



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA
CURSO EM OCEANOGRAFIA

CLENILCE AZEVEDO ABREU

**PRODUÇÃO DE *Artemia franciscana* (Kellog, 1906) COM O USO DE DUAS
DIETAS: A MICROALGA *Chaetoceros muelleri* (Lemmermann, 1898)
E A MISTURA DE FARINHA DE ARROZ COM A LEVEDURA *Saccharomyces
cerevisiae*.**

São Luís, MA. / 2018

CLENILCE AZEVEDO ABREU

**PRODUÇÃO DE *Artemia franciscana* (Kellog, 1906) COM O USO DE DUAS
DIETAS: A MICROALGA *Chaetoceros muelleri* (Lemmermann, 1898)
E A MISTURA DE FARINHA DE ARROZ COM A LEVEDURA *Saccharomyces
cerevisiae*.**

Monografia apresentada ao Curso de Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. Walter Luís MuedasYauri.

São Luís, MA. / 2018.

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Abreu, Clenilce Azevedo.

Produção de *Artemia franciscana* Kellog, 1906 com o uso de duas dietas : a microalga *Chaetoceros muelleri* Lemmermann, 1898 e a mistura de farinha de arroz com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* / Clenilce Azevedo Abreu. - 2018.

43 f.

Orientador(a): Walter Luís Muedas Yauri.

Monografia (Graduação) - Curso de Oceanografia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.

1. *Artemia franciscana*. 2. Biomassa. 3. *Chaetoceros muelleri*. 4. Dietas. 5. *Saccharomyces cerevisiae*. I. Yauri, Walter Luís Muedas. II. Título.

CLENILCE AZEVEDO ABREU

**PRODUÇÃO DE *Artemia franciscana* (Kellog, 1906) COM O USO DE DUAS
DIETAS: A MICROALGA *Chaetoceros muelleri* (Lemmermann, 1898)
E A MISTURA DE FARINHA DE ARROZ COM A LEVEDURA *Saccharomyces
cerevisiae*.**

Monografia apresentada ao Curso de
Oceanografia da Universidade Federal
do Maranhão, para obtenção do grau de
Bacharel em Oceanografia.

Aprovada em ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Walter Luis Muedas Yauri
Universidade Federal do Maranhão
Orientador

Prof. Dr Ricardo Barbieri
Universidade Federal do Maranhão

Prof.^a. Dr.^a. Paula Cilene
Universidade Federal do Maranhão

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Jesus, meu Senhor e Salvador por ter me fortalecido muito para poder suportar todas as adversidades desta caminhada. Te louvo e ti agradeço, meu Pai!

AGRADECIMENTOS

A Deus por me acompanhar sempre nessa trajetória, e com certeza sem Ele nada seria possível. Muito obrigada Meu Deus!

Aos meus pais, Casemiro (in memoriam) saudades de você e minha mãe Creuza por todo o apoio que a senhora me dá e por sempre acreditar em mim. Amo muito vocês. Aos meus 12 irmãos, por sempre estarem ao meu lado em todos os momentos bons e difíceis dessa vida.

A minha grande e maravilhosa família, sempre me apoiando, me incentivando quando eu não tinha muitas esperanças.

Ao Prof. Dr. Walter Muedas, pela orientação nessa monografia. Obrigada por estar sempre pronto para ajudar aos alunos e a quem precisar, com conselhos, conhecimento profissional, ensinamentos científicos e da vida. Obrigada pela amizade e confiança depositada em mim na realização desse trabalho.

A todos os professores do DEOLI, por todo o conhecimento adquirido ao longo desses anos de graduação do curso de Oceanografia foi gratificante está do lado de vocês, muito obrigada, todos são excelentes!

Aos meus amigos, os de ontem e os de hoje, os de longe e os de perto, muito obrigada por todos os anos de amizade e convívio, pelas alegrias e tristezas que passamos nesta formação acadêmica, espero vê-los na minha vida fora da faculdade. Vocês são muito especiais para mim.

Aos meus amigos do Laboratório de Maricultura da Universidade Federal do Maranhão, pelo apoio nos meus experimentos, pelo convívio e pelas conversas, pelas brincadeiras e até pelas brigas, dedico esse trabalho em especial à todos, não mencionarei nomes porque todos de alguma forma me ajudaram muito a chegar nesse momento. Amo muito vocês!

As pessoas com quem convivi durante esses anos de academia foi um aprendizado pra vida toda ter conhecido pessoas tão diferentes.

Muito obrigada por tudo!

RESUMO

Dentre os organismos utilizados como alimento vivo a *Artemia sp.* é o microcrustáceo que se destaca pelo fácil manejo em cultivo, fácil produção em laboratório e que, devido ao seu alto valor nutricional é importante para a larvicultura de peixes e crustáceos. O objetivo desta pesquisa foi realizar um cultivo experimental de *Artemia franciscana* utilizando duas diferentes dietas, uma à base de microalgas da espécie *Chaetoceros muelleri* e outra à base da mistura de farinha de arroz e a levedura *Saccharomyces cerevisiae* a fim de determinar qual alimento proporcionaria melhor crescimento, maior sobrevivência e biomassa final para a espécie. O estudo foi realizado durante 18 dias em um delineamento experimental inteiramente casualizado com 02 tratamentos e 03 repetições cada um. Foi feita a aplicação de uma Análise de Variância Unidirecional (ANOVA) e Tukey para estabelecer se ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos. Os resultados das análises mostraram que houve diferença significativa no crescimento, sobrevivência e biomassa final entre os tratamentos e que o alimento inerte se mostrou viável na alimentação e produção de biomassa de *Artemia franciscana*.

Palavras-chave: *Artemia franciscana*, dietas, *Chaetoceros muelleri*, *Saccharomyces cerevisiae* e farinha de arroz.

ABSTRACT

Among the organisms used as live food *Artemia sp.* is the microcrustacean that stands out for the easy handling in cultivation, easy production in the laboratory and that, due to its high nutritional value is important for the larviculture of fish and crustaceans. The objective of this research was to conduct an experimental cultivation of *Artemiafranciscana* using two different diets, one based on microalgae of the species *Chaetoceros muelleri* and another based on the mixture of rice flour and *Saccharomycescerevisiae* yeast in order to determine which food would provide better growth, higher survival and final biomass for the species. The study was carried out during 18 days in a completely randomized experimental design with 02 treatments and 03 repetitions each. The analysis of one-way variance (ANOVA) and Tukey was realized to establish if occur significant differences between treatments. The results of the analyzes showed that there was a significant difference in the growth, survival and final biomass between the treatments and that the inert food was shown to be viable in the feeding and biomass production of *Artemiafranciscana*.

Keywords: *Artemia franciscana*, diets, *Chaetoceros cereviseae*, biomass, *Saccharomyces cereviseae* and rice flour.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	<i>Artemia franciscana</i>	12
Figura 2	Microfotografia eletrônica digitalizada de cisto desidratado de <i>A. franciscana</i>	15
Figura 3	Estágios naupliares I, II, III, IV e V de <i>Artemia</i>	16
Figura 4	Macho adulto de <i>Artemia franciscana</i>	17
Figura 5	Fêmea adulta de <i>Artemia franciscana</i>	17
Figura 6	Embrião em estágio de “sombriinha” (esq.) e náuplio estágio I (dir).....	18
Figura 7	Diagrama do ciclo de vida das artemias.....	19
Figura 8	Mapa da distribuição da <i>Artemia sp</i> no mundo.....	19
Figura 9	Frústulas de diatomáceas.....	22
Figura 10	Células de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> em microscopia.....	24
Figura 11	Arranjo do modelo experimental utilizado no presente trabalho, com 3 unidades experimentais cada (R1, R2 e R3).....	26
Figura 12	Sobrevivência de <i>A. franciscana</i> alimentada com a microalga <i>C. muelleri</i>	30
Figura 13	Gráfico da sobrevivência de <i>A. franciscana</i> alimentada com a dieta MIX (farinha de arroz e levedura).....	31
Figura 14	Crescimento de <i>A. Franciscana</i> alimentada com a microalga <i>Chaetoceros muelleri</i>	33
Figura 15	Gráfico do crescimento de <i>A. Franciscana</i> alimentada com farinha de arroz e levedura....	34
Figura 16	Gráfico da biomassa úmida de <i>A. franciscana</i> alimentadas com microalgas e dieta MIX...	36
Figura 17	Gráfico da biomassa seca de <i>A. franciscana</i> alimentadas com microalgas e dieta MIX.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição nutricional do arroz.....	23
Tabela 2. Parâmetros físico-químicos do tratamento Mix (50% Arroz e 50% Levedura).....	28
Tabela 3. Parâmetros físico-químicos do tratamento <i>Chaetoceros muelleri</i>	28
Tabela 4. Teste Tukey para a comparação pareada da sobrevivência de <i>A. franciscana</i> alimentadas com a microalga <i>C. muelleri</i>	31
Tabela 5. Comparação pareada da sobrevivência da <i>A. Franciscana</i> utilizando a dieta MIX (farinha de arroz e levedura).....	32
Tabela 6. Tabela de comparação pareada entre as fases naupliares de <i>A. franciscana</i> utilizando a microalga <i>C. muelleri</i>	33
Tabela 7. Teste Tukey de comparação pareada entre as fases naupliares de <i>A. franciscana</i> no tratamento MIX.....	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 A <i>Artemia</i>	14
2.2 Características Morfológicas Externas.....	14
2.2.1 Morfologia dos Cistos.....	14
2.2.2 Morfologia dos estágios larvais.....	15
2.2.3 Morfologia dos indivíduos adultos.....	17
2.2 Ciclo de Vida.....	18
2.3 Distribuição Geográfica.....	19
2.4 Alimentação.....	20
2.5 Utilização da <i>Artemia sp</i>	20
2.6 <i>Chaetoceros sp</i>	21
2.7 Farinha de Arroz.....	22
2.8 Levedura <i>Saccaromyces cerevisiae</i>	23
3. OBJETIVOS.....	25
3.1 Geral.....	25
3.1 Específicos.....	25
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
4.1 Material biológico.....	26
4.2 Eclosão dos cistos.....	26
4.3 Delineamento experimental.....	27
4.4 Povoamento dos aquários.....	27
4.5 Alimentação.....	27
4.6 Troca da água e limpeza dos aquários.....	28
4.7 Parâmetros físico-químicos	28
4.8 Análise estatística.....	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
5.1 Parâmetros físico-químicos.....	29
5.2 Sobrevivência.....	30
5.3 Crescimento em comprimento.....	33
5.4 Biomassa final.....	35
6. CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

1. INTRODUÇÃO

A princípio um dos fatores mais importantes no cultivo de organismos aquáticos é a alimentação que atua diretamente sobre o desempenho, sobrevivência e o crescimento destes. Considerando que a alimentação pode ser deficiente do ponto de vista de valor nutritivo, essa carência é uma das principais causas de mortalidade, principalmente nas fases iniciais de desenvolvimento. Porém, essa limitação pode ser reduzida pela disponibilidade de diversas alternativas de alimento apropriado para cada espécie (DIEMER *et al* 2012). A oferta de alimento vivo tornou-se um passo muito importante como fonte natural de suprimento de alto valor nutricional tanto para larvas de peixes e de crustáceos (SEALE, 1933).

