 4.4.2. Umidade

O teor de umidade foi obtido subtraindo-se o valor da MS do valor inicial da amostra.

#### 4.4.3. Cinzas

Cinza é o produto que se obtém após o aquecimento de uma amostra à temperatura de até 600°C para combustão total da matéria orgânica, transformada em CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, entre outros (LIMA; GOES, 2010).

Os cadinhos com as amostras foram colocados no forno mufla microprocessado - Q318M QUIMIS<sup>®</sup> por 5 horas a uma temperatura de 550°C (Fig. 9), esfriados em dessecador por 60 min e pesados até alcançar peso constante.



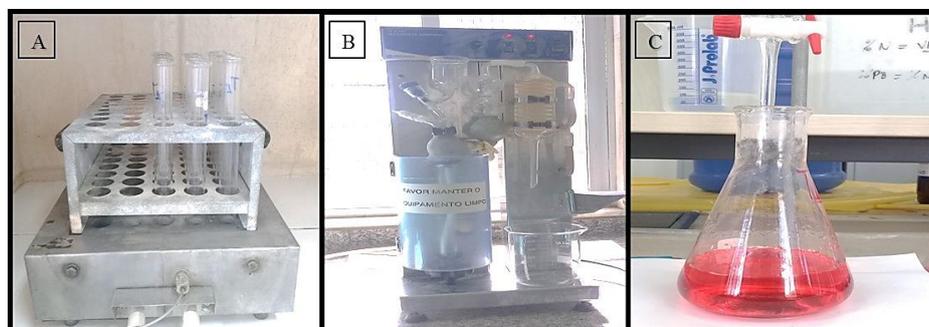
**Figura 10:** Forno Mufla Microprocessado - Q318M QUIMIS<sup>®</sup> com as amostras

Fonte: Autor.

#### 4.4.4. Proteínas Total

Foram pesadas em balança analítica SHIMADZU- AUY220 amostras de 0,2g liofilizadas e peneiradas. O teor de proteína foi calculado pelo método Kjeldahl (1883), sendo a matéria nitrogenada total das amostras baseada na transformação do nitrogênio em sulfato de amônio através da digestão com ácido sulfúrico e liberação da amônia por destilação e fixação em solução ácida seguida de titulação, sendo utilizado o sistema destilador de Nitrogênio/Proteína TECNAL<sup>®</sup> Te-0363 (Fig. 10).

O valor da titulação foi utilizado para determinação do nitrogênio e o resultado multiplicado por um fator de conversão (0,050) para obtenção da quantidade de proteína.

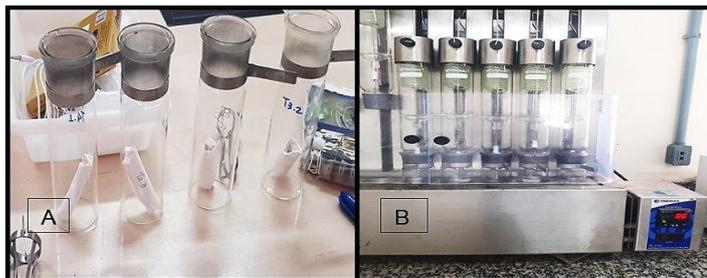


**Figura 11:** Sistema destilador de Nitrogênio/Proteína TECNAL<sup>®</sup> Te-0363. A: Digestão; B: Destilação; C: Titulação.

**Fonte:** Autor.

#### 4.4.5. Lipídeos total

O teor lipídico das amostras foi determinado através da extração com éter de petróleo quente, sendo as amostras de 0,2 g liofilizadas, peneiradas e colocadas em saquinhos de papel e esse material introduzido em copos previamente secos e pesados e, posteriormente, dispostos no sistema TECNAL<sup>®</sup> TE-044-8/50 para determinação de gordura (Fig. 11). O processo de liberação extrativa ocorreu em três etapas: penetração do solvente no tecido; formação de uma micela intracelular e difusão do extrato na micela externa.



**Figura 12:** A: Copos contendo as amostras; B: Sistema TECNAL® TE-044-8/50 para determinação de gordura.

**Fonte:** Autor.

O teor lipídico foi obtido em porcentagem partir da diferença entre o peso do copo com a amostra após passar pelo extrator e o copo vazio, dividido pelo peso da amostra.

#### 4.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados foram tabulados e analisados através de estatística de variância (ANOVA) e teste de Tukey ao nível de 5% de significância com o programa R, para verificação da composição nutricional das dietas para peixe ornamental.

## 5. RESULTADO E DISCUSSÃO

### 5.1. CULTIVO DE SPIRULINA

O cultivo da *Spirulina* (*Arthrospira sp.*) apresentou boa adaptação ao meio sintético modificado utilizado para aumento da cultura em galões de 20 litros no sistema outdoor (estufa agrícola) em 30 dias de cultivo, com aeração constante (auxílio de uma pedra porosa) e temperatura variando de 25 a 30°C (temperatura ambiente do local que foi realizado o experimento). O cultivo apresentou uma coloração azul esverdeada satisfatória (cor específica da espécie utilizada).

### 5.2. PRODUÇÃO DA PASTA DE SPIRULINA SEM ADITIVOS

O concentrado de Spirulina foi obtido após 1 hora e 15 min na desnatadeira, apresentando uma textura consistente (pastosa) (Fig. 12).



**Figura 13:** Pasta armazenada nos copos plásticos (50ml) após concentração.

**Fonte:** Autor.

A concentração da *Spirulina* com desnatadeira foi eficiente considerando o tempo de coleta da biomassa e ausência de aditivos, em relação a outros métodos. Na floculação são utilizados diversos agentes floculantes que podem alterar o produto final restringindo a aplicação da biomassa para fins nutricionais mais nobres (LOURENÇO et al., 2006; SOUSA; KWON et al., 2014; SCHERER et al., 2016). Na sedimentação ocorre fraca decantação (ARAUJO et al., 2018) e a filtração pode não ser viável para células com pequenas dimensões (Rocha, 2010). Em relação a centrifugação, um dos métodos mais utilizados, a estrutura celular pode ser danificada ao serem expostas a elevadas forças gravitacionais e possuir um custo energético alto, o que encarece o produto final (SOUSA, 2014). Já, em métodos alternativos, como separação por cones de Imhoff (CANTÚ, 2016) e auto-floculação os processos são lentos e não aplicáveis para muitas espécies de microalgas e cianobactérias (SCHENK et al., 2008; UDUMAN et al., 2010; MILLEDGE; HEAVEN, 2012).

### 5.3. LIOFILIZAÇÃO DA PASTA DE SPIRULINA

A pasta de *Spirulina* liofilizada foi transformada em pó (Figura 13) em virtude da consistência favorável para maceração além de permitir ao produto final um tempo maior de prateleira, facilitar o transporte, entre outros. Terroni et al. (2013) também usaram o mesmo processo, dispensando o uso de agentes conservadores e outros aditivos para um produto 100% natural, coincidindo com o encontrado no presente estudo, o que favorece a utilização da *Spirulina* em pó como suplemento em rações.

