



## **Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras**

Curso de Licenciatura em Biologia Marinha

Monografia para obtenção do grau de licenciatura em Biologia Marinha

**Cultivo de *Artemia* sp a partir de dietas alternativas usando subproduto agrícola (farelo de arroz) e levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) como fonte de alimento.**

**Autora:**

Nádia João Muchanga

Quelimane, Março de 2019



# **Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras**

Curso de Licenciatura em Biologia Marinha

Monografia para obtenção do grau de licenciatura em Biologia Marinha

**Cultivo de *Artemia* sp a partir de dietas alternativas usando subproduto agrícola (farelo de arroz) e levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) como fonte de alimento.**

**Autora**

Nádia João Muchanga

**Supervisor**

---

Manecas Baloi, PhD

**Co-Supervisora**

---

Fita Domingos

Quelimane, Março de 2019

## Dedicatória

Dedico este trabalho a minha família em especial aos meus pais Ester Jaime e João Pedro Muchanga por todo apoio dedicado a mim e a todos que tenham algum interesse pela Biologia Marinha.

*“Porque dEle, e por Ele,  
e para Ele são todas as coisas;  
glória, pois, a Ele eternamente. Amém!”  
Romanos 11:36*

## **Agradecimentos**

Seguramente em primeiro lugar agradeço a DEUS o grande EU SOU.

O trabalho tem uma só autora no entanto vários foram os protagonistas para sua conclusão de modo que endereço minha gratidão:

À minha família pelo amor, carinho e incentivo incondicionais aos meus pais e irmãos por investirem e acreditarem na minha formação. Aos tios e primos pela compreensão das minhas ausências e por todo carinho. Amo-vos.

Á toda família Massingue especialmente ao Célio José Massingue pelo amor e carinho.

Ás famílias Pinho, Inácio José, em especial a tia Zulmira, Sulange e Alvina.

Á minha família das paredes verdes Edna Cau, Orcieta Cau e Cristóldia Chacate, á todos colegas em especial a Calmira Jeorge Ofiçane e Oscar Mazivila.

Aos meus supervisores e a empresa AQUAPESCA num todo, pelo suporte e a todos que directas ou indirectamente contribuíram na minha formação académica.

*Kanimambo*

## Declaração de honra

Declaro, por minha honra, que este trabalho de licenciatura intitulado: **Cultivo de *Artemia* sp. a partir de dietas alternativas usando subproduto agrícola (farelo de arroz) e levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) como fonte de alimento**, desenvolvido no Distrito de Inhassunge, Província da Zambézia, na Empresa AQUAPESCA nunca foi apresentado na sua essência ou parte do mesmo para obtenção de qualquer grau académico e que, o mesmo constitui resultado da minha inteira investigação pessoal, estando indicadas no texto e na página das bibliografias todas as fontes por mim consultadas para a sua elaboração.

Nádia João Muchanga

---

Quelimane, Março de 2019

## Resumo

Objectivando avaliar a sobrevivência e obtenção de biomassa da *Artemia* sp usando subproduto agrícola (farelo de arroz) e levedura *Saccharomyces cerevisiae* como fonte de alimento, foi realizado um cultivo na empresa AQUAPESCA durante doze dias, o delineamento experimental foi inteiramente causalizado com cinco tratamentos em triplicata. Para isso, foi feito um pré-cultivo da microalga *Chlorella* sp. durante quinze dias, para proceder o cultivo de artêmias foi usada uma densidade de 100 náuplios/ litro em garrafas pet com 1L de volume útil cada e a alimentação foi dividida em duas etapas na primeira foram oferecidos 0,2 g/L e na segunda , a partir do 7º dia, a quantidade de alimento aumentou para 0,35g/L e esta quantidade foi mantida até o final do experimento sendo que antes de administrar, as dietas foram previamente homogeneizadas usando um triturador 15 minutos. Todos os tratamentos foram submetidos à aeração contínua, monitoramento do pH, temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido, além de renovação diária de 50 % do volume de água. Os resultados indicam que não houve diferenças significativas entre os tratamentos para o OD, temperatura e salinidade excepto para o pH. Observaram-se as mesmas tendências tanto para a sobrevivência quanto para a biomassa final com destaque para a dieta de tratamento com mistura de algas e leveduras que teve  $88\% \pm 0,023$  e  $0,84 \pm 0,03$  respectivamente enquanto que o tratamento com farelo de arroz apresentou o menor número de sobrevivência  $65\% \pm 0,016$  assim como a biomassa  $0,42 \pm 0,06$ . Os resultados demonstram que o farelo de arroz e levedura *Saccharomyces cerevisiae* podem ser usados para o cultivo de artémia pois têm potencial para garantir sua sobrevivência e obtenção de biomassa.