Pesquisas realizadas sobre a qualidade nutricional do alimento vivo demonstraram a importância dos ácidos graxos altamente insaturados (n-3 HUFA), para o manejo de larvas de peixes marinhos, pois estes ácidos graxos são considerados essenciais para larviculturas (WATANABE *et al.* 1983; LÉGER *et al.* 1986).

Os lipídeos fornecidos em dietas para crustáceos devem conter os ácidos graxos, que são aqueles que não podem ser sintetizados novamente a partir de outros compostos pelo metabolismo intermediário e são necessários para manutenção da função celular (TACON, 1987). Os lipídeos constituem uma importante classe de nutrientes, por serem fornecedores de energia metabólica e por conterem altos valores de energia bruta (9,5 kcal/g), são os principais componentes das membranas celulares, e agem como precursores de hormônios esteróides, atuam na osmorregulação, servem de carreadores biológicos para absorção de vitaminas A, E e K, além de serem precursores da vitamina D e ácidos biliares (TACON, 1987; LÉGER & SORGELOOS, 1992).

Dentre os organismos utilizados como alimento, a *Artemia sp.* (figura 1) é um microcrustáceo que se destaca pelo ótimo manejo em cultivo, fácil produção em laboratório e ao devido seu alto valor proteico e boa digestibilidade (SILVA & MENDES, 2006), por possuir uma carapaça quitinosa fina (PONTES & ANDREATTA, 2003) e também por reduzir a incidência do canibalismo e aumentando a sobrevivência dos organismos cultivados (KESTEMONT *et al.*, 2007). A produção e a utilização de náuplios de artemia tornou possível a expansão de diversos cultivos aquícolas em muitos países (ARANA, 1999; LAVENS E SORGELOOS, 2000).



Figura 1. *Artemia franciscana*.

A biomassa de artemia tornou-se uma alimentação atraente para juvenis de peixes marinhos, caranguejos, peixes ornamentais e novas espécies aquícolas, bem como fator de maturação na reprodução das fêmeas de camarões peneídeos, por apresentar uma rica e elevada qualidade nutricional (60% de proteínas, vitaminas, lipídios, pigmentos, substâncias ativas e aminoácidos essenciais) (FAO, 1986; VAN STAPPEN, 1996).

Porém estudos revelam que o principal fator que afeta o valor nutricional das Artemias para as larviculturas de camarões marinhos, é o conteúdo do ácido graxo altamente insaturado (HUFA) (LÉGER *et al.*, 1986), essa concentração do ácido eicosapentaenóico que está contida nos náuplios de Artemia é o que determina o valor nutritivo dos mesmos para organismos marinhos (SORGELOOS & LÉGER, 1992).

A composição e a concentração dos ácidos graxos destes organismos em uma mesma estirpe tem um coeficiente variável de até 78%, de acordo com o alimento disponível no meio de cultivo e também pela localização geográfica de origem, além disso, a maioria das espécies existentes no mercado apresenta baixos níveis de DHA (LÉGER *et al.*, 1986; NAVARRO *et al.*, 1993), mas é possível manipular o valor nutricional e contornar essa deficiência em n-3 HUFA (DHA, EPA) dos náuplios das artemias (SORGELOOS, 2001).

Esses organismos apresentam hábito alimentar não seletivo, ou seja, são capazes de ingerir todo e qualquer material particulado ao seu alcance, então, a incorporação pela artemiade vários nutrientes torna-se viável. Desta forma, a capacidade demanipulação da sua composição bioquímica, através da incorporação de lipídeos ricos em ácidos graxos altamente insaturados e vitaminas (especialmente C e E), contribuiu para um alimento adequado e de qualidade para as larvas de camarões (LAVENS & SORGELOOS, 1991; MERCHIE, 1996).

Esta metodologia, chamada de enriquecimento ou bioencapsulação é aplicada em todo mundo, principalmente em laboratórios de produção de larvas de peixes marinhos com o objetivo de adequar a qualidade nutricional da artemia às necessidades daqueles organismos. Para o enriquecimento da artemia com ácidos graxos altamente insaturados têm sido utilizados microalgas, produtos micro-encapsulados, fermento, preparações emulsificadas e produtos micro-particulados (SORGELOOS *et al.*, 2001).

Contudo, os maiores níveis de enriquecimento da artemia com n-3 HUFA são obtidos com a utilização de produtos emulsificados (SORGELOOS *et al.*, 2001), entretanto isso pode elevar os custos da produção, porém a utilização de alimentos inertes (farinha de arroz, soja, trigo, etc.) têm sido utilizados com êxito, a fim de obter biomassa com alimentos alternativos de baixo custo (TIZOL, 1994; STOTTRUP & McEVOY, 2003; GODINEZ *et al.*, 2004; SOUZA & OLIVEIRA, 2015).

Com todas as considerações feitas, objetivou-se neste estudo verificar a utilização de duas diferentes dietas no enriquecimento de *A. franciscana*, uma com um alimento inerte acessível (farinha de arroz e fermento) e a outra com microalga (*Chaetoceros muelleri*) de produção dispendiosa e trabalhosa, a fim de se obter uma alternativa relativamente barata de bioencapsulamento e biomassa de valor nutricional equilibrado e com um perfil alimentar adequado aos organismos (NAGEL, 1999).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Artemia

A Artemia é um microcrustáceo branquiópodo dos mais primitivos, com a seguinte classificação taxonômica: Reino Animália, Filo Arthropoda, Subfilo Crustácea, Classe Branchiopoda, Ordem Anostraca, Família Artemiidae, Gênero *Artemia sp*, Leach 1819.

De acordo com Vinatea (1994), a Artemia é um crustáceo pelo fato de ser um mandibulado aquático, é um braquiópode por possuir brânquias nos toracópodos e é um anostráceo por não possuir carapaça, o que não quer dizer que não possua exoesqueleto.

Suas adaptações fisiológicas lhe proporcionam uma defesa ecológica bastante eficiente contra a predação, pois possui o sistema osmorregulatório mais notável já conhecido no reino animal (suporta salinidade de 10 a 340 g/l), habilidade não encontrada em nenhum outro ser vivo (exceto bactérias e microalgas); tolera uma ampla variação de temperatura (5 a 40°C); a hemoglobina presente em sua hemolinfa lhe garante grande capacidade de sintetizar pigmentos respiratórios para lidar com os baixos níveis de oxigênio (< 1mg/l) e uma efetiva produção de cistos dormentes (diapausa) quando as condições ambientais põem em perigo a sobrevivência das espécies (SORGELOOS *et al*, 1986; FAO, 1986; ARANA, L. V, 1995).

2.2 Características Morfológicas Externas

2.2.1 Morfologia dos Cistos

A casca dos cistos (figura 2) possui três estruturas bem definidas fisiologicamente: córion, membrana cuticular externa e membrana cuticular embrionária (VAN STAPPEN, 1996): o córion é uma capa externa e dura, é composta de lipoproteínas, quitina e hematina (produto da degradação da hemoglobina). Tem a função protetiva do embrião (fase de gástrula) contra os impactos mecânicos (rupturas) e a radiação ultravioleta do Sol, bem como é responsável pela flutuabilidade dos cistos (ARANA, L. V, 1995).

A membrana cutilar externa tem a função de filtro (barreira permeável), que protege o embrião contra a penetração de moléculas maiores que as de dióxido de carbono (CO₂) e a membrana cuticular embrionária é uma fina camada transparente e altamente elástica, que separa o embrião da casca no processo de incubação e se transforma em membrana de eclosão quando o metabolismo embrionário é retomado (VAN STAPPEN, 1996).

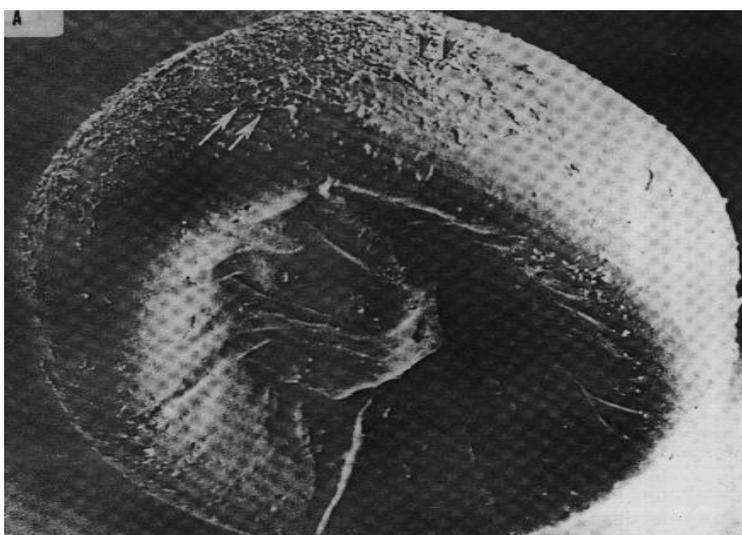


Figura 2. Microfotografia eletrônica digitalizada de cisto desidratado de *A. franciscana* (Wikipedia, 2018).

2.2.2 Morfologia dos estágios larvais

Segundo Arana, 1995, a fase de náuplio (figura 3) é a larva recém-eclodida, que pode ser pelo modo ovíparo (cistos) ou por ovoviviparidade (larvas vivas) e tem dois subestágios larvais:

No estágio I essas larvas possuem uma grande quantidade de reserva vitelina (trehalosa) ou simplesmente “vitelo”, apresenta comprimento de 400 a 500 µm, a cor marrom-alaranjada, um olho vermelho náupliar na região da cabeça, três pares de apêndices: primeiro par de antenas (função sensorial), segundo par de antenas (função locomotora e filtradora) e mandíbulas rudimentares. Neste subestágio o náuplio possui um grande lábio (labrum) na sua região ventral.