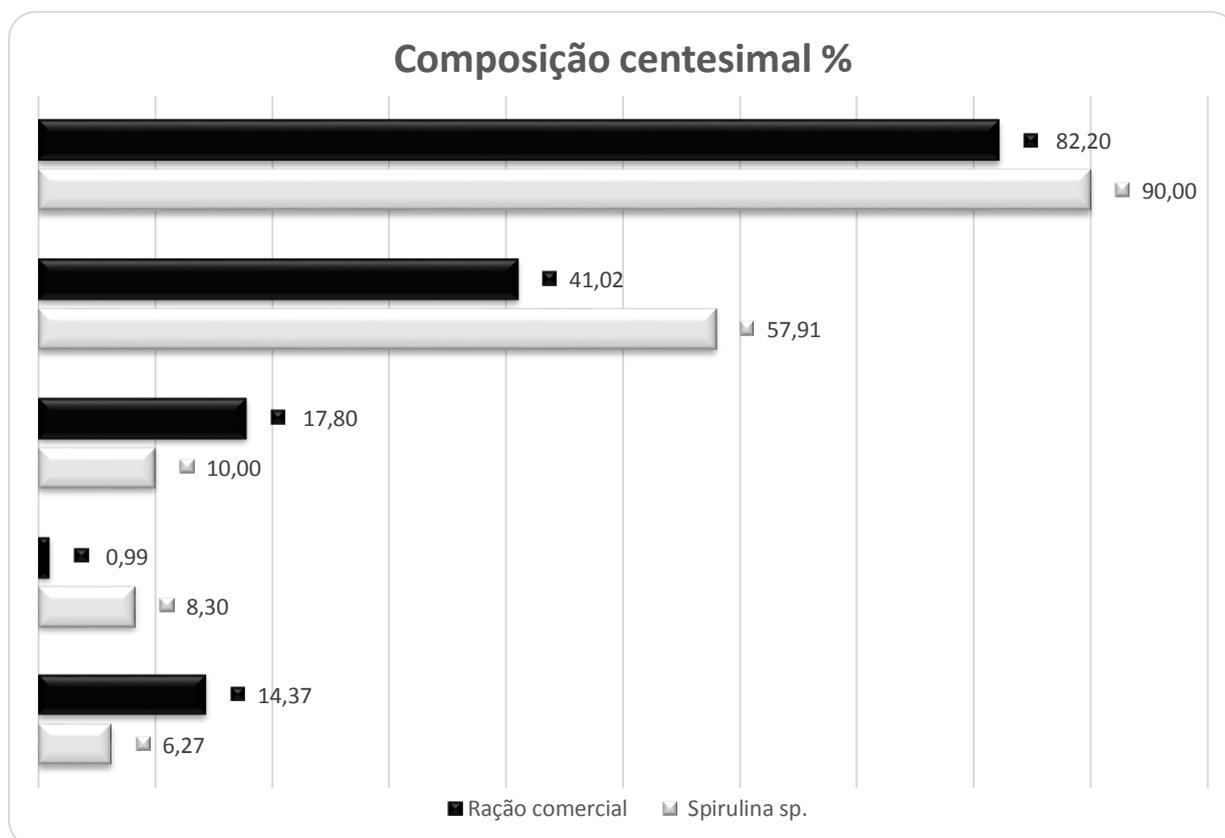


**Figura 14:** A: Pasta após o processo de liofilização; B: Pasta liofilizada sendo peneirada; C: Pasta em pó.  
Fonte: Autor.

## 5.4. ANÁLISE CENTESIMAL

### 5.4.1. Composição centesimal da ração comercial e *Spirulina* (*Arthrospira* sp.)

Na composição centesimal a *Spirulina* pura apresentou maior concentração de proteínas, lipídeos e matéria seca, sendo 57,91%, 8,30% e 90% respectivamente (Figura 14). Já, na ração comercial foram encontrados valores maiores para matéria mineral ou cinzas (14,37%) e umidade (17,80%).



**Figura 15:** Composição centesimal da *Spirulina* e ração

No presente estudo foram encontrados valores elevados de proteína e lipídeo na *Spirulina (Arthrospira sp.)* similar ao reportado por Becker (2007), que encontrou valores que variaram de 46 a 63% para o teor de proteína e o lipídeo de 4,0 a 9,0%. Já, Simão (2017) encontrou para a mesma cianobactéria uma quantidade superior de proteínas (66,74%), porém inferior para lipídeo (2,96%), em meio de cultivo não informado. Segundo Gadelha (2013) um teor mínimo de 8% de lipídeo adicionado na ração proporciona uma melhor palatabilidade, além de proteger a proteína e exercer função importante na produção de energia.

Para *Spirulina platensis*, considerada uma das espécies de cianobactérias mais nutritivas para alimentação (animal e humana), alguns autores relataram resultados superiores em sua composição em relação aos do presente trabalho. Alvarenga et al. (2011) encontraram um teor de proteína de 60,5%, enquanto Huang (2006) obteve 62,43% para proteína e 17,3% para lipídeos, utilizando meio de cultivo Zarrouk. Anand et al. (2016) reportaram uma variação nos teores de proteína entre 43-63% e de lipídeo 4 - 9% com meio de cultivo não informado.

Para a *Chlorella sp.*, uma microalga muito utilizada mundialmente, Matos (2015) obteve concentrações menores na composição centesimal, com 48,8% de proteínas e 3,70% de lipídeos, cultivada em meio concentrado de dessalinização residual, enquanto Machado et al. (2017) encontraram 40,17% de proteína e 5,88% de lipídeos para a *Chlorella pyrenoidosa*. Para *Chlorella vulgaris* em meio Bold, Feller (2017) obteve 41,4% de proteína e 12,8% de lipídeo. Esses achados demonstram que a *Spirulina (Arthrospira sp.)* possui valores mais favoráveis para utilização como suplemento em ração do que a *Chlorella*.

No presente estudo foi obtido 6,26% de cinzas, próximo ao encontrado na literatura. Anand et al. (2016) encontraram 4,97% e Simão (2017) 7,89 também para a mesma cianobactéria. Já, Feller (2017) encontrou 7,3% na *Chlorella vulgaris* em meio Bold. De acordo com Heiden et al. (2014) o teor pode variar de 0,1 até 15%, sendo que teores elevados de minerais podem retardar o crescimento microbiano.

Para a *Spirulina (Arthrospira sp.)*, foram obtidos 10% de umidade no presente estudo. Simão (2017) encontrou 6,59% para a mesma cianobactéria. Anand et al. (2016) obtiveram 7,6% de umidade para a *Spirulina platensis* e Feller (2017) 6,2% para *Chlorella vulgaris* em meio Bold.