**Palavra-chave:** sobrevivência, biomassa, Artémia, Levedura, Farelo de arroz.

## **Abstract**

Aiming to evaluate the survival and getting biomass of *Artemia* sp, using the agricultural sub product (rice bran) and yeast *Saccharomyces cerevisiae* as food source, a cultivation was carried out in the AQUAPESCA company, during twelve days the experimental design was completely caused by five treatment in triplicate, for that, was done a pre-cultivation of microalga *Clorella* sp during fifteen days, in order to grow artemia, was used a density of 100 nauplii/ L in pet bottles with 1L of each useful volume, and the food was divided in two stages. In the first offended phase 0,2 g / L and in the second stage , from 7<sup>th</sup> day, the amount of food increased to 0.35 g / L and this amount was maintained until the end of second experiment which before administrate the diets, they were previously homogenized using a grinder during 15 minutes. All treatment were submitted to continuous aeration, pH, temperature, salinity and dissolved oxygen, in addition to the daily renew of 50% of the water volume. The results of the research did not have the significant differences between treatments for pH, temperature and salinity for pH. The same tendencies were observed for both survival and biomass production, with emphasis on the algae and yeast mixture treatment diet which had  $88\% \pm 0.023$  and  $0.84 \pm 0.03$  respectively, whereas treatment with rice bran had the lowest survival number  $65\% \pm 0.016$  as well as biomass  $0.42 \pm 0.06$ . Thus, the results demonstrate that rice bran and yeast *Saccharomyces cerevisiae* can be used for the cultivation of artemia because they have potential to guarantee their survival and obtaining biomass.

**Key words:** survival, biomass, artemia, yeast, rice bran.

## Índice

1. Introdução .....	1
1.1. Problematização .....	2
1.2. Justificativa .....	2
1.3. Objetivos .....	4
1.3.1. Geral:.....	4
1.3.2. Específicos:.....	4
2. Revisão de literatura .....	5
2.1. Classificação Sistemática .....	5
2.2. Distribuição Geográfica .....	5
2.3. Morfologia.....	6
2.4. Alimentação .....	7
2.4.1. Microalgas e subprodutos agrícolas na alimentação de <i>Artemia</i> sp. ....	8
2.5. Biologia Reprodutiva .....	9
2.5.1. Ciclo de vida.....	9
2.5.2. Maturidade sexual e reprodução.....	9
2.6. Uso de <i>Artemia</i> sp. na aquacultura.....	10
2.7. Sistemas de cultivo.....	11
2.8. Parâmetros de qualidade de água .....	11
3. Metodologia .....	13
3.1. Descrição da Área de estudo .....	13
3.2. Delineamento experimental.....	13
3.3. Microalgas .....	13
3.4. Procedimento de eclosão .....	13
3.5. Montagem do experimento.....	14

3.6. Alimentação .....	14
3.7. Avaliação das taxas de sobrevivência .....	14
3.8. Comparação da produção de biomassa .....	14
3.9. Monitoramento de parâmetros de qualidade da água .....	15
4. Estatística .....	16
5. Resultados .....	17
5.1. Variação dos parâmetros físicos da água nos ambientes de cultivo.....	17
5.2. Sobrevivência de <i>Artemia</i> sp. cultivadas sob diferentes dietas .....	17
5.3. Comparação da produção de biomassa de <i>Artemia</i> sp. cultivada em diferentes dietas .....	18
6. Discussão .....	20
7. Conclusão .....	21
8. Referências Bibliográficas .....	22



## 1. Introdução

O sucesso da aquacultura como bioindústria depende do desenvolvimento de alimentos que atendam todos os requisitos nutricionais das espécies cultivadas e que apresentem viabilidade técnica e comercial para produção em larga escala (Blanco e Tacon, 1989).