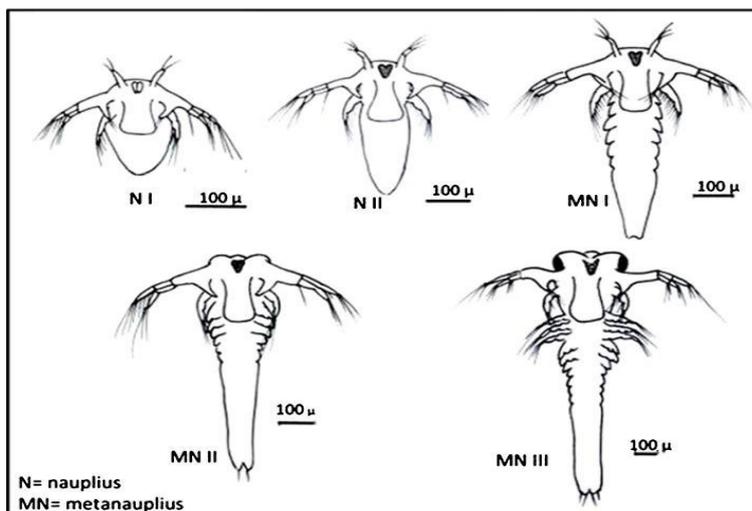


Figura 3.Estágios I, II, III, IV e V de náuplios de *Artemia*. (GAMBARDELLA *et al.* 2018).

O estágio II começa quando as larvas já iniciam a atividade alimentícia, pois o seu trato digestivo já está em funcionamento, filtram pequenas partículas de 1 a 50 μm de alimentos (bactérias e detritos). Esta filtração é realizada pelo segundo par de antenas e outros pares de apêndices lobulares aparecem na região torácica, os quais irão se diferenciar em toracópodos.

O metanáuplio é o período mais longo da fase larval onde há o desenvolvimento de 11 pares de toracópodos e a sua especialização orgânica em geral. O Pré-adulto manifesta-se pelo dimorfismo sexual onde as antenas dos machos se diferenciam em um órgão (clásper) utilizado no processo copulativo para prender-se às artêmias fêmeas e o pênis é situado na parte posterior da região do abdômen (ARANA, L. V, 1995).

2.2.3 Morfologia dos indivíduos adultos

As principais características morfológicas desse estágio: corpo alongado, segmentado e com vários apêndices com pequenas funções e sistema nervoso primitivo. Apresentam comprimento de ± 1 cm (as fêmeas são sempre maiores que os machos) e o corpo é dividido em três partes: cabeça, tórax e abdômen (ABREU-GROBOIS, 1987).

A cabeça é formada por dois segmentos fusionados que suportam os olhos pedunculados e um olho náuplio, as antênulas e antenas. Nos machos as antenas são bastante grandes e apresentam uma estrutura complexa de músculos e nervos (ABREU-GROBOIS, 1987). No tórax existem onze pares de toracópodos que são responsáveis pela alimentação, respiração e natação.

O abdômen não apresenta extremidades e consiste em 08 segmentos. Os primeiros se unem para formar um segmento genital (somito sexual), que irão se transformar na bolsa incubadora (útero externo) das fêmeas e os hemipênis dos machos. Nesta fase os animais atingem sua maturação sexual e as fêmeas já são capazes de produzir cistos/náuplios a cada 05 dias durante 06 meses (ARANA, 1995). O abdômen apresenta um telson que termina em uma furca (divisão) caudal no meio dele se abre o ânus (ABREU-GROBOIS, 1987).

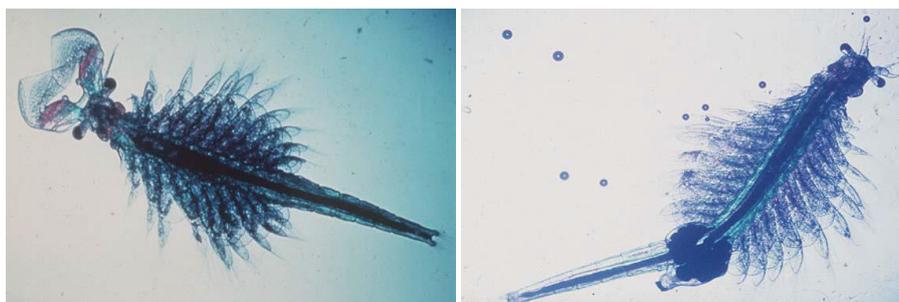


Fig.3. Macho adulto de *A. franciscana*. **Fig.4.** Fêmea adulta de *A. franciscana* (www.fao.org).

2.3 Ciclo de Vida

Dependendo das condições ambientais, em determinadas épocas do ano, as artêmias produzem cistos que flutuam na superfície da água e que são transportados pela ação do vento e das ondas. Os cistos são metabolicamente inativos (estado de

diapausa) e não se desenvolvem enquanto forem mantidos secos e podem permanecer desta forma por cinco anos ou mais.

Quando reidratados em água salgada, os cistos bicôncavos tornando-se esféricos e retomam seu metabolismo interrompido. Após cerca de 20 h, a membrana de incubação do cisto estoura e o embrião aparece e fica mantido debaixo da capa vazia (estágio de sombrinha) (fig. 6), o desenvolvimento do náuplio é completado. Em um curto intervalo de tempo, a membrana de eclosão finalmente é rompida e o náuplio (estágio I) nasce. O tempo de desenvolvimento desse estágio I (figura 6) dura aproximadamente de 6 a 10 horas, após esse tempo o náuplio estágio II inicia sua atividade alimentar, esta sub-fase dura de 15 a 20 h. O desenvolvimento total até a fase adulta é de oito dias (figura 7) (VINATEA, 1986).

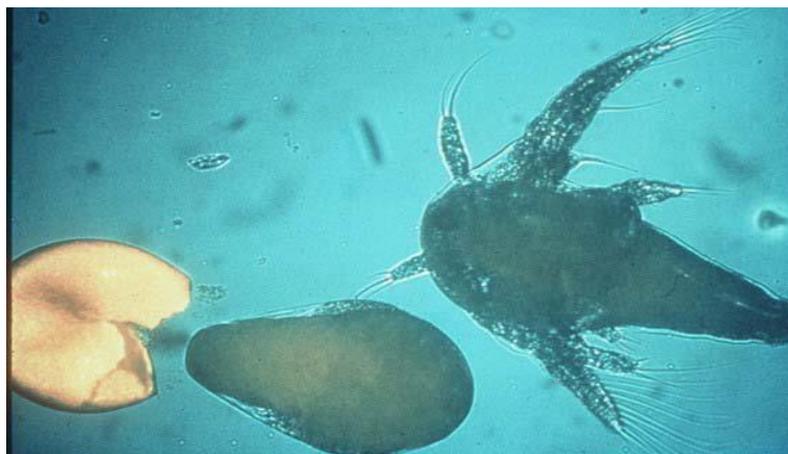


Figura 6: Embrião em estágio de “sombrinha” (esq.) e náuplio estágio I (dir) (www.fao.org).

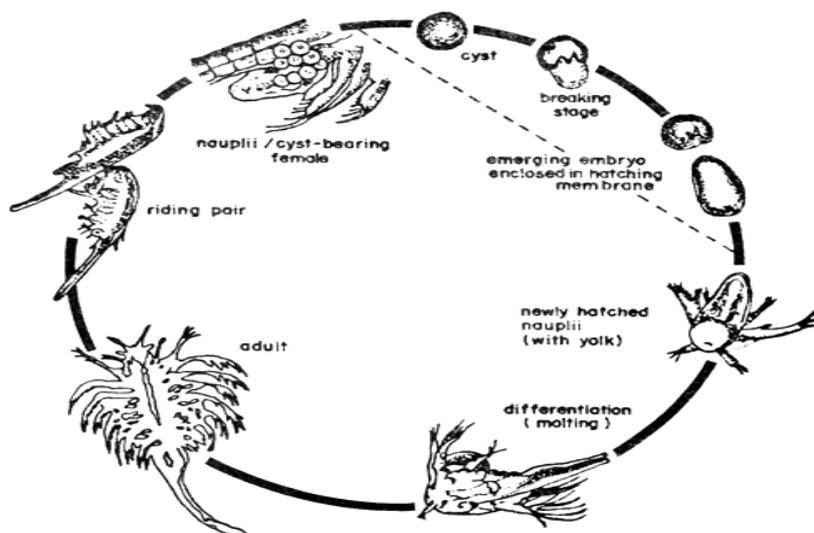


Figura 5.Diagrama do ciclo de vida das artemias.

Fonte:www.fao.org.

2.2Distribuição Geográfica

Já foram identificados mais de 350 biótopos naturais de artemia (VANHAECK *et al.* 1987, *apud* VINATEA 1995) e podem ser encontradas espalhadas pelas zonas climáticas tropicais, subtropicais e temperadas ao redor do mundo.

Sua presença também já foi descrita na África (PERSOONE e SORGELOOS, 1980), no Egito (EL-BERMAWI *et al.*, 2004), na América do Sul: Brasil, mais especificamente no Rio Grande do Norte (PROJETO ARTEMIA, 2006) e Argentina (COHEN *et al.*, 1999), na Ásia: China (PERSOONE e SORGELOOS, 1980), na América do Norte: EUA (Great Salt Lake, in Utah) e na Europa: Inglaterra, Bélgica, entre outros países (PERSOONE e SORGELOOS, 1980).

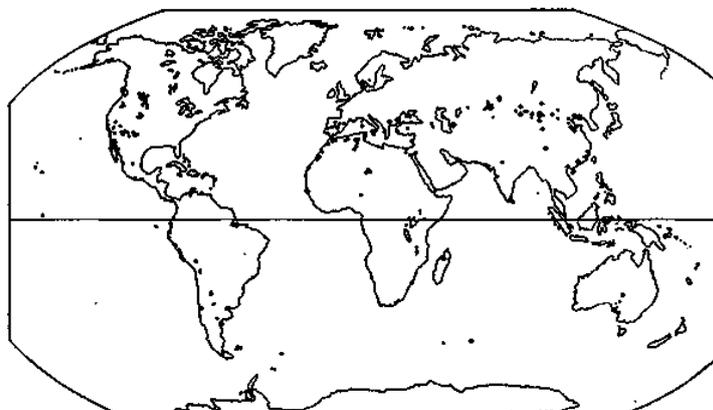


Figura 6.Mapa da distribuição da Artemiano mundo.