As diferenças de valores da composição centesimal inter e intra espécies, ocorrem em virtude das condições de cultivo (meios e sistemas de cultivos), variação

da temperatura, pH e tipo de aeração, refletindo nas diferentes respostas metabólicas (ALVARENGA et al., 2011; CANTÚ, 2016). Segundo Borba e Ferreira Camargo (2018) as modificações realizadas no meio e deficiência de um determinado nutriente fornecido no cultivo que seja essencial, acomete na adaptação da cianobactéria a essa nova condição, modificando a composição química, alterando principalmente, proteínas, lipídeos e pigmentos, o que pode ter influenciado diretamente nos valores obtidos no presente trabalho e nos demais apresentados acima. De acordo com os mesmos autores dentre os importantes parâmetros e condições de cultivo aplicáveis a referida cianobactéria destacam-se: fonte de carbono, fonte de nitrogênio, fonte luminosa, agitação para circulação de células, configuração do fotobiorreator, temperatura ideal entre 30-35°C e pH básico.

Para Barros (2010) é importante observar também a fase do cultivo para concentração da biomassa, pois a composição nutricional na fase exponencial pode ser diferente da fase estacionária. Desta maneira, as variações nutricionais podem influenciar na padronização para utilização na nutrição animal (BERRONE, 2017).

#### 5.4.2. Análise da composição centesimal das dietas

No presente estudo houve diferença significativa na composição centesimal das dietas a partir do incremento de 25% de *Spirulina* (*Arthrospira* sp.) na ração (Tabela 3).

**Tabela 4.** Valores médios das análises centesimais realizadas em diferentes porcentagens do incremento da *Spirulina* em ração comercial.

Variáveis (%)	Dietas				
	D1	D2	D3	D4	D5
<b>Cinzas</b>	14.37 ± 0.15 <sup>a</sup>	12.90 ± 0.10 <sup>b</sup>	10.97 ± 0.11 <sup>c</sup>	7.83 ± 0.05 <sup>d</sup>	6.27 ± 0.20 <sup>e</sup>
<b>Lipídeo</b>	0.99 ± 0.60 <sup>e</sup>	2.54 ± 0.24 <sup>d</sup>	4.18 ± 0.75 <sup>c</sup>	5.9 ± 0.44 <sup>b</sup>	8.30 ± 0.26 <sup>a</sup>
<b>Umidade</b>	17.80 ± 0.28 <sup>a</sup>	16.30 ± 0.99 <sup>a</sup>	15.85 ± 0.35 <sup>a</sup>	13.45 ± 0.21 <sup>b</sup>	10.0 ± 0.28 <sup>c</sup>
<b>Proteína Bruta</b>	41.02 ± 0.49 <sup>d</sup>	43.30 ± 0.43 <sup>c</sup>	44.45 ± 0.51 <sup>c</sup>	47.76 ± 0.35 <sup>b</sup>	57.91 ± 0.66 <sup>a</sup>
<b>Matéria Seca</b>	82.20 ± 0.28 <sup>c</sup>	83.70 ± 0.99 <sup>c</sup>	84.15 ± 0.35 <sup>c</sup>	86.55 ± 0.21 <sup>b</sup>	90.00 ± 0.28 <sup>a</sup>

\*Médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). D1 (100% de ração comercial); D2 (75% de ração + 25% de *Spirulina*); D3 (50% de ração + 50 % de *Spirulina*); D4 (25% de ração + 75 % de *Spirulina*) e D5 (100 % de *Spirulina* (*Arthrospira* sp.)).

Foi observado que a adição da *Spirulina* na ração favoreceu no aumento dos componentes nutricionais da dieta, sendo o teor proteico maior na D4 (47,76%), seguida pelos teores de lipídeos e matéria seca (5,9% e 86,55, respectivamente). No

entanto, ocorreu um decréscimo nos teores de cinza e umidade com a incorporação da cianobactéria, sendo maiores na D2, com 12,9% e 16,30%, respectivamente. Isso demonstra que a ração contendo menor quantidade de cinza pode ser melhor metabolizada, além de que, quanto maior a quantidade de umidade, mais fácil a ração pode ser acometida por agentes externos desinteressantes, como fungos, bactérias, dentre outro.

James et al. (2006) encontraram um aumento significativo no teor de proteína (de 44,83 para 52,93%), lipídeo (de 8,08 para 10,13%) e cinzas (de 16 para 19,6%) com o incremento de 8% de spirulina na ração para *Xiphophorus helleri*. Kohal et al. (2018) observaram um aumento no teor proteico e lipídico com o incremento a partir 3% de spirulina na ração para o camarão ornamental (*Neocardina davidi*). Já Saratchchandra et al. (2018) reportaram um aumento de 42 para 46,5% no teor proteico e uma baixa de 10 para 8,75% no teor lipídico com a suplementação alimentar de 25% de *spirulina sp.* na ração para o guppy (*Poecilia reticulata*). Desta maneira, observa-se que um mínimo de 3% de *Spirulina* incorporado na ração já se obtém um aumento no teor proteico, reforçando a diferença significativa encontrada no presente estudo ao qual o mínimo utilizado foi de 25% de incorporação da referida cianobactéria na ração comercial.

Em relação a outras espécies de microalgas, Cantú (2016) verificou um aumento nos teores proteico e lipídico de 0,83% e 239,47% (respectivamente) e um decréscimo nos teores de cinza e umidade de 34,65% e 24,26% (respectivamente) ao suplementar 50% da microalga *Chlorella vulgaris* na composição da ração *Bottom Fish*. Ao incrementar *Ankistrodesmus gracilis* como ingrediente em dieta alimentar para juvenis de platy (*Xiphophorus maculatus*), Santos (2018) observou um aumento no teor proteico e lipídico na dieta fornecida.

Barone (2017) encontrou uma diminuição no teor de proteína de 36,32 para 35,96%, porém um aumento significativo no teor lipídico com a inclusão de 10% da farinha da microalga *Schizochytrium sp.* na dieta fornecida para a tilápia do Nilo, de 10,47 para 13,05%. Já Santos (2015) e Prates (2016), observaram aumento no teor protéico ao adicionar 10% da mesma microalga (*Schizochytrium sp.*) na composição nutricional em dietas formuladas para tilápia do Nilo, tambacu e piau.

Gadelha (2013) observou um aumento nos teores de proteína e umidade quando incorporado 75% e 10% da microalga *Chlorella vulgaris* na composição das dietas em

substituição a farinha de peixe para as fases juvenil e pós larvas, respectivamente, do camarão *Litopenaeus vannamei*.