A *Artemia* sp. é um pequeno crustáceo filtrador próprio de habitats aquáticos e de elevada salinidade, especialmente em lagos salgados interiores e salinas costeiras onde os predadores não sobrevivem (Sorgeloos et al., 2001).

Nos últimos anos, o microcrustáceo *Artemia* sp. vem desempenhando um papel fundamental no desenvolvimento da aquacultura. A maior razão para o seu interesse é a sua relevante importância como alimento vivo devido a composição em ácidos graxos altamente insaturados da série ômega 3 (HUFAs w3), uso prático, assim como facilidade no manuseio devido ao pequeno tamanho o que o torna adequado para as larvas e longa vida de prateleira dos cistos (Szyper, 2003) citado por (Souza e Oliveira, 2015). Ademais uma das vantagens do seu uso associa-se aos seus movimentos, que são lentos e devido a isso torna-se fácil a sua captura pelas larvas, entretanto o uso de juvenis ou adulto como presa viva, é reservado a algumas espécies de crustáceos e peixes na sua maioria ornamentais (Ferreira, 2009).

Para o cultivo das artêmias até a fase adulta tem-se usado distintas dietas como por exemplo: microalgas, leveduras, bactérias, protozoários, farelo de milho ou de arroz (Dhont e Lavens, 1996). Sendo que, o desenvolvimento de substitutos de microalgas é de importância primária nos sistemas de cultivo deste microcrustáceo. Tais alimentos podem substituir as microalgas principal fonte alimentar da *Artemia* sp. e desta maneira fazer com que a produção de adultos seja economicamente mais viável. Esses, além de diminuir significativamente os custos, simplificam os processos de obtenção de biomassa (Souza e Oliveira, 2015).

O uso de diferentes combinações da cianobactéria *Spirulina maxima* e da levedura *Saccharomyces cerevisiae* no cultivo de *Artemia franciscana*, sobretudo com maior quantidade de *Spirulina maxima*, atende as perspectivas para o sustento de larvas e adultos de *Artemia franciscana* em sistemas de cultivos laboratoriais, e desta forma, são suficientemente viáveis para substituir, ou pelo menos suplementar as microalgas vivas na nutrição desse microcrustáceo (Souza e Oliveira, 2015). Poucos trabalhos têm sido feitos sobre o potencial uso de subprodutos agrícolas como fonte de alimento no cultivo da *Artemia* sp. as principais vantagens do uso desses

subprodutos são seu baixo custo e disponibilidade, igualmente importante na avaliação das dietas secas é a consistência da qualidade e oferta, e a possibilidade de armazenamento sem perda de qualidade. A presente pesquisa perspectivou produzir *Artemias* sp. em ambiente controlado, usando diferentes dietas: farelo de arroz e levedura *Saccharomyces cerevisiae*, de modo a gerar mais conhecimento sobre seu uso.

## 1.1. Problematização

Um dos constrangimentos da larvicultura de peixes e camarões marinhos tem sido a sobrevivência dos organismos nas primeiras etapas do seu ciclo de vida, apesar dos contínuos estudos para se conseguir fechar o ciclo, a mortalidade tem sido quase total. Há por isso a necessidade de estudos sobre obtenção de biomassa de *Artemia* sp. uma vez que este microcrustáceo é um dos melhores alimentos vivos durante esta fase.

Para o crescimento das *Artemia* sp. até a fase adulta tem se utilizado distintas dietas como por exemplo: microalgas, leveduras, bactérias, protozoários, farelo de milho ou de arroz (Dhont e Lavens, 1996). No entanto, as algas unicelulares ainda permanecem como um alimento indispensável no cultivo da *Artemia* sp. em escala laboratorial sendo que um dos constrangimentos do seu uso é a manutenção da disponibilidade do alimento (microalgas) (Souza e Oliveira, 2015).