Fonte: www.fao.org.

Os seus maiores vetores de dispersão são os ventos, as ondas e as aves marinhas mas sem dúvida, há tempos o homem tem sido responsável por variadas inserções na América do Sul e na Austrália com a finalidade de melhorar a qualidade e quantidade na produção de sal e para fins aquícolas (ARANA, L. V., 1995).

2.4 Alimentação

A artemia é um filtrador não seletivo, isso porque não discrimina qualquer tipo de alimentos em suspensão. Em ambientes naturais alimenta-se principalmente de microalgas, tais como *Chaetoceros*, *Dunaliella*, *Tetraselmis*, etc. e cultivada pode ingerir farinhas micronizadas (farelo de arroz, milho, soja, etc.). Ingereseus alimentos durante o processo de nado, pois com o movimento constante de seus torápodes, os tolopodídeos direcionam as partículas de alimento para um sulco de posição ventral, cuja função é canalizar um jato de água em direção ao labrum. No labrum, os elementos sólidos menores que 50 micras aderem à sua superfície devido a uma substância pegajosa de revestimento, pra depois de serem removidos pelas maxilas e direcionados para dentro da boca, esmagamento prévio por ação mandibular (ARANA, 1995).

A artemia come 24 horas por dia pelo fato de ser um microcrustáceo primitivo e não possuir substâncias de reserva que garantam o seu sustento energético por longos períodos de carência. A atividade natatória está diretamente relacionada à alimentação e respiração (branquiópodos) (ARANA, 1995).

2.5 Utilização de Artemia

Dentre os organismos utilizados como alimento, a *Artemia franciscana*, é um microcrustáceo que se destaca pelo ótimo manejo em cultivo, fácil produção em laboratório devido a seu alto valor proteico e boa digestibilidade (SILVA & MENDES, 2006), isso por possuir uma carapaça quitinosa fina (PONTES & ANDREATTA, 2003) e também por reduzir a incidência do canibalismo e aumentando a sobrevivência dos organismos cultivados (KESTEMONT *et al.*, 2007).

Com a expansão da aquicultura, tornou-se possível a produção e utilização de náuplios de artemias em diversos cultivos aquícolas, sendo implementada em muitos países (ARANA, 1999; LAVENS E SORGELOOS, 2000). No mercado mundial a

biomassa de artemia pode ser encontrada na forma de farinha liofilizada, flocos, em salmoura e principalmente congelada como alimento para espécies de peixes de cultivos intensivos e de aquários e principalmente na carcinicultura. No entanto a forma mais utilizada são as artemias adultas vivas, pois tais organismos, por serem fornecidos vivos reduzem o risco de poluição da água e estimulam o lado predador dos peixes, que perseguem e caçam os seus alimentos (ARANA, L. V., 1995).

2.6 *Chaetoceros muelleri*

As microalgas são organismos unicelulares, filamentosos ou coloniais, que podem apresentar estrutura celular procariótica ou eucariótica (BASHAN; BASHAN, 2010). Possuem clorofila e outros pigmentos fotossintéticos (RAVEN et al., 2001) e constituem a base da cadeia alimentar (GAFFNEY; O'ROURKE; MURPHY, 2014), sendo responsáveis pela produtividade primária dos oceanos e dos ecossistemas aquáticos continentais. Além disso, elas são os principais responsáveis pela fixação do CO₂ (CHISTI, 2007) e pela produção de oxigênio global (TAHMASEBI et al., 2013).

Segundo o site Algaebase, o posicionamento taxonômico da espécie *Chaetoceros muelleri* é:

Divisão: Bacillariophyta

Classe: Mediophyceae

Ordem: Chaetocerotales

Família: Chaetocerotaceae

Chaetoceros muelleri Lemmermann, 1898.

As microalgas da classe Bacillariophyceae, também conhecidas como diatomáceas, são organismos unicelulares, eucarióticos e fotossintéticos e possuem tamanho celular que variam entre 0,5 µm à 0,5 mm. Estas microalgas se caracterizam por possuírem frústulas compostas por sílica, podendo ser encontradas em formas solitárias ou agregadas formando colônias (KALE; KARTHICK, 2015).

Na sua classificação as diatomáceas possuem dois grupos principais, de acordo com a morfologia das frústulas (parede celular ou camada externa, dura e porosa, que é composta por sílica quase pura, formada a partir de ácido silícico): diatomáceas cêntricas com simetria radial e diatomáceas penadas, com simetria bilateral (Round, FE, RM Crawford e DG Mann, 1990).

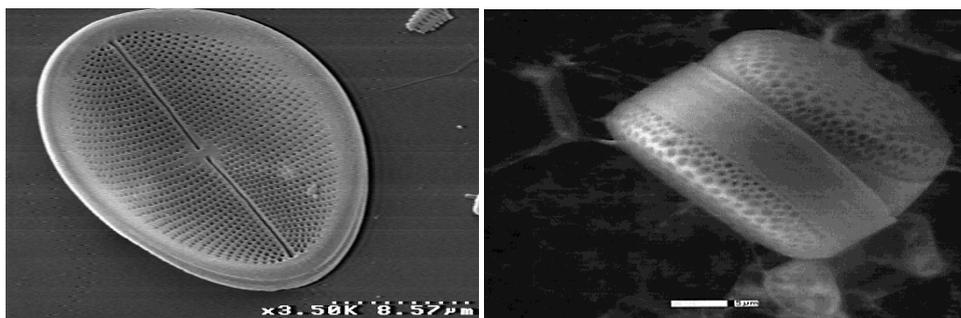


Figura 7. Frústulas de diatomáceas (Bowling Green State University).

A diatomácea *Chaetoceros muelleri* é amplamente utilizada na aquicultura comercial para a alimentação de larvas, devido ao seu valor nutritivo e porque pode ser cultivada em ambientes fechados ou ao ar livre e com meios de crescimento baratos preparados com nutrientes de grau industrial ou com fertilizantes modificados (LÓPEZ-ELÍAZ *et al.* 2014).

Os lipídeos, proteínas e carboidratos presentes nas microalgas são as principais fontes de energia para o crescimento e o desenvolvimento dos animais utilizados na aquicultura (FABREGAS *et al.*, 1985; GOLDMAN, 1980; WHYTE, 1987; FIDALGO *et al.*, 1998).

2.7 Farinha de Arroz

Um dos cereais mais consumidos e cultivados do mundo, o arroz (*Oryza sativa* L) é uma importante fonte de nutrientes, de calorias e proteínas na alimentação de mais da metade da população mundial, pelo fato de não conter glúten se torna uma boa opção aos portadores da doença celíaca. Entre os cereais, é o que apresenta maior digestibilidade, maior valor biológico e a mais elevada taxa de eficiência proteica (SEVERO, 2010).

Na indústria de beneficiamento, a partir do processo de seleção dos grãos de arroz, um dos subprodutos gerados são os grãos quebrados que podem ser transformados em farinha. Devido às características como gosto suave, coloração branca, hipoalergenicidade, ausência de glúten e facilidade para digestão, a farinha de arroz tem se tornado um ingrediente atrativo (KADAN *et al.*, 2003).

Na farinha de arroz, os carboidratos são representados basicamente pelo amido, que é formado por cadeias de amilose e amilopectina, responsáveis por muitas das propriedades do produto final, sendo a mais importante delas a gelatinização. O

segundo componente em maior quantidade na estrutura da farinha de arroz é a proteína, respondendo por cerca de 7-9% da sua composição (tabela 2). Segundo a legislação brasileira, a farinha de arroz pode ser denominada e vendida como amido de arroz, em função do seu alto teor de amido e a dificuldade de se extrair as proteínas (SEVERO, 2010).

Tabela 2. Composição nutricional do arroz.

Componentes (%)	Quantidade (%)
Nitrogênio proteico 8,9	8,9
Lipídios	2,0
Fibras	2,0
Cinzas	1,1
Nifext	77,0

Fonte. Adaptado de Moretto (2008).

O arroz é utilizado em especial para consumo humano sob diversas formas: arroz polido, parboilizado e integral, óleo e farinha comercial de arroz, entre outros. Grande parte do arroz polido é consumido diretamente após cozimento, mas uma parte significativamente crescente tem sido usada industrialmente na produção de farinha de arroz que é, posteriormente, utilizada como aditivo em gel, pudins, sorvetes e outros produtos similares devido às suas propriedades nutricionais e por possuir sabor agradável e por não interferir na cor do produto final (VIEIRA, 2008).

2.8 Levedura *Saccharomyces cerevisiae*

As leveduras são fungos unicelulares e são diferenciadas das bactérias pela maior dimensão da sua célula, pelo formato oval e por possuírem um núcleo celular definido, leveduras podem ter o formato alongado, elíptico ou esférico. As células de leveduras típicas variam entre 5 e 8 μm de diâmetro, sendo algumas ainda maiores (JAY, 2005).

A reprodução da *S. cerevisiae* ocorre com a formação de um broto (também chamado de gémula). Quando este broto cresce até determinado tamanho ela separa-se da célula mãe originando uma nova célula, ocorrendo duplicação de células aproximadamente a cada três horas. Nesta velocidade, tendo como origem uma única

célula, após três dias de reprodução, chega-se a quase 17 bilhões de células. Esta forma de reprodução é chamada de brotamento, gemulação ou cissiparidade. Em condições adversas a reprodução pode ocorrer de forma sexuada, através da esporulação, e ainda por fissão (POSTEN & COONEY, 1991).

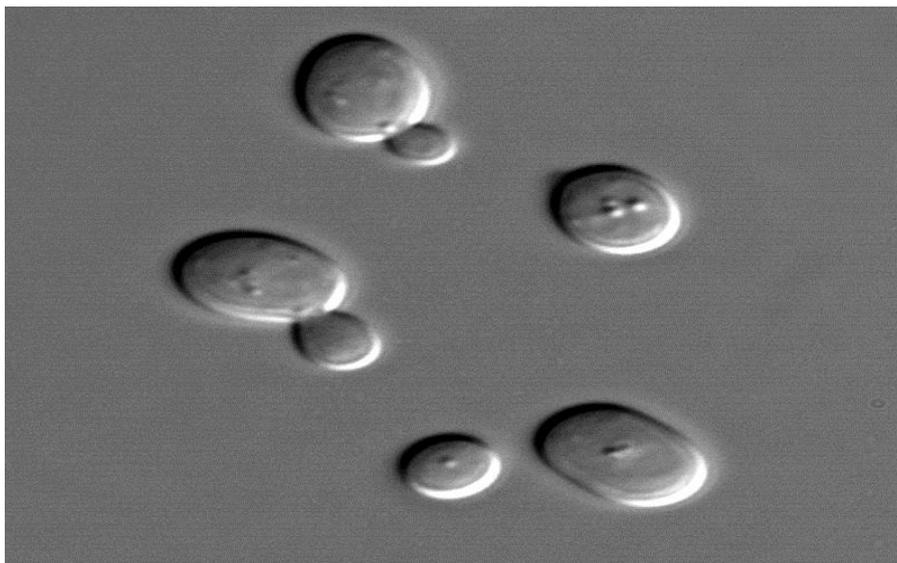


Figura 8. Células de *Saccharomyces cerevisiae* em microscopia.