Espera-se que microalgas e cianobactérias sejam cada vez mais utilizadas na suplementação ou substituição de ingredientes na dieta alimentar, devido ao alto teor proteico e demais compostos utilizados para melhorar a produção na aquicultura (ROSAS et al., 2018), como por exemplo para peixes ornamentais (OLVERA-NOVOA et al., 1998; BAI et al., 2001; KIM ET al., 2002; PALMEGIANO et al., 2005; ATALAH et al., 2007; ABDEL-TAWWAB et al.; DERNEKBASI et al., 2010; ZATKOVA et al., 2011; HAJIAHMADIAN et al.; HUSSEIN ET al., 2012; MONTAJAMI, 2013; XU et al.; VIZCAINO et al.; ZAHRAN, et al., 2014; COSTA; FALCÃO, 2018).

Deve ser viabilizado o aprimoramento de técnicas que otimizem o processo produtivo de microalgas e cianobactérias como fonte proteica vegetal, de pigmentos naturais com ampla aplicação como corantes naturais e antioxidantes e atuando no sistema imunológico e visando aumentar rendimento econômico, reduzir a mortalidade, melhorar a conversão alimentar e aumentar o desempenho no cultivo intensivo de peixes ornamentais (ZUANON et al., 2011; SHIELDS & LUPATSCH, 2012; PANIGRAHI et al., 2014; SANTOS, 2018).

## **6. CONCLUSÃO**

Pode-se concluir que a suplementação da ração comercial com Spirulina é favorável por aumentar a qualidade nutricional da ração, sendo a melhor inclusão de 75%.

Recomenda-se realização de testes alimentares com as dietas elaboradas para peixes ornamentais, especialmente larvas, visando na resistência ao estresse ambientais, fortalecendo o sistema imunológico e realce da coloração dos peixes ornamentais.

## REFERÊNCIAS

- ABDEL-TAWWAB, M. *et al.*, Effect of dietary protein level, initial body weight, and their interaction on the growth, feed utilization, and physiological alterations of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture** 298 (2010) 267–274.
- ABINPET. Mercado Pet Brasil 2019. Instituto Pet Brasil. **Revista da Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação**, [s. l.], 2019.
- ALVARENGA R. R.; Rodrigues, P. B.; Cantarelli, V. S.; Zangeronimo, M. C. Silva Júnior, J. W.; Silva, L. R.; SANTOS, L.M.; PEREIRA, L. J. Energy values and chemical composition of spirulina (*Spirulina platensis*) evaluated with broilers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.992-996, 2011.
- ANNUNCIACÃO, W. F. **Influência de fatores abióticos na produção do copépode Bestiolina similis e do protozoário ciliado Euplotes sp.** Tese (doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis- SC. p. 166. 2016.
- ANAND, V., SUNJEEV, V., & VINU, R. Catalytic fast pyrolysis of *Arthrospira platensis* (*spirulina*) algae using zeolites. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, 118, 298–307. 2016.
- ANDRADE, D. S.; COZZOLI FILHO, AMALDO. Microalgas de águas continentais. -Londrina: **IAPAR**, 2014, 3v: II.
- ARAGÃO, N. K. C. V. **Taxonomia, distribuição e quantificação de populações de cianobactérias em reservatórios do estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil)**. Tese (mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife- PE, p. 157, 2011.
- ARDEL, V. F.; SANTOS, S. A. D. **A aquaríofilia como ferramenta de educação ambiental para preservação da biodiversidade**. Monografias ambientais. Mato Grosso do Sul, v. 6, n. 6, p. 1238-1243, mar. 2012.
- ARAUJO, F., SANTOS, H. R.; BECKER, V.; ATTAYDE, J. L. The use of polyaluminium chloride as a restoration measure to improve water quality in tropical shallow lakes. **Acta Limnologica Brasiliensia**. v. 30. Rio Claro. 2018.
- ARAÚJO, K. G.L.; FACCHINETTI, A. D.; SANTOS, C. P. Influência da ingestão de biomassas de Spirulina (*Arthrospira* sp.) Sobre o peso corporal e consumo de ração em ratos. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 23(1): 6-9, jan.-abr. 2003.
- ATALAH, E., CRUZ, C. M. H., IZQUIERDO, M. S., ROSENLUND, G., CABALLERO, M. J., VALENCIA, A., & ROBAINA, L. Two microalgae *Cryptothecodinium cohnii* and *Phaeodactylum tricorutum* as alternative source of essential fatty acids in starter feeds for seabream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, 270(1-4), 178–185. 2007.
- AZIMIRAD, M.; MESHKINI, S.; AHMADIFARD, N.; HOSEINIFAR, S. H. The effects of feeding with synbiotic (*Pediococcus acidilactici* and fructooligosaccharide) enriched adult *Artemia* on skin mucus immune responses, stress resistance, intestinal microbiota and performance of angelfish (*Pterophyllum scalare*). **Fish & Shellfish Immunology**. v. 54, p. 516- 522, 2016.
- BAI, S. C. et al. Effects of *Chlorella* powder as a feed additive on growth performance in juvenile Korean rockfish, *Sebastes schlegelii* (Hilgendorf). **Aquaculture Research**, v. 32, p. 92-98, 2001.

BARONE, R. S. C. **Microalgas como ingrediente e suplemento dietético para tilápia *Oreochromis niloticus*: valor biológico, desempenho e composição da carcaça.** Dissertação (Doutor em Ciências). Universidade de São Paulo. Escola. Esalq. SP. p.88. 2017.

BARRETO, L. M. Aquicultura ornamental de água doce- Parte I. **Aquaculture Brasil**. 08<sup>a</sup> ed., p. 14-18. 2017.

BARRETO, L. M.; RAMOS, F. M. Aquicultura Ornamental de água doce – parte III. **Aquaculture Brasil**. 10<sup>a</sup> ed., p.15-17. 2017.

BARROS, K. K. S. **Produção de biomassa de *Arthrospira plantensis* (*Spirulina plantensis*) para alimentação humana.** Tese (mestrado). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa- PB, 2010.

BECKER, E. W. Micro-algae as a source of protein. **Biotechnology Advances**. v. 25, p. 207- 210, 2007.

BELETTINI, F.; DERNER, R. B.; ARANA, L. V. Utilização das microalgas *Thalassiosira weissflogii* e *Nannochloropsis oculata* no cultivo de *Litopenaeus vannamei* em sistemas de berçários, sem renovação de água. **Atlântica**, v.33, n. 2. 2011.

BERTOLDI, F. C.; SANT'ANNA, E OLIVEIRA, J. L. B. Revisão: biotecnologia de microalgas. Curitiba v. 26, n. 1, p. 9-20 jan./jun. 2008.

BONOMETTI, P. Spirulina fortalece o sistema imunológico e contribui para prevenir e minimizar os efeitos de doenças Virais. **Spigreen**. Disponível em: <https://spigreen.com.br/coronavirus-covid-19-uso-da-spirulina-fortalece-o-sistema-imunologico-e-contribui-para-prevenir-e-minimizar-os-efeitos-da-doenca/>. Acessado em: 05 de nov. de 2020.

BAKSI, S.; SAHA, S.; BEHERA, S.; MANDAL, A. Influence of spirulina powder at carotenoids concentration in fin of an ornamental fish *Trichogaster lalius*. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, p. 870-873. 2018.