Os estudos sobre dietas alimentares para *Artemia* sp. em sua maioria têm foco em dietas à base de microalgas ou leveduras (Dhont e Lavens, 1996). Contudo a falta de pesquisas acerca do uso de subprodutos tais como farelo de arroz, entre outros tem limitado seu uso no cultivo deste microcrustáceo. De acordo com os pressupostos acima descritos, o presente estudo pretende saber se os subprodutos agrícolas têm qualidades suficientes para garantir a obtenção de biomassa de *Artemia* sp.

## 1.2. Justificativa

O desenvolvimento de substitutos de microalgas é de importância primária nos sistemas de cultivo. Tais alimentos podem substituir as microalgas, principal fonte alimentar da *Artemia* sp. e desta maneira fazer com que a produção de adultos seja economicamente viável. Esses, além de diminuir significativamente os custos, simplificam bastante os processos de obtenção de biomassa (Souza e Oliveira, 2015).

Poucos trabalhos têm sido feitos sobre o potencial uso de subprodutos agrícolas como fonte de alimento no cultivo da *Artemia* sp. As principais vantagens do uso desses subprodutos são seu baixo custo e disponibilidade, igualmente importante na avaliação das dietas secas é a consistência da qualidade e oferta, e a possibilidade de armazenamento sem perda de qualidade. A presente pesquisa perspectiva produzir *Artemia* sp. em ambiente controlado, usando farelo de arroz e leveduras. Dando deste modo a possibilidade de gerar mais conhecimento sobre o uso de

farelo de arroz no cultivo de *Artemia* sp. assim como a obtenção de biomassa economicamente mais viável.

### **1.3. Objectivos**

#### **1.3.1. Geral:**

Contribuir para o conhecimento do uso de dietas alternativas usando subproduto agrícola (farelo de arroz) e levedura *Saccharomyces cerevisiae* como fonte de alimento da *Artemia* sp.

#### **1.3.2. Específicos:**

- Avaliar a sobrevivência de *Artemia* sp. cultivada em diferentes dietas;
- Comparar a produção de biomassa de *Artemia* sp. cultivada em diferentes dietas.

## **2. Revisão de literatura**

A *Artemia* sp. é um pequeno crustáceo de grande importância como alimento nas fases larvais de crustáceos e peixes. Podem ser encontradas no comércio na forma de cistos, biomassa congelada e liofilizada (Igarashi, 2008).

### **2.1. Classificação Sistemática**

Segundo Sorgeloos *et al.* (1986), a *Artemia* sp. possui a seguinte posição sistemática:

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Classe: Crustacea

Subclasse: Branchiopoda

Ordem: Anostraca

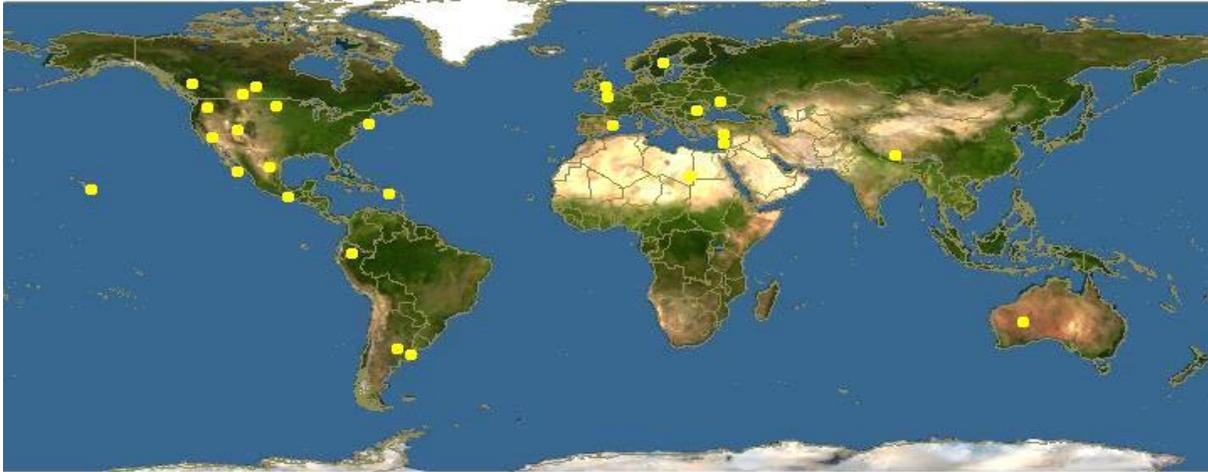
Família: Artemiidae

Gênero: *Artemia*, Leach (1819)