As leveduras podem ser utilizadas na alimentação animal, por apresentarem excelentes fontes de proteínas, vitaminas do complexo B e alguns minerais. São ricas nos aminoácidos treonina, leucina e lisina. Por outro lado, possuem baixos teores em aminoácidos sulfurados (MOREIRA, 1984; OGUNTONA, 1986; MIYADA, 1987).

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Comparar duas dietas: a microalga *Chaetoceros muelleri* e a mistura de farinha de arroz e a levedura *Saccharomyces cerevisiae* na produção de biomassa de *Artemia franciscana*.

3.2 Específicos

- Analisar o efeito das diferentes dietas sobre o crescimento de *Artemia franciscana*;
- Mensurar o efeito das diferentes dietas sobre a sobrevivência de *Artemia franciscana*;

4. MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura (AQUALAB) do Departamento de Limnologia e Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão. O experimento teve início no dia 07 de novembro e término no dia 25 de novembro de 2018.

O trabalho foi realizado durante 18 dias em um sistema experimental constituído por 03 incubadoras feitas de garrafa pet de refrigerante com capacidade de 2L e volume útil de 1L e 06 aquários de vidro com capacidade máxima de 10L cada e volume útil de 7L. As incubadoras e os aquários comportaram água do mar esterilizada e as condições de salinidade, oxigênio dissolvido, pH e temperatura foram mantidas em níveis adequados. O fotoperíodo utilizado foi de 24hs para o tratamento com microalgas e 12 horas para o tratamento com o alimento inerte.

4.1 Material Biológico

Os cistos de *A. franciscana* foram adquiridos da marca nacional DOCFISH Aquarium com informações do rótulo contendo 100% de cistos com especificações de densidade de 280.000 por grama e tamanho médio dos náuplios de 432,3µm. Não foi possível confirmar os valores da densidade. A densidade definida para a realização do experimento foi de 10 náuplios por ml.

4.2 Eclosão dos Cistos

Em laboratório, foi pesado 1g de cistos para cada incubadora totalizando 6g, primeiramente 3g para o tratamento com *Chaetoceros sp.* e num intervalo de 72h, mais 3g para o tratamento com a mistura de farinha de arroz e a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Os cistos eram transferidos para as incubadoras e preenchidos com 1L de água marinha previamente autoclavada. As condições de incubação para a eclosão dos náuplios se enquadraram naquelas preconizadas por Sorgeloos *et al.* (1986): salinidade de 35 ppm, oxigênio dissolvido acima de 5 mg/L, luminosidade superior a 1.000 lux, pH entre 8,0 – 8,5 e temperatura controlada de 25 °C. No entanto, a eclosão só começou a ocorrer a partir das 36 horas de incubação e chegando ao auge em 48 horas.

4.3 Delineamento Experimental

As duas dietas experimentais (microalga *Chaetoceros muelleri* e farinha de arroz com a levedura *Saccharomyces cerevisiae*) foram testadas em um experimento inteiramente casualizado em três réplicas. Foi utilizado o teste “T” para a comparação das médias com um nível de confiança de 95% ($\alpha = 0,05$).

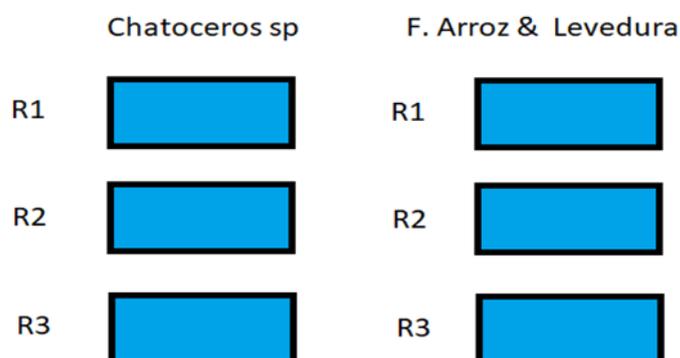


Figura 9. Arranjo do modelo experimental utilizado no presente trabalho, com 3 unidades experimentais cada (R1, R2 e R3).

4.4 Povoamento dos Aquários

Após a eclosão, os náuplios foram concentrados em 3L de água e uma alíquota de 1 ml diluída em uma pipeta de 5 ml, foi retirada e então estimada a densidade dos náuplios por ml em relação aos 3L, sendo acrescentado 1L de água a cada contagem até atingir o objetivo de 7L e 10 náuplios por ml. Porém, esse objetivo não foi atingido, pois a eficiência de eclosão não foi alcançada.

Para receber os náuplios, os aquários já estavam abastecidos com água marinha filtrada em rede de 45 μm , esterilizada e com aeração constante a fim de manter o nível de oxigênio ideal para o cultivo. Logo após a transferência dos náuplios para os aquários, foi ministrada a primeira alimentação.

4.5 Alimentação

A alimentação foi dividida em três horários aproximados de 9:00, 14:00 e 17:00 hs, conforme Zimmermann *et al.*, 1989, sendo que para a dieta mix à base de farinha de

arroz e levedura *Saccharomyces cerevisiae* foi pesada 1g da mistura seca, dividida em 50% de levedura e 50% de farinha de arroz (com tamanho de 45 μm) diluídas em 500 ml de água marinha filtrada e esterilizada e após 10 dias de cultivo com água destilada. Logo em seguida foi misturada até que a solução ficasse totalmente homogênea e após 20 min, a solução foi filtrada em rede de 45 μm .

De acordo com Naegel, 1999, foi ministrada ao cultivo 100 ml dessa mistura até o décimo dia e após esse período 200 ml a cada horário de alimentação até o fim do experimento. No cultivo a base de microalga, a cada hora de alimentação era fornecido também uma alíquota de 100 ml até o décimo dia e após 250 ml do cultivo que possuía uma densidade aproximada de 900×10^3 cel/ml até ao final do experimento.

4.6 Troca de água e limpeza dos aquários

Não houve troca total de água e sim um acréscimo de 1L a cada 2 dias até completar o nível de água proposto inicialmente que foi de 7 L. Mesmo assim o acúmulo de matéria orgânica não foi prejudicial ao crescimento de *Artemia franciscana*. A limpeza foi realizada por sucção para a retirada do acúmulo de matéria orgânica no fundo dos aquários.

4.7 Parâmetros físico-químicos

Para medir a salinidade da água foi utilizado um refratômetro portátil manual da marca Vodex. A amônia foi medida através do kit colorimétrico para água salgada da marca Labcon Test. O pH, o oxigênio dissolvido (O_2) e o nitrito (NH_4NO_3) também foram medidos com kits específicos para cada parâmetro da marca Labcon Test e a temperatura foi medida com termômetro manual de mercúrio próprio para aquicultura.

4.8 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas inicialmente aplicando-se o teste de homogeneidade de variâncias e de normalidade, bem como posteriormente foram feitas as análises de variância (ANOVA). Para avaliar se houve diferença significativa ($p < 0,05$), entre as médias finais de mortalidade, crescimento e biomassa nas diferentes dietas foi utilizado o teste de Tukey no Software Past®. Posteriormente os dados foram plotados utilizando o gráfico Box-Plot do software Statistica® 7.0.

5. RESULTADOS

5.1 Parâmetros físico-químicos

Durante o período de 18 dias de experimento, os parâmetros físico químicos, não apresentaram grandes diferenças entre os tratamentos com a exceção do oxigênio dissolvido (sistema de aeração artificial), que nos tratamentos à base de farinha de arroz e a levedura tiveram os valores mais baixos.

O pH nos dois tratamentos se manteve constante, enquanto que a temperatura, salinidade e amônia tiveram pouca variação. Contudo o oxigênio dissolvido apresentou uma relevante variação com a mínima de 3,4 mg/l na dieta com alimento inerte (tabela 3), e a máxima de 9 mg/l na dieta com microalgas (tabela 4).

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos do tratamento Mix (50% Arroz e 50% Levedura).

TRATAMENTO	PARÂMETROS	MÉDIAS ±
MIX	Amônia	2,1±0,9mg/l
	Oxigênio Dissolvido	3,4 ± 1,3mg/l
	Salinidade	38± 0,6ppm
	Temperatura	22°± 0,3°C
	pH	8

Tabela 3. Parâmetros físico-químicos do tratamento *Chaetoceros muelleri*.

TRATAMENTO	PARÂMETROS	MÉDIAS ±
<i>Chaetoceros muelleri</i>	Amônia	1±0,5 mg/l
	Oxigênio Dissolvido	9±0,6 mg/l
	Salinidade	40° ±0,8 ppm
	Temperatura	23°±0,1°C
	pH	8

Os parâmetros abióticos não apresentaram grandes alterações entre os dois tratamentos, a exceção foi o oxigênio dissolvido que teve valores menores na dieta MIX em relação ao tratamento com *C. muelleri*, porém as artemias suportam índices baixos de oxigênio, como já foi mencionado anteriormente, isso sem causar muitos prejuízos para a sua manutenção. Talvez o nitrito pudesse ser um fator limitante nos cultivos já que este composto é uma das formas tóxicas do nitrogênio na água, isto em concentrações acima do normal, mas que nos dois tratamentos realizados não se observou grandes variações.

A amônia também é outra forma química de nitrogênio que tem efeito tóxico para as espécies em concentrações elevadas, entretanto houve uma discreta variação dos seus níveis entre a dieta MIX (farinha de arroz e levedura) e a *C. muelleri*, isto provavelmente deve-se ao fato de que os alimentos inertes liberam mais compostos nitrogenados no meio aquático em relação aos organismos fitoplanctônicos (SIPAÚBA-TAVARES & ROCHA, 2003; LOURENÇO, 2006).