CAMPO, V. B.; BARBARINO, E.; LOURENÇO, S. O. Growth and chemical composition of ten species of marine microalgae in batch cultures. **Ciência Rural**, Santa Maria, v 40, n .2, p. 339-347, fev. 2010.

CANTÚ, L.C. **Desenvolvimento de um complemento para ração animal a partir da biomassa da microalga *Chlorella*.** Dissertação (Bacharelado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

CARDOSO, R. S.; LANA, A. M. Q.; TEIXEIRA, E. A.; LUZ, R. K.; FARIA, P. M. C. Caracterização socioeconômica da aquicultura ornamental na Região da zona da mata mineira. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, 38(1): 89 – 96, 2012.

CARVALHO, A. A.B. **Recuperação e Purificação de biomassa das microalgas de *Chlorella sp.* e *Dunaliella tertiolecta* utilizando microfiltração tangencial.** Tese (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre- RS. P.119. 2014.

CONVERTI, A. E. A. Effect of temperature and nitrogen concentration on the growth and lipid content of *Nannochloropsis oculata* and *Chlorella vulgaris* for biodiesel production. **Chemical Engineering and Processing: Process Intensification** v. 48, n. 6: 1146 -1151, 2009.

COSTA, F. S. **Efeito Da Suplementação Das Microalgas Marinhas Conticribra Weissflogii E Nannochloropsis Oceanica No Teor De Lipídeos E Ácidos Graxos E No Crescimento Do Camarão Branco Litopenaeus Vannamei Em Sistemas De Bioflocos (Bft)**. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Universidade Federal Do Rio Grande. RIO GRANDE, RS. P.86. 2017.

COSTA, M. O. **EFEITO DA *Spirulina platensis* NA DIETA DE LARVAS DE ZEBRAFISH (*Danio rerio*)**. Dissertação (Bacharelado). Universidade Federal Do Recôncavo Da Bahia. Cruz das Almas- Ba. p.41. 2018.

COSTA, S.S.; MIRANDA, A.L.; ANDRADE, B.B.; ASSIS, D. DE. J.; SOUZA, C.O.; DE MORAIS, M.G.; DRUZIAN, J.I. Influência do nitrogênio no crescimento, composição da biomassa, produção e propriedades de *polihidroxialcanoatos (PHAs)* por microalgas. **International Journal of Biological Macromolecules**, 116, 552–562. 2018.

CORREDOR, V. M. R.; GIRALDO, G. A. M. Parâmetros zootécnicos de juveniles de escalar (*Pterophyllum scalare*) suplementados con diferentes niveles de *Chlorella pyrenoidosa*. Pereira. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias de la Salud- Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2017.

CRISTI, Y. Biodiesel from microalgae. **Biotechnology Advances** 25 294–306. 2007.

DERNEKBASI, S; UNA, H.; KARAYUCEL, I; ARAL, O. Effect of Dietary supplementation of Different rates of Spirulina (*Spirulina platensis*) on Growth and feed conversion in Guppy. **Journal of Animal and Veterinary**, v.9, n.9, p. 1395-1399, 2010.

DANTAS, D. M. M. **Atividades biológicas das preparações obtidas das Clorofíceas *Chlorella vulgaris* e *Scenedesmus subspicatus* Chodat e suas potenciais aplicações biotecnológicas**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pernambuco. Recife-PE. p. 127. 2013.

DERNER, R. B.; OHSE, S.; VILLELA, M.; CARVALHO, S. M.; FETT, R. Microalgas, produtos e aplicações. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.6, p.1959-1967. 2006.

DHARGALKAR, V.K.; VERLECAR, X.C. Southern Ocean seaweeds: a resource for exploration in food and drugs. **Aquaculture**, v. 287, n.1, p. 229 - 242, 2009.

EMBRAPA -**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária** -Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. <https://embrapa.br/suinos-e-aves>, 2015.

ESTADÃO. Peixes ornamentais, mercado no Brasil e no mundo. 2019. Disponível: <https://marsemfim.com.br/peixes-ornamentais-mercado-no-brasil-e-no-mundo/#:~:text=%E2%80%9CO%20mercado%20global%20de%20peixes,6%2C%20bilh%C3%B5es%20at%C3%A9%202024>. Acessado em: 10 de dez. de 2020.

EVERS, H.-G., PINNEGAR, JK, & TAYLOR, MI. De onde são todos eles? - fontes e sustentabilidade no comércio de peixes ornamentais de água doce. **Journal of Fish Biology**. 94, p. 909 - 916. 2019.

FARIAS, C. F. A.; RIBEIRO, K.; FARIA, P. M. C.; PONTES, C. S. Caracterização do mercado de aquicultura ornamental e aquariofilia no Rio Grande do Norte. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**. v. 8, n.1. 2019.

FALCÃO, L. T. G. N. **Efeito da *Chlorella sp.* na dieta de larvas de paulistinha (*Danio rerio*)** Dissertação (Bacharelado). Universidade Federal Do Recôncavo Da Bahia. Cruz das Almas- Ba. p.41. 2018.

FELLER, R. **Microalgae biomass as a source of natural compounds: Chemical characterization and new approaches for lipid extraction and culture harvesting**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis- SC. p.146. 2017.

FERREIRA, M.M. **Spirulina: Uma Revisão**. Dissertação (Bacharelado). Universidade Federal de Uberlândia. Patos De Minas – MG. p. 62. 2020.

FERREIRA, V. A. M.; RODRIGUES, T. T. E.; SILVA, P. G.; FREITAS, C. E. C.; YAMAMOTO, K. C. Avaliação do comércio de peixes ornamentais no Estado do Amazonas – Brasil. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, (2020). Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Priscilla\\_Da\\_Silva2/publication/340100602\\_Avaliacao\\_do\\_Comercio\\_de\\_Peixes\\_Ornamentais\\_no\\_Estado\\_do\\_Amazonas\\_-\\_Brasil/links/5e78aaca6fdcccd62192ae0/Avaliacao-do-Comercio-de-Peixes-Ornamentais-no-Estado-do-Amazonas-Brasil.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Priscilla_Da_Silva2/publication/340100602_Avaliacao_do_Comercio_de_Peixes_Ornamentais_no_Estado_do_Amazonas_-_Brasil/links/5e78aaca6fdcccd62192ae0/Avaliacao-do-Comercio-de-Peixes-Ornamentais-no-Estado-do-Amazonas-Brasil.pdf). Acessado em: 08 de dez. de 2020.

FUJIMOTO, R. Y.; SANTOS, R. F. B.; FIGUEIREDO JUNIOR, A. M. Uso de Material Alternativo para Construção de Aquários e Filtros para Criação de Peixes. Comunicado Técnico143. **Embrapa**. Aracaju – SE. 2014.

GADELHA, R. G. F. **Eficiência da microalga *Spirulina platensis* na alimentação do camarão**. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa- PB. Tese (doutor) p.108. 2013.