### **2.2. Distribuição Geográfica**

*Artemia spp.*, é um crustáceo branquiópode, encontrando-se em todos os continentes (figura 1), em salinas ou lagos com alta salinidade (Ferreira, 2009). Sousa (2013) acrescenta que este gênero tem uma distribuição à escala mundial, podendo encontrar-se em todos os continentes, excepto na Antártica.

A forma encistada da *Artemia* sp é comumente encontrada em ecossistemas aquáticos de alta salinidade sendo maioritariamente proveniente do “Great Salt Lake” (Utah, EUA), (Câmara, 2002).



**Figura 1.** Distribuição mundial da *Artemia salina*. Cores amareladas ilustram áreas de ocorrência da espécie (<http://www.discoverlife.org.com>).

### 2.3. Morfologia

A morfologia deste género é muito variável, alterando com a espécie, a ploidia (no caso das estirpes partenogenéticas) e as características físico-químicas do meio. No entanto, em todos os casos, podemos distinguir três zonas externas do corpo bem diferenciadas: cabeça, tórax e abdómen (Sousa, 2013).

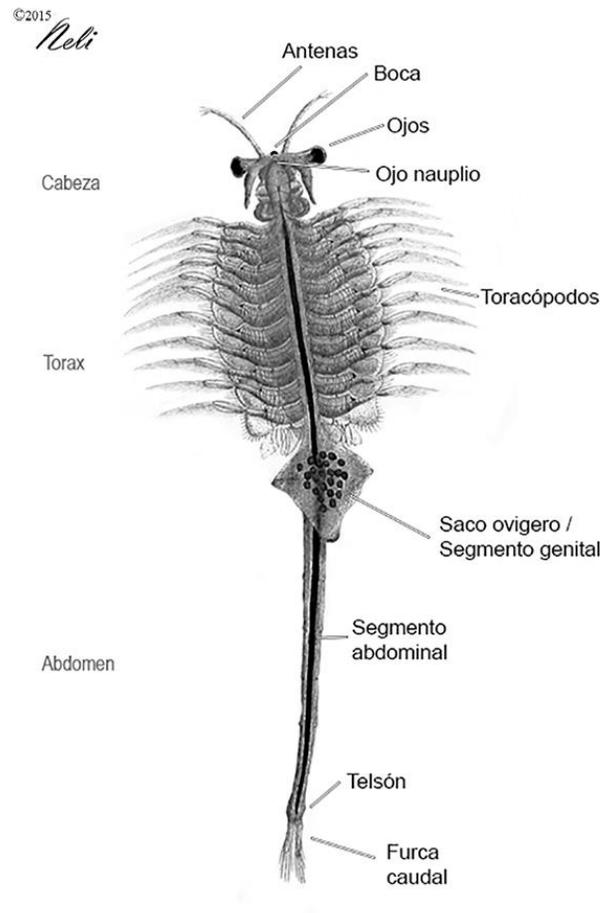
A casca dos cistos é formada por três estruturas: o córion, a membrana cuticular externa e a membrana cuticular embrionária. O córion é uma capa dura formada por lipoproteínas e tem como principal função proteger os embriões contra rupturas mecânicas e radiação ultravioleta dos raios solares. As lipoproteínas são impregnadas de quitina e hematina a concentração de hematina é o factor que determina a cor da casca, variando de marrom pálido a marrom escuro (Van Stappen, 1996).

A membrana cuticular externa protege o embrião da penetração de moléculas maiores que a molécula de CO<sub>2</sub> e tem a função de filtro, actuando na permeabilidade. A cutícula embrionária é uma capa transparente e altamente elástica que se transforma em membrana de eclosão durante o processo de incubação (Van Stappen, 1996).