A temperatura e a salinidade se mantiveram em valores aceitáveis, porém no caso da salinidade houve uma discreta variação entre os dois tratamentos. Certamente, isto se deve ao fato que no cultivo com microalgas a salinidade entre os cultivos de artemia e *Chaetoceros muelleri* era a mesma (35 a 40 ppm). Enquanto que na dieta MIX após o décimo dia de cultivo a mistura era homogeneizada com água destilada, havendo provavelmente uma pequena dissolução dos sais, porém isso não ocasionou qualquer alteração significativa nos tratamentos.

5.2 Sobrevivência

Durante a montagem do experimento após a incubação dos cistos para a eclosão dos aquários as amostragens foram triplicadas para cada um dos dois tratamentos testados. Em uma das unidades amostrais do experimento com microalgas houve uma forte contaminação reduzindo drasticamente a sua população, sendo assim, esta unidade foi eliminada ficando o tratamento com microalgas com apenas duas repetições. Na figura 12 observa-se a sobrevivência da *A. franciscana* com a dieta *Chaetoceros sp.* com resultado final de 55,46% o que equivale a uma população 46.000 de Artemias adultas

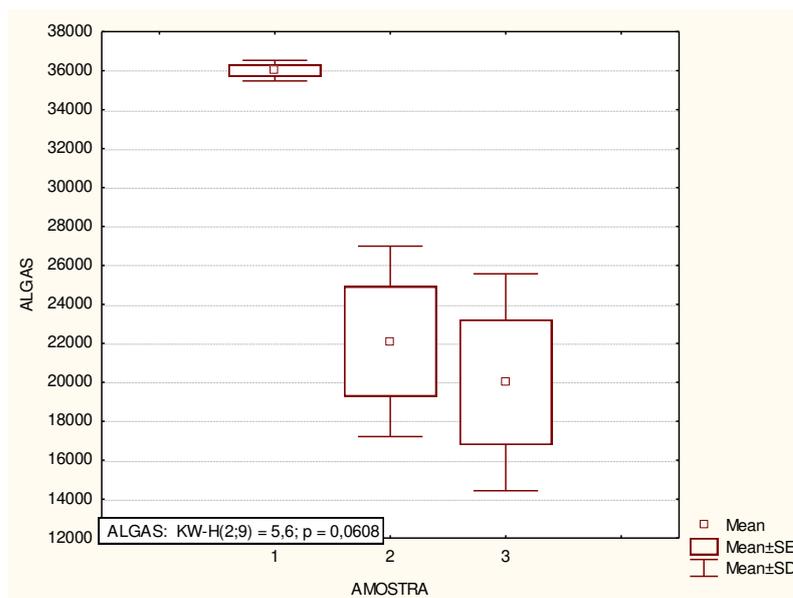


Figura 10. Sobrevivência de *A. franciscana* alimentada com microalga *C. muelleri*.

A tabela 4 de comparação pareada do teste de Tukey mostra que entre os estágios naupliares I e II do tratamento com a microalga *C. muelleri*, observa-se uma diferença significativa ($p > 0,05$) com uma diminuição da população depois das fases iniciais e logo após uma estabilização.

Tabela 4. Teste Tukey para comparação da sobrevivência de *A. franciscana* utilizando a microalga *C. muelleri*.

Tukey's pairwise comparisons: Q \ p(same)			
	nov/01	nov/02	nov/03
nov/01		0,001962	0,003157
nov/02	8,935		0,8247
nov/03	8,085	0,8504	

Na figura 13 observamos que a sobrevivência final de artemia no tratamento com a dieta a base de farinha de arroz e levedura foi de 59,68%, resultando assim numa população total de 45.000 indivíduos.

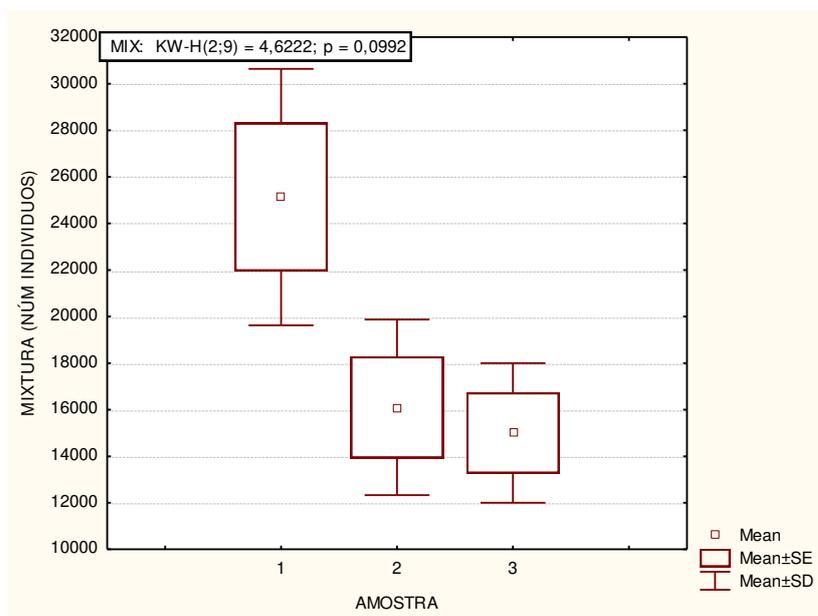


Figura 13. Gráfico da sobrevivência de *A. franciscana* alimentada com a dieta MIX (farinha de arroz e levedura).

A tabela 5 mostra que não há diferença significativa ($p < 0,05$) entre os estágios da artemia utilizando a dieta MIX mostrando um desenvolvimento homogêneo.

Tabela 5. Comparação da sobrevivência de *A. franciscana* utilizando a dieta MIX (farinha de arroz e levedura).

Tukey's pairwise comparisons: Q \ p(same)			
	nov/01	nov/02	nov/03
nov/01		0,08799	0,05897
nov/02	3,702		0,9461
nov/03	4,153	0,4508	

A sobrevivência entre as repetições do tratamento com *Chaetoceros muelleri*, sofreu uma forte redução da população em um dos seus aquários, provavelmente em decorrência de alguma contaminação laboratorial ou mesmo do cultivo com as microalgas. No entanto no tratamento MIX não houve nenhuma mortalidade acentuada, embora geralmente dietas a base de alimento inerte não apresentam tantos problemas de contaminação em comparação com as de microalgas (NAGEL, 1999; TORRES, 2016).

5.3 Crescimento em comprimento

A figura 14 mostra o crescimento em comprimento (mm) de *A. franciscana*, no tratamento à base da microalga *C. muelleri*, analisando que com essa dieta *A. franciscana* obteve um tamanho médio final ao 18º dia de 6,24 mm. O indivíduo que atingiu o maior tamanho no final do experimento teve um comprimento de 6,89 mm e o que teve o menor tamanho ficou com 3,66 mm.

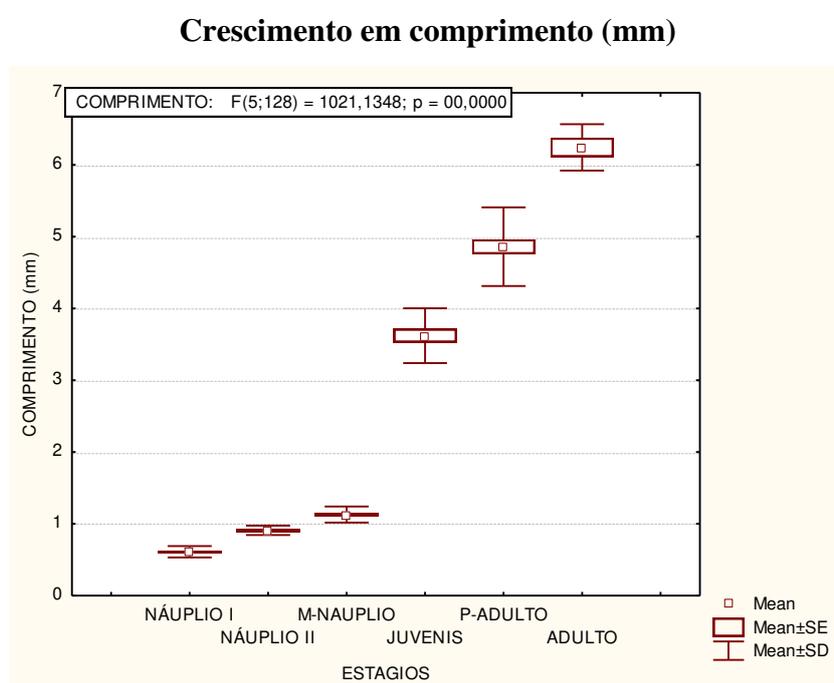


Figura 11. Crescimento da *A. Franciscana* alimentada com a microalga *Chaetoceros muelleri*.

O crescimento da artemia no tratamento com *Chaetoceros muelleri* apresentou uma diferença significativa ($p > 0,05$), que nos primeiros estágios foi equilibrado, porém na fase de metanaúplio a diferença ficou acentuada e, logo após, um crescimento exponencial (figura 17).

Crescimento em comprimento (mm)

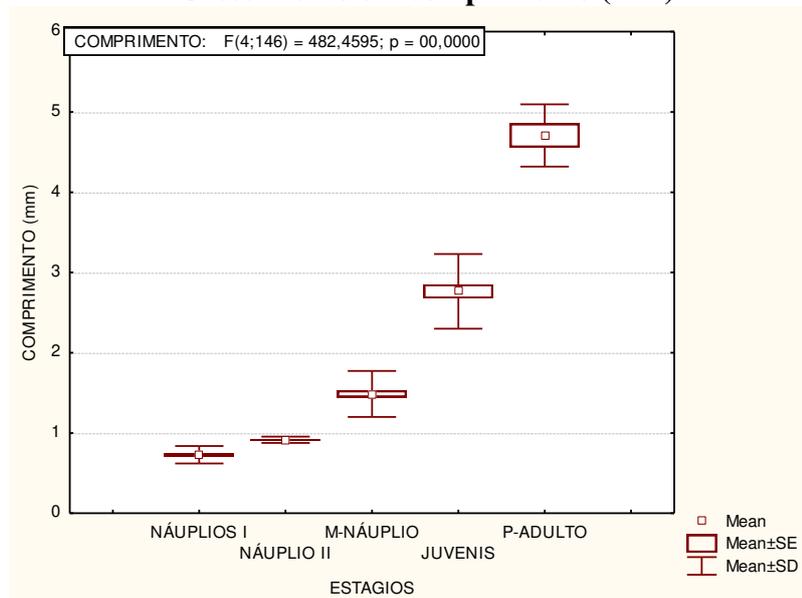


Figura 12. Crescimento da *A. franciscana* alimentada com farinha de arroz e a levedura.