GOUVEIA, L., CHOUBERT, G., GOMES, E., REMA, P., EMPIS, J., 1998. Use of *Chlorella vulgaris* as a carotenoid source of salmonids: Effect of dietary lipid content on colouring, digestibility and muscular retention. **Aquacult. Int.**, 6: 269 – 279.

GUEVARA, MIGUEL *et al.* **Rhodomonas salina (Cryptophyta) como alimento para Brachionus plicatilis (Rotifera)**. **Revista Biologia Tropical**. Vol. 59 (4): 1503-1515, December 2011.

GUGLIELMI, G.; RIPPKA, R.; TANDEAU de MARSAC, N. Main properties that justify different taxonomic positions of *Spirulina* spp. and *Arthrospira* spp. among cyanobacteria. **Bulletin de l'Institute Océanographique**, Monaco, n° spécial 12: 13-23, 1993.

HAJIAHMADIAN, S.; VAJARGAH, M. F.; FARSANI, H. G.; CHOREHI, M. M. Effect of Spirulina platensis Meal as Feed Additive on Growth Performance and Survival Rate in Golden Barb fish, *Puntius gelius* (Hamilton, 1822). **Journal of Fisheries International** 7 (3-6): 61-64, 2012.

HUANG, Z.; ZHENG, W.J.; YANG, F.; GUO, B. J. Composição química e distribuição de selênio na biomassa de *Spirulina platensis* enriquecida com selênio. **Chemistry of Natural Compounds**, 42 (6), 636-640. 2006.

HUSSEIN, E. E.-S., DABROWSKI, K., EL-SAYDY, D. M. S. D., & LEE, B.-J. Enhancing the growth of Nile tilapia larvae/juveniles by replacing plant (gluten) protein with algae protein. **Aquaculture Research**, 44(6), 937–949. (2012).

JAMES, R.; SAMPATH, K.; THANGARATHINAM, R.; VASUDEVAN, I. Effect of dietary *Spirulina* level on growth, fertility, coloration and leucocyte count in red swordtail, *Xiphophorus helleri*. **The Israeli Journal of Aquaculture** – Bamidgheh 58(2), 2006, 97-104.

KIM, Kang-Woong et al. Effects of dietary *Chlorella ellipsoidea* supplementation on growth, blood characteristics, and whole-body composition in juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 33, n. 4, p. 425-431, 2002.

KOHAL, M. N.; FERREIDOUNI, A. E.; FIROUZBAKHS, F.; HAYATI, I. Effects of dietary incorporation of *Arthrospira (Spirulina) platensis* meal on growth, survival, body composition, and reproductive performance of red cherry shrimp *Neocaridina davidi* (Crustacea, Atyidae) over successive spawnings. **J Appl Phycol.** 30:431–443. 2018.

KWON, H.; LU, M.; LEE, E. Y.; LEE, J. Harvesting of Microalgae Using Flocculation Combined with Dissolved Air Flotation. **Biotechnology and Bioprocess Engineering** 19: 143-149. 2014.

LACERDA, L.M. C. F. “**Optimization of microalgae systems for co2 mitigation and biodiesel production**”. 2013. 260p. Tese (Doutorado) Universidade Estadual de Campinas, Faculdade De Engenharia Química, Campinas, SP.

LEE, R. E. Phycology. 4ª ed. **Cambridge**, 547 p. 2008.

LEMES, A. C.; TAKEUCHI, K. P.; CARVALHO, J. C. M.; DANESI, E. D. G. Fresh pasta production enriched with *Spirulina plantensis* biomass. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 55, n. 5, p. 741-750. 2012.

LOURENÇO, S. O. **Cultivo de microalgas marinhas**. São Carlos: RiMa. 2006.

LU, J.; TAKEUCHI, T.; SOTOH, H. Ingestion and assimilation of three species of freshwater algae by larval tilapia *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v.238, n. 1-4, p. 437-449, 2004.

MACHADO, A. R.; GRAÇA, C.S.; ASSIS, L. M.; SOUZA-SOARES, L.A. An approach on characteristics and potential assessment of antioxidant extracts from phenolic microalgae *Spirulina sp.* LEB-18 and *Chlorella pyrenoidosa*. **Revista de Ciências Agrárias**. vol.40 no.1 Lisboa mar. 2017.

MARQUES, C. H. P. **Caracterização do aquarismo marinho no estado do Ceará**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza- CE. p. 83. 2020.

MATOS, A. P.; MORIOKA, L. R. I., SANT'ANNA, E. S.; FRANÇA, K. B. Protein and lipid contents from *Chlorella sp.* Cultivated in residual concentrated desalination. **Ciência Rural**. v.45 no.2 Santa Maria Feb. 2015.

MATOS, Â. P.; SANT'ANNA, E. S. **Composição química e índices nutricionais de seis espécies de microalgas com aplicação em alimentos funcionais, suplementos e nutracêuticos**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/309615626>. Acessado em: 17/08/20.

MARINO, V. F. **Análises dos parâmetros de cultivo da microalga *Chlorella vulgaris***. Tese (Mestrado). Universidade de São Paulo. Lorena- SP. P. 67. 2018.

MARTÍNEZ, L. C. C. **Cultivo descontínuo alimentado de *Arthrospira (Spirulina) platensis* em fotobiorreator tubular utilizando nitrato de amônio como fonte de nitrogênio**. Tese (mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo – SP. p. 119. 2010

MILIONE, N., ZENG, C. The effects of temperature and salinity on population growth and egg hatching success of the tropical calanoid copepod *Acartia sinjiensis*. **Aquaculture** 275, 116-123. 2008.

MILLEDGE, J. J.; HEAVEN, S. A review of the harvesting of micro-algae for biofuel production. **Rev Environ Sci Biotechnol** 12:165–178. 2013.