Van Stappen (1996) afirma que no primeiro estágio larval, a *Artemia* sp. apresenta 400 a 500 µm de comprimento, tem uma cor marrom-laranja (por acumulação de reservas vitelínicas), um olho vermelho naupliar na região da cabeça e três pares de apêndices: primeiro par de antenas (função

sensorial), segundo par de antenas (função locomotora e filtradora) e as mandíbulas (função de absorção dos alimentos).

Os adultos de *Artemia* sp. apresentam comprimento de  $\pm 1$  cm, corpo alongado, segmentado e dividido em cabeça, tórax e abdómen (figura 2). O trato digestivo das artérias é linear e existem onze pares de toracópodos na região torácica, os quais são responsáveis pela alimentação, respiração e natação (Van Stappen, 1996).



**Figura 2.** Morfologia externa da *Artemia* sp. ([www.bioartemia.com](http://www.bioartemia.com))

#### 2.4. Alimentação

A *Artemia* sp. em comparação com outros crustáceos, tem um mecanismo de alimentação muito primitivo, sendo um filtrador não selectivo e contínuo de detritos orgânicos, algas microscópicas e bactérias (Van stappen, 1996).

Vários factores podem influenciar o seu comportamento alimentar da, afectando a taxa de filtração, taxa de ingestão e ou assimilação: incluindo a qualidade e a quantidade do alimento.

Devido a estas características, são considerados críticos na selecção da dieta os seguintes factores: tamanho da partícula (que não deve ser maior que 50 µm), digestibilidade, valor nutritivo do alimento e solubilidade das partículas. No estágio I, a larva não se alimenta, pois seu trato digestivo ainda não é funcional, permanecendo com a boca e o ânus fechados, nutrindo-se apenas da reserva vitelínica. No estágio II, as larvas filtram pequenas partículas de 1 a 50 µm de alimentos (bactérias e detritos) (Van Stappen, 1996).

As algas unicelulares, permanecem como um alimento indispensável para a criação deste organismo contudo produtos como farinha de trigo, pó de arroz e de soja, macroalgas, levedura de cerveja e de padaria e melão de cana podem substituir as microalgas e reduzir os custos de produção (Souza & Oliveira, 2015).

#### **2.4.1. Microalgas e subprodutos agrícolas na alimentação de *Artemia* sp.**

Borgo (2011) avaliou a sobrevivência e o crescimento de *Artemia* sp., cultivada sob três diferentes dietas microalgais (*Rhodomonas lens* e *Thalassiosira weissflogii* e uma mistura de 50% de cada microalga (Mix), tendo obtido um melhor desempenho para o cultivo intensivo de *Artemia* sp. alimentada com a microalga *Rhodomonas lens*.

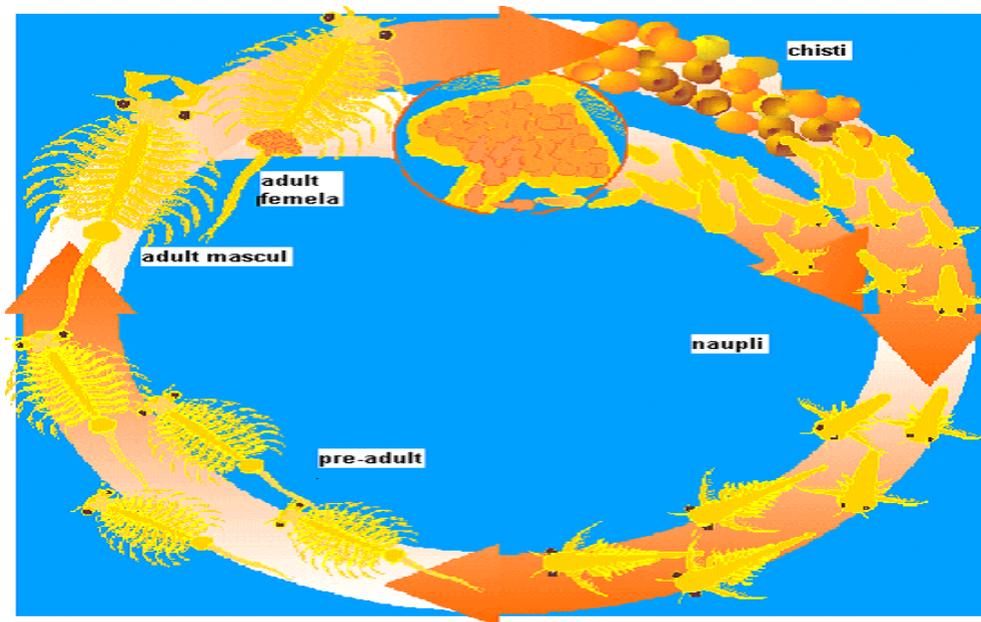
O melhor alimento para este microcrustáceo tem sido as algas sendo que os géneros *Chlamydomonas*, *Tetrahedron* e *Dunaliella* demonstram se como sendo os melhores para alimentação deste microcrustáceo (Sorgeloos *et. al.*, 1986).