O crescimento da artemia no tratamento com *Chaetoceros muelleri* apresentou uma diferença significativa ($p > 0,05$), que nos primeiros estágios foi equilibrado, porém na fase de metanaúplio a diferença ficou acentuada e, logo após, um crescimento exponencial (tabela 6).

Tabela 6. Tabela de comparação pareada entre as fases naupliares de *A. franciscana* utilizando a microalga *C. muelleri*.

Tukey's pairwise comparisons: Q \ p(same)						
	NÁUPLIO_I	NÁUPLIO_II	M-NÁUPLIOS	JUVENIS	P-ADULTO	ADULTO
NÁUPLIO_I		0,07774	6,236E-05	2,034E-05	2,034E-05	2,034E-05
NÁUPLIO_II	3,8		0,3537	2,034E-05	2,034E-05	2,034E-05
M-NÁUPLIOS	6,601	2,8		2,034E-05	2,034E-05	2,034E-05
JUVENIS	38,4	34,6	31,8		2,034E-05	2,034E-05
P-ADULTO	54,2	50,4	47,6	15,8		2,034E-05
ADULTO	71,85	68,05	65,24	33,45	17,64	

Na avaliação do crescimento final entre os dois tratamentos a maior média em relação ao tamanho foi observada na dieta com *Chaetoceros sp.* em relação com a mistura de farinha de arroz e levedura, apesar do maior tempo no tratamento com microalga, porém além do tempo, outros fatores podem influenciar no desenvolvimento das artemias. Esse resultado mostra que o alimento vivo (microalgas) em relação ao inerte oferece nutrientes mais eficazes, e que possivelmente o arroz não tenha valores nutricionais suficientes para que a *Artemia* se desenvolva (LOURENÇO, 2006; MURAKAMI & HASHIMOTO, 2009 apud SOARES, 2010; ZITTELLI, RODOLFI & TREDICI, 2004).

Como visto anteriormente a levedura *Saccharomyces cerevisiae* pode inibir o crescimento e o desenvolvimento dos crustáceos já que possui baixos teores de aminoácidos sulfurados (MOREIRA, 1984; OGUNTONA, 1986; MIYADA, 1987). Entretanto a amônia no tratamento MIX (arroz e levedura) ficou com média de 2,1 mg/l o que pode ser algo importante já que além de causar mortalidade e também pode afetar o desenvolvimento dos animais (TORRES, G. H. E. 2016)

5.4 Biomassa final

Quanto à biomassa final os maiores valores foram verificados na dieta MIX com peso total de biomassa seca de 1,386g em comparação ao tratamento com a microalga *Chaetoceros sp.*, com um peso final de biomassa seca de 0,894g, embora esse tratamento tenha tido os maiores resultados quanto ao tamanho, a sobrevivência ficou abaixo da média. Esse resultado mostra que o tratamento com a dieta MIX foi mais eficiente na produção de biomassa de *A. franciscana* (figuras 16 e 17). A biomassa final foi obtida tirando uma média das repetições de cada tratamento

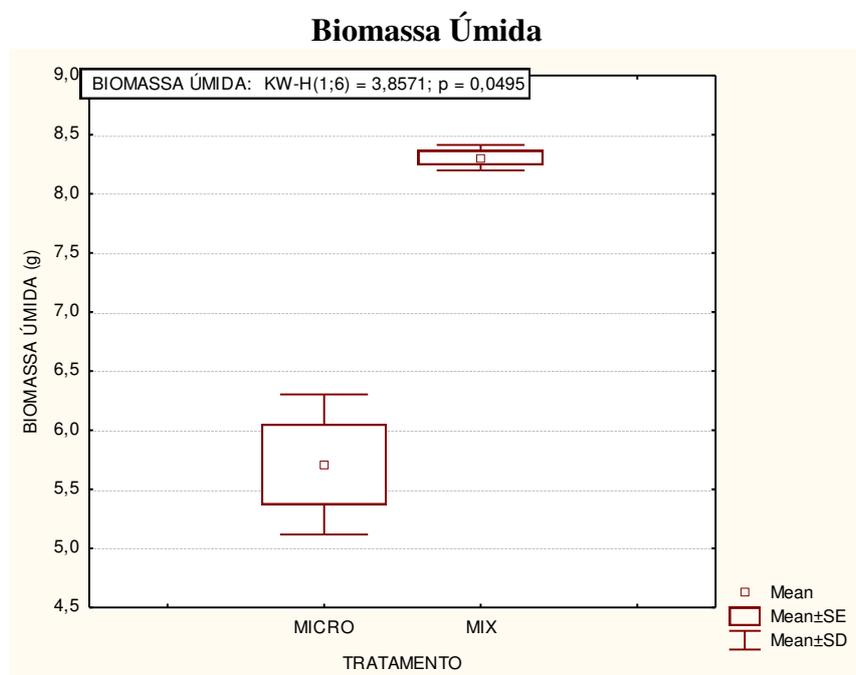


Figura 13. Biomassa úmida de *A. franciscana* alimentadas com microalgas e dieta MIX.

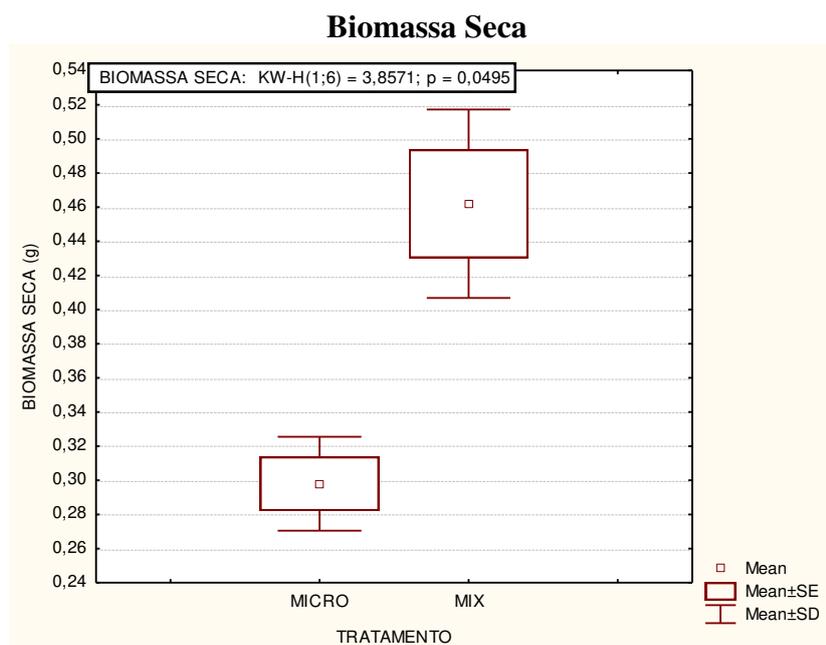


Figura 14. Biomassa seca de *A. franciscana* alimentadas com microalgas e dieta MIX.

6. CONCLUSÃO

A dieta à base da microalga *Chaetoceros muellerinã* obteve um bom desempenho para o cultivo de *Artemia franciscana*, como comprovado estatisticamente, em comparação com tratamento à base de farinha de arroz e a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. A dietanã apresentou bons resultados nas médias finais de sobrevivência e biomassa final. O tratamento MIX à base de alimento inerte se mostrou viável na suplementação alimentar das artemias e pode ser uma boa alternativa de baixo custo na produção de biomassa, porém há necessidade de mais testes para comprovar a sua eficácia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU-GROBOIS, F. A. A review of the genetics of Artemia. Artemia research and its applications, vol I. Morphology, genetics, strain characterization, toxicology. Universa Press. Wetteren, Belgium, p. 61-99, 1987.

ARANA L.A. Biología, cultivo y uso en acuicultura del camarón de salmuera *Artemia* sp. Biología, p. 03, 04, 09, 10, 27-32. SC. Brasil, 1995.

ARANA, L. V. Manual de producción da artêmia (quistes e biomassa) em módulos de cultivo. México, p. 78, 1999.

BASHAN, L. E.; BASHAN, Y. Immobilized microalgae for removing pollutants: Review of practical aspects. Bioresource Technology, v. 101, p. 1611-1627. 2010.

BENIJTS, F.; VAN VOORDEN, E.; SORGELOOS, P. Changes in the biochemical composition of the early larval stages of the brine shrimp, *Artemia salina* L. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON MARINE BIOLOGY, 10., 1975, Ostend. Abstracts... Ostend, p.1-9, 1975.

COUTTEAU, P., GEURDEN, I., CAMARA, M.R., BERGOT, P., SORGELOOS, P. Review on the dietary effects of phospholipids in fish and crustacean larviculture. Aquaculture 155, p.149-164, 1997.

CHISTI, Y. Biodiesel from microalgae. Biotechnology Advances, v.25, p. 294-306. 2007.

DE SOUZA, Ivanildo Surini; DE OLIVEIRA, Pedro Hercílio Cavalcante. UTILIZAÇÃO DA CIANOBACTÉRIA *Spirulina maxima* E DA LEVEDURA *Saccharomyces cerevisiae* COMO DIETAS COMPLEMENTARES NO CULTIVO DE *Artemia franciscana*. HOLOS, v. 3, p. 54-64, 2015.

DIEMER, Odair et al. *Artemia* sp. na alimentação de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*). Ciência Animal Brasileira, p. 175-179, 2012.

FABREGAS, J., HERRERO, C.; CABEZAS, B.; ABALDE, J. Mass culture and biochemical variability of the marine microalgae *Tetraselmis suecica* (Kylin) Butch with high nutrient concentrations, Aquaculture, v.49, p.231-244, 1985a.

FABREGAS, J.; HERRERO, C.; ABALDE, J.; CABEZAS, B. Growth, chlorophyll and protein of the marine microalgae *Isochrysis galbana* in batch cultures with different salinities and high nutrient concentrations, Aquaculture, v.50, p.1-11, 1985b.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Manual Para El Cultivo Y Uso De *Artemia* En Acuicultura. Universidad del Estado en Gent, Belgica - Facultad de Agronomía. 1986. Acesso: 28/10/2018

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. The state of world fisheries and aquaculture: Opportunities and challenges. Rome, 2010.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. The state of world fisheries and aquaculture: Opportunities and challenges. Rome, 2014.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. The state of world fisheries and aquaculture: Opportunities and challenges Rome, 2016.