- MIRANDA, A. F. I. **Desenvolvimento de bolachas insentas de glúten com farinha de arroz e *Spirulina***. Tese (Mestrado). Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa. P. 6. 2017.
- MOLICA, R.; AZEVEDO, S. Ecofisiologia de cianobactérias produtoras de cianotoxinas. **Oecol. Bras.**, 13(2): 229-246, 2009.
- MONTAJAMI, S.; MOOSAVI, B. J. Assessment the effect of *Spirulina platensis* as supplemental feed on growth performance and survival rate in angel fish (*Pterophyllum scalare*). **Journal of Fisheries International** 8 (3-6): 74-77, 2013.
- MOREIR, R. L. *et al.*, **Use of *Spirulina platensis* as a food supplement for nile tilapia sexual reversion**. **Revista Caatinga**, Mossoro, v. 23, n. 2, p. 134-141, abr.-jun., 2010.
- MORREIRA, R. L.; COSTA, J.M.; QUEIROZ, R. V.; MOURA, P. S.; FARIAS.W. R. Utilização de *Spirulina platensis* Como suplemento alimentar durante a reversao sexual de tilapia do nilo. **Revista Caatinga**, Mossoro, v. 23, n. 2, p. 134-141, abr.-jun., 2010.
- NAVARRO, N.; SARASQUETE, C. Use of freeze-dried microalgae for rearing gilthead seabream, *Sparus aurata*, larvae I. Growth, histology and water quality. **Aquaculture** 167. p. 179-193. 1998.
- NERIS, A. R. **Desenvolvimento e caracterização de bolo de chocolate sem glúten enriquecido com *Spirulina platensis***. Tese (Bacharelado). Universidade Federal de Campinha Grande, Cuité- PB. p. 69. 2018.
- NUNES, M. **Avaliação da qualidade de pastas de microalgas produzidas em laboratório de larvicultura de moluscos no Sul do Brasil**. 26p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis- Sc. 2005.
- OLIVA-TELES A Nutrition and health of aquaculture fish. **Journal of Fish Diseases**, p.35: 83–108. 2012.
- OLIVEIRA, C. A.; CAMPOS, A. A. O.; RIBEIRO, S. M. R.; OLIVEIRA, W. C.; NASCIMENTO, A. G. Nutritional, functional and therapeutic potential of cyanobacterium spirulina. **RASBRAN - Revista da Associação Brasileira de Nutrição**. São Paulo, SP, Ano 5, n. 1, p. 52-59, Jan-Jun. 2013.
- OLVERA-NOVOA, MA, DOMINGUEZ-CEN, LJ, OLIVERA-CASTILLO, L., & MARTINEZ-PALACIOS, C. A. Effect of the use of the microalga *Spirulina maxima* as fish meal replacement in diets for tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Peters), fry. **Aquaculture Research**, 29(10), 709–715. 715.1998.
- PALMEGIANO, G. B.; AGRADI, E.; FORNERIS, G.; GAI, F.; GASCO, L.; RIGAMONTI, E.; SICURO, B.; ZOCCARATO, I. *Spirulina* as a nutrient source in diets for growing sturgeon (*Acipenser baeri*). **Aquaculture Research**, Malden, USA, v. 36, p. 188 – 195, 2005.).
- PANIGRAHI, S.; CHOUDHURY, D.; SAHOO, J. K.; DAS, S. S.; RATH, R. K. Effect of dietary supplementation of *Azolla* on growth and survivibility of *Labeo rohita* fingerlings. **The Asian Journal of Animal Science**. v. 9, n. 1, p. 33- 37, 2014.
- PAPANDROULAKIS, N.; DIVANACH, P.; ANASTASIADIS, P. The pseudo-green water technique for intensive rearing of sea bream (*Sparus aurata*) larvae. **Aquaculture International**, v. 9, p. 205–216, 2001.

PEREIRA, V. C.; BAZILIO, C. C. C.; HERCULES, M.; SANTOS, M. V. B. Panorama da comercialização de peixes ornamentais no município de Cáceres, Mato Grosso In: **Anais da Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão do IFMT - Campus Cáceres - JENPEX 2017**. 06 a 11 de nov. de 2017.

PINHO, M. A. **Meio de cultivo a base de concentrado de dessalinização obtido por osmose inversa para *Arthrospira (Spirulina) platensis***. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. p. 85. 2009.

PINTO, A. Perfil de ácido palmítico em *Spirulina platensis* crescido sob diferentes intensidades luminosas. **Atas 3.<sup>a</sup> Conferência Internacional A Produção do Conhecimento Científico em Timor-Leste**. p. 43- 51. 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Ceu\\_Baptista/publication/340493261\\_Atas\\_3\\_Conferencia\\_Internacional\\_A\\_producao\\_do\\_conhecimento\\_cientifico\\_em\\_Timor-Leste/links/5e8d0fcc4585150839c787df/Atas-3-Conferencia-Internacional-A-producao-do-conhecimento-cientifico-em-Timor-Leste.pdf#page=44](https://www.researchgate.net/profile/Ceu_Baptista/publication/340493261_Atas_3_Conferencia_Internacional_A_producao_do_conhecimento_cientifico_em_Timor-Leste/links/5e8d0fcc4585150839c787df/Atas-3-Conferencia-Internacional-A-producao-do-conhecimento-cientifico-em-Timor-Leste.pdf#page=44). Acessado em: 08 de dez. 2020.

PORTZ, L.; FRANÇA, W. G., Alimentação é determinante na cadeia da piscicultura ornamental. **Revista: Visão Agrícola** nº 11. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va11-nutricao04.pdf>, Acessado em: 20 de ago. 2019.

PRATES, A. D. S. **Microalga *Schizochytrium* sp. em dietas para juvenis de piau**. Tese (Mestre) Universidade Federal dos Vales do Jequitinha e Mucuri. Diamantina- MG. p.42. 2016.

PULZ, O.; GROSS, W. Valuable products from biotechnology of microalgae. *Applied Microbiology and Biotechnology*. V.65, n. 6, p. 635-348, 2004.

RAJASEKAR, P.; PALANISAMY, S.; ANJALI.; VINOSHA, M.; ELAKKIYA, M.; MARUDHUPANDI, T.; TABARSA, M.; YOU, S.; PRABHU, N. M. Isolation and structural characterization of sulfated polysaccharide from *Spirulina platensis* and its bioactive potential: *In vitro* antioxidant, antibacterial activity and Zebrafish growth and reproductive performance. **International Journal of Biological Macromolecules**. v. 141 p. 809-821. 2019.

RAJA, R. et al. Recent developments in therapeutic applications of Cyanobacteria. **Critical reviews in microbiology**, v. 42, n. 3, p. 394-405, 2016.

REZENDE, F. P. Intensificação da coloração em peixes ornamentais com uso de rações enriquecidas com pigmentos naturais. Tese (Doctor Scientiae). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa- MG, 2010.

ROSAS, V. T., POERSCH, L. H., ROMANO, L. A., & TESSER, M. B. Feasibility of the use of *Spirulina* in aquaculture diets. **Reviews in Aquaculture**. 2018.

ROCHA, L. N. Estudo da concentração de biomassa de microalgas por filtração e floculação. Tese (Mestrado) Universidade do Estado de Rio de Janeiro. Rio de Janeiro-RJ. 2010.

SAFIA, C.; ZEBIBA, B.; MERAHA, O.; PONTALIERA, P. Y.; VACA-GARCIAA, C. Morphology, composition, production, processing and applications of *Chlorella vulgaris*: a review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 35, p. 265-278, 2014.

SALES, R. O. J. **Cultivo de juvenis de cavalos-marinhos *Hippocampus reidi* usando uma pasta da microalga *Nannochloropsis oculata* produzida por floculação**. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco. Recife-PE. p. 43. 2015.