Cisneros e Vinatea (2009) cultivaram *Artemia* usando sete diferentes dietas: Polvillo de arroz, farinha de soja, farinha de camarão, farinha de alfafa, farinha de pescado, microalga *Isochrysis galbana* e uma mistura de 20% de todas dietas com objectivo de determinar a facilidade do seu uso para obtenção de biomassa de adultos. Sendo que os resultados mostraram que a farinha de soja apresentou a quantidade de proteínas requerida por *Artemia franciscana* durante seu crescimento, igualmente com esta dieta se obteve a melhor taxa de crescimento, maior biomassa e melhor factor de conversão alimentar.

## 2.5. Biologia Reprodutiva

### 2.5.1. Ciclo de vida

O ciclo de vida da *Artemia* está representado na figura 3. No meio natural o ciclo da *Artemia* sp. inicia-se quando libertam cistos que flutuam na superfície da água, estes são transportados pela acção do vento e das ondas. Essa fase são metabolicamente inactivos (estado de diapausa) desta forma não se desenvolvem enquanto forem mantidos secos, podendo permanecer assim por cinco anos ou mais. Após a imersão em água salgada, os cistos bicôncavos hidratam, tornando-se esféricos e retomando seu metabolismo interrompido. Após aproximadamente 20 horas, a membrana externa do cisto rompe e o embrião aparece, enquanto o embrião é mantido debaixo da capa vazia (estágio de sombrinha), o desenvolvimento do náuplio é completado. Em um curto intervalo de tempo, a membrana de eclosão finalmente é rompida e o náuplio (primeiro estágio larval) nasce. O tempo de desenvolvimento de náuplio até a fase adulta é de oito dias (Van Stappen, 1996).



**Figura 3.** Ciclo de vida da *Artemia salina*. (<http://brineshrimp.wordpress.com>)

### 2.5.2. Maturidade sexual e reprodução

Este microcrustáceo pode alcançar a maturidade sexual em apenas duas semanas quando a temperatura ambiental supera os 25°C ou em um ou dois meses quando as temperaturas são baixas e pode viver 2 a 4 meses (Arana, 1999). Em contrapartida, Vinatea (1994) afirma que o ciclo de vida da *Artemia* sp. dura aproximadamente catorze dias, sendo que, após a fase de

náuplio, seguem-se as fases de metanáuplio I e II, III e IV, juvenil e adulto. Ao passo que Igarashi (2008), afirma que o ciclo de vida da *Artemia* sp. pode se distinguir quatro estágios morfológicos de desenvolvimento: náuplio, metanauplio, pré-adulto e adulto. A larva cresce e se diferencia por cerca de 15 mudas, pares de apêndices lobulares aparecem na região torácica, os quais irão se diferenciar em toracópodos. A partir do estágio X, importantes mudanças morfológicas e funcionais ocorrem. As antenas perdem a função locomotora e se transformam em elementos de diferenciação sexual (Van Stappen, 1996).

As fêmeas possuem uma bolsa incubadora (útero externo) situada atrás do 11º par de toracópodos. Os óvulos se desenvolvem em dois ovários tubulares no abdômem e, quando amadurecem, tornam-se esféricos e migram para o útero (Van Stappen, 1996).