FIDALGO, J. P., CID, A.; TORRES, E.; SUKENIK, A.; HERRERO, C. Effects of nitrogen source and growth phase on proximate biochemical composition, lipid classes and fatty acid profile of the marine microalgae *Isochrysis galbana*. *Aquaculture*, v.166, p.105–116, 1998.

GAMBARDELLA, C. *et al.* Long term exposure to low dose neurotoxic pesticides affects hatching, viability and cholinesterase activity of *Artemia* sp. *Aquatic Toxicology*, v. 196, p. 79-89, 2018.

GAFFNEY M.; O'ROURKE R.; MURPHY R. Manipulation of fatty acid and antioxidant profiles of the microalgae *Schizochytrium* sp. through flaxseed oil supplementation, p. 195-200. 2014.

GOLDMAN, J. C. Physiological aspects in algal mass cultures. In: SHELEF, G.; SOEDER, C. J. (Ed.), *Algae biomass*. Amsterdam: Elsevier/North Holland Biomedical Press, p.343-359, 1980.

JAY, J. M., *Microbiologia de Alimentos*. Artmed. 6. Ed. 2005.

KADAN, R.S.; BRYANT, R.J.; PEPPERMAN, A.B. Functional Properties of Extruded Rice Flours. *Journal of food science*. Vol. 68, Nr. 5, 2003.

KADAN, R. S.; JUNIOR ZIEGLER, G. M. Role of ingredients in the texture of flanlike food. *Cereal Chem* 66(3):161-5. 1989.

KADAN, R. S.; ROBINSON, M. G.; THIBODEUX, D.P.; PEPPERMAN, A. B. Jr. Texture and other physicochemical properties of whole rice bread. *Journal Food Science*. 66(7):940-4. 2001.

KALE, A; KARTHICK, B. The diatoms. *Resonance*, v. 20. 11p. 2015.

LAVENS, Patrick; SORGELOOS, Patrick. *Produção de Artemia em tanques de cultura*. *Artemia Biology*, p. 317-350, 1991.

LAVENS, P.; SORGELOOS, P. *Manual on the production and use of live food for aquaculture*. 295 p. (FAO Fisheries Technical Paper, n. 361) Rome: FAO, 1996.

LAVENS, P.; SORGELOOS, P. Present status and prospects of the use of *artêmia* cyst and biomass in shrimp farming. Recife: ABRAq, v. 1, p. 147-159. (Brasil 98: Aquicultura) 1998.

LAVENS, P.; SORGELOOS, P. The history, present status and prospects of the availability of *Artêmia* cysts for aquaculture. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 181, n. 3/4, p. 397-403, Jan. 2000.

LÉGER, Phet *al.* O uso e valor nutricional de *Artemia* como fonte de alimento. *Oceanogr. Mar Biol. Ann. Rev* , v. 24, p. 521-623, 1986.

LÓPEZ-ELÍAS, J. A.; CARVALLO, R. M. G.; ESTRADA, R.; ARELI, L.; MARTÍNEZ, C. L. R.; MARTÍNEZ-PORCHAS, M., MIRANDA, B. A.; RAMÍREZ, S. J. C. Evaluation of Culture Media Limited in Nitrogen and Silicates on the Production Response and Lipid Content of the Diatom *Chaetoceros muelleri*. *CurrentResearchJournalofBiologicalSciences*, v.6, p. 145-149. 2014.

LOURENÇO, S. O. Cultivo de microalgas marinhas: princípios e aplicações, São Carlos: Rima, v. 1, 588 p., 2006.

MERCHIE, G. *et al.* Exigência de ácido ascórbico na dieta durante a produção de incubatórios de larvas de pregado. *Journal of Fish Biology*, v. 49, n. 4, p. 573-583, 1996.

MERCHIE, G. 4.3. Use of nauplii and meta-nauplii. Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper No, v. 361, 1996.

MEYER, BN., FERRIGNI, NR., PUTNAM, JE., JACOBSEN, LB., NICHOLS, DE. and McLAUGHLIN, JL. Brine shrimp: A convenient general bioassay for active plant constituents. *Planta Medica*, vol. 45, p. 31-34. PMID:17396775. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2007-971236>, 1982.

MIYADA, V.S. A levedura seca na alimentação de suínos: estudos adicionais sobre o seu valor proteico e vitamínico. Piracicaba, SP. 159 p. Tese (Livre Docência). Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz' - Universidade de São Paulo, 1987.

MOREIRA, J.R.A. Uso de levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) de destilarias de álcool de cana-de-açúcar em rações isocalóricas para suínos em crescimento e acabamento. Piracicaba, SP. 107 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz' - Universidade de São Paulo, 1984.

McLAUGHLIN, JL. and ROGERS, LL. The use of biological assays to evaluate botanicals. *Drug Information Journal*, vol. 32, p. 513-524, 1988.

NAEGEL, L. C. Controlled production of *Artemia* biomass using an inert commercial diet, compared with the microalgae *Chaetoceros*. *Aquaculturalengineering*, 21(1), 49-59. 1999.

NAVARRO, J. C. *et al.* Conversões lipídicas durante o enriquecimento de *Artemia*. *Aquicultura* , v. 174, n. 1-2, p. 155-166, 1999.

OGUNTONA, T. Composition and nutritive value of high dietary n - alkane grow yeast for chickens. *World R. Anim. Prod.*, Longsborough, v.22, n.2, p.13-19, 1986.

PONTES, C. S.; ANDREATTA, E. R. Efeito da oferta de náuplios de *Artemia franciscana* enriquecidos com ácidos graxos poliinsaturados sobre o desenvolvimento de pós-larvas do camarão marinho *Farfantepenaeuspaulensis*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 6, p. 1544-1550, 2003.

RICHMOND, A. *Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied phycolgy*. Blackwell Science, Oxford, UK, 566p. 2004.

ROUND, F.E.; CRAWFORD, R.M; MANN, D.G.As Diatomáceas. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1990.

SEALE, A.The brine shrimp (*Artemia*) as a satisfactory live food for fishes. *Transactions of the American Fisheries Society*, v. 63, n. 1, p. 129-130, 1933.

SEOKA M., KURATA M. & KUMAI H. Effect of docosahexaenoic acid enrichment in *Artemia* on growth of Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* larvae. *Aquaculture*.270: 193-199, 2007.

SEVERO, M. G.; MORAES, K. e RUIZ, W. A. Modificação enzimática da farinha de arroz visando a produção de amido resistente. *Quím. Nova*, vol.33, n.2, p. 345-350, 2010.

SILVA, A.P.; MENDES, P.P. Influência de duas dietas na qualidade de água dos tanques berçário, utilizados no cultivo de camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Acta Scientiarum Animal Sciences*, v. 28, n. 1, p. 105-111. 2006.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H & ROCHA. Produção de plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos. São Carlos: Rima, 106p., 2003.

SORGELOOS, P.*etal*. Manual para a cultura e uso de artemia de camarão Salina na aquicultura. 1986.

SORGELOOS, P., P. LAVENS, P. LEGER, W. TACKAERT & D. VERSICHELE. Manual for the culture and use of brine shrimp *Artemia* in aquaculture. State University of Ghent, Belgium, p. 319, 1986.

SORGELOOS, P. A. P.; DHERT, A.; CANDREVA, P. use of the brine shrimp, *Artêmia* sp. In marine fish larviculture. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 200, n. 1/2, p. 147-159, Aug. 2001.

STOTTRUP J.G. & MCEVOY L.A. (Eds.). *Live Feeds in Marine Aquaculture*. Blackwell Science.UK, 2003.

TACON, A. G. J. *The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp; a training manual*. 1: The essential nutrients. 1987.

TAHMASEBI, A.; KASSIM, M. A.; YU, J.; BHATTACHARYA, S. Hermogravimetric Study of the combustion of *Tetraselmissuecica* microalgae and its blend with a

Victorian brown coal in O₂/N₂ and O₂/CO₂ atmospheres. *Bioresource Technology*, v. 150, p. 15-27. 2013.

TORRES, G. H. E. Comparação da *nannochloropsis* e do farelo de soja para produção de artemia sp. 2016.

WATANABE, T.; KITAJIMA, C.; FUJITA, S. Valores nutricionais de organismos vivos utilizados no Japão para propagação em massa de peixes: uma revisão. *Aquicultura*, v. 34, n. 1-2, p. 115-143, 1983.

WHYTE, J. N. C. Biochemical composition and energy content of six species of phytoplankton used in mariculture of bivalves. *Aquaculture*, v.60, p.231–241, 1987.

VAN STAPPEN, G. Introduction, biology and ecology of Artemia. In: LAVENS, P.; SORGELOOS, P. (Eds). *Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture*. FAO Fisheries Technical Paper, p. 295, 1996.

VIEIRA, C. R. *et al.* Extração enzimática das proteínas da farinha de arroz. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, vol. 28, n.3, p. 599-606, 2008.

VINATEA, J. E. Artemia: um ser vivo excepcional. *Panorama da aquicultura*. Rio de Janeiro, v.4, n.25, p.8-9, 1994.

VINATEA A., L. Biología, cultivo y uso en Acuicultura del Camarón de Salmuera, Artemia sp. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Escuela de Post-Grado, 1995.

VINATEA L. Manual de producción de Artemia (quistes y biomasa) en módulos de cultivo. Universidad Autónoma Metropolitana, México, Unidad Xochimilco, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, 1999.

ZIMMERMANN S., E. MAGALHAES, S. DE SOUZA & A. PENZ. Effects of three different protein sources in growout feeds for fresh water prawns *Macrobrachium rosebergii* (de Man) reared in nursery. III Simpósio Brasileiro sobre cultivo de camarão. Joao Pessoa, Paraíba, Brasil 15 a 20 de outubro de 1989. Anais Volume II: 257-287, 1989.

Artigos publicados na internet:

PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE Artemia franciscana Kellogg 1906 UTILIZANDO DIFERENTES DIETAS. Cisneros, R. y Vinatea, E. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú. 2009.

Revistas e periódicos:

Macrobrachium rosebergii (de Man) reared in nursery. III Simpósio Brasileiro sobre cultivo de camarão. Joao Pessoa, Paraíba, Brasil 15 a 20 de outubro de 1989. Anais Volume II: 257-287, 1989.