- SANTOS, S. K. A. **Microalga *Schizochytrium* sp. em dietas para tilápia do nilo e tambacu**. Tese (Magister Scientiae). Universidade Federal dos Vales do Jequitinha e Mucuri. Diamantina- MG. p.59. 2015.
- SANTOS, G. L M; SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; FERNANDES, J. BK.; TRUZZI, B. S. Microalgae *Ankistrodesmus gracilis* as feed ingredient for ornamental fish *Xiphophorus maculatus*. **Springer Berlin Heidelberg**. V. 11, 2 ed. p. 125-134. 2018.
- SASSANO, C. E. N.; GIOIELLI, L. A.; ALMEIDA, K. A.; SATO, S.; PEREGO, P.; CONVERTI, A.; CARVALHO, J. C. M. Cultivation of *Spirulina platensis* by continuous process using ammonium chloride as nitrogen source. **Biomass and Bioenergy**, v. 31, n.8, p. 593-598, 2007.
- SARATCHCHANDRA, I. P.; MAHALIYANA, S. A.; JAYAMANNE, S. C. Dietary Supplementation of Raw *Spirulina platensis* Increases the Growth Performance and Body Colouration in Guppy Fish (*Poecilia reticulata*). **International Journal of Agriculture, Forestry and Fisheries**. 6(3): 56-64. 2018. Disponível: <http://www.openscienceonline.com/journal/ijaff>. Acessado em: 20/08/2020.
- SCHENK P, THOMAS-HALL S, STEPHENS E, MARX U, MUSSGNUMG J, POSTEN C, KRUSE O, HANKAMER B. Second generation biofuels: high-efficiency microalgae for biodiesel production. **Bioenergy Res** 1(1):20–43. 2008.
- SCHERER, M. D.; PERREIRA, M. C.; MARIANO, A. B.; VARGAS, J. V. C. Avaliação da eficiência de floculação e ambiental da recuperação da biomassa de microalgas cultivadas em fotobiorreatores compactos industriais. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 5, n. 1, p. 92–118 , abr./set. 2016.
- SHIELDS, R. J.; LUPATSCH, I. Algae for aquaculture and animal feeds. **Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis**. v. 21, p. 23- 37, 2012.
- SHIMAMATSU, H. Mass production of *Spirulina*, an edible microalga. P.O. Ang, Jr. (ed.), Asian Pacific Phycology in the 21st Century: Prospects and Challenges. **Hydrobiologia** 512: 39–44, 2004.
- SICURO, B. Nutrition in ornamental aquaculture: the raise of anthropocentrism in aquaculture? **Reviews in Aquaculture**. v. 0, p. 1- 9, 2017.
- SILVA-NETO, J. F.; NUNES, A. J. P.; SABRY-NETO, H.; SÁ CARMO, M. V. Spirulina meal has acted as a Strong feeding attractant for *Litopenaeus vannamei* at a very low dietary inclusion level. **Aquaculture Research**, v. 43, n. 3, p. 430-437, 2012.
- SILVA, GILVAN *et al.* Processamento de leite [coordenadora institucional Argélia Maria Araújo Dias Silva]. – Recife: **EDUFRPE**, 167 p.: il. – (Curso técnico em alimentos) 978-85-7946-123-1. 2012.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada à aquicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. (Boletim Técnico, 1).
- SIMÃO, B. L. **Pirólise de *Spirulina maxima*: valores de energia de ativação e catálise *insitu* aumentando a seletividade para hidrocarbonetos aromáticos**. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia-MG. p. 111. 2017.
- SONI, R. A.; SUDHAKAR, K.; RANA, R.S. *Spirulina* – From growth to nutritional product: A review. **Trends in Food Science & Technology**. Vol. 69, Part A, p. 157-171. 2017.

- SOUSA, C. V. **Microalgas: do tratamento de Efluentes para Biorrefinaria**. Tese (Mestrado). Faculdade Nova de Lisboa. Monte da Caparica. P.101. 2014.
- TACON AG, METIAN M Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: trends and future prospects. **Aquaculture** 285: 146–158. 2008.
- TERRONI, H. C.; DE JESUS, J. M.; ARTUZO, L. T.; VENTURA, L. V.; SANTOS, R. F. Liofilização. **Unilago**. 2013.
- UDUMAN N, QI Y, DANQUAH MK, FORDE GM, HOADLEY A. Dewatering of microalgal cultures: a major bottleneck to algae-based fuels. **J Renew Sustain Energy** 2(1):012701–012715. 2010.
- VARANDAS, R. C. R. **Formulação de ração para juvenis de *Litopenaeus vannamei* a partir de espécies regionais de microalgas**. Tese (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa-PB. p. 75. 2016.
- VIDAL JR, M. V. Sistemas de produção de peixes ornamentais. **Cod. Téc. Vet. Zootec.**, n.51, p. 62-74, 2006.
- VIZCAÍNO, JA, DEUTSCH, EW, WANG, R., CSORDAS, A., REISINGER, F., RÍOS, D. HERMIAKOB, H. *ProteomeXchange* fornece envio e disseminação de dados proteômicos coordenados globalmente. **Nature Biotechnology**, 32 (3), 223-226. 2014.
- VIZCAÍNO, A.J.; LÓPEZ, G.; SÁEZ, M.I.; JIMÉNEZ, J.A.; BARROS, A.; HIDALGO, L.; CAMACHO- RODRÍGUEZ, J.; CERÓN- GARCÍA, M.C.; ALARCÓN, F.J. Efeitos da microalga *Scenedesmus almeriensis* como alternativa à farinha de peixe em dietas para douradas, *Sparus aurata*, juvenis. **Aquaculture**, 431, 34-43. 2014.
- XU, Wei *et al.* Effect of dietary chlorella on the growth performance and physiological parameters of gibel carp, *Carassius auratus* gibelio. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 14, n. 1, 2014.
- ZAHARAN, E., RISHA, E., ABDELHAMID, F., MAHGOUB, H. A., & IBRAHIM, T. Effects of dietary Astragalus polysaccharides (APS) on growth performance, immunological parameters, digestive enzymes, and intestinal morphology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Fish & Shellfish Immunology**, 38(1), 149–157. (2014).
- ZHANG, F., MAN, Y. B., MO, W. Y., & WONG, M. H. Application of Spirulina in aquaculture: a review on wastewater treatment and fish growth. **Reviews in Aquaculture**. p. 1-9. 2019.
- ZAŤKOVÁ, I. et al. Carotenoid-enriched microalgal biomass as feed supplement for freshwater ornamentals: albinic form of wels catfish (*Silurus glanis*). **Aquaculture nutrition**, v. 17, n. 3, p. 278-286, 2011.
- ZUANON, J. A. S.; HISANO, H.; FALCON, D. R.; SAMPAIO, F. G.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E. Digestibilidade de alimentos protéicos e energéticos para fêmeas de beta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 987-991, 2007.
- ZUANON, J.A.S.; SALARO, A.L.; FURUYA, W.M. Produção e nutrição de peixes ornamentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.40, p.165-174, 2011.