## **2.6. Uso de *Artemia* sp. na aquicultura**

Geralmente a *Artemia* sp. é utilizado na alimentação dos primeiros estágios (larva e pós-larva) de camarões peneídeos podendo ser usados também durante a fase inicial de muitas espécies de água doce sendo considerado como um excelente alimento para os estágios iniciais dos peixes e de fácil produção (Van Stappen, 1996).

As estirpes de menores dimensões e mais ricas em HUFA, por exemplo Great Salt Lake, Utah, são utilizadas nas primeiras fases larvares dos peixes marinhos, em que se utilizam directamente náuplios (*instar I*) recém-eclodidos, devido as seguintes características: menor dimensão dos náuplios e maior valor nutritivo o seu valor comercial é muito elevado. As outras estirpes utilizam-se numa fase posterior (náuplios de *instar II* e *III*), quando as larvas já consomem presas de maiores dimensões, em que os náuplios são previamente bioencapsulados, pelo que o seu valor nutritivo vai depender do produto utilizado na bioencapsulação. Estas estirpes apresentam um custo/ Kg de cistos muito mais baixo. Ainda, *Artemia* sp tem sido usado como vector para bioencapsular via emulsões lipídicas vários componentes profiláticos e nutricionais em um número crescente de organismos aquáticos (Persoone e Sorgeloos, 1980).

Á semelhança dos náuplios, a biomassa de *Artemia* sp apresenta perfil nutricional rico em aminoácidos essenciais, ácidos graxos altamente insaturados, hormônios, pigmentos e vitaminas, facto que justifica sua inclusão entre as principais fontes de substâncias atractivas e estimulantes alimentares para uso na aquicultura (Coutteau *et al.*, 2000).

Assim, tanto em sua forma larval (náuplios eclodidos a partir de cistos) como no estágio adulto (biomassa), esse microcrustáceo é considerado o mais versátil e popular de todos os alimentos usados em aquacultura. Podendo ser utilizado na alimentação de larvas e juvenis de peixes e camarões, da mesma forma que na indução à reprodução e na engorda.

Adicionalmente, uma das vantagens da utilização dos juvenis de *Artemia sp.* seria o aporte de alguns aminoácidos, pois já foi observado que certas variedades na fase naupliar não possuem histidina, metionina, fenilalanina e treonina (Hoff e Snell, 1987).

## **2.7. Sistemas de cultivo**

Existe o cultivo extensivo é praticado principalmente em salinas com uma segunda fonte de renda cuja densidade fica em torno de 100 artêmias/ litro. Neste sistema as microalgas são a principal fonte de alimento e a adubação da água pode ser feita com fertilizantes orgânicos ou minerais (Sorgeloos *et al.*, 1986).

O cultivo intensivo pode ser através do sistema “batch” ou circuito fechado (sem renovação de água) e o sistema “flow-through” ou circuito aberto (com renovação de água). Nestes sistemas a alimentação pode ser natural (microalgas cultivadas) ou inerte (farinhas de subprodutos agrícolas) (Sorgeloos *et al.*, 1986).

A densidade praticada pode ser em torno de 10.000 artêmias/ litro. As principais vantagens da produção controlada de em tanques ou "raceways" é que podem ser realizadas a densidades muito altas (milhares de artêmias por litro, em comparação a algumas centenas de indivíduos por litro no sistema extensivo), independentemente das condições meteorológicas locais (estações seca ou chuvosa) ou da disponibilidade "in situ" da água do mar natural, pois utilizam água do mar artificial em sistemas de recirculação (Sorgeloos *et al.*, 1986).

## **2.8. Parâmetros de qualidade de água**

Os principais fatores abióticos que condicionam o desenvolvimento, reprodução e dinâmica das populações de *Artemia sp* são a salinidade, temperatura, concentração de oxigênio dissolvido e pH (Barata *et al.*, 1996). Embora em seu ambiente natural ocorre apenas em água de alta salinidade o seu limite é definido pelo limite de tolerância à salinidade de predadores locais. No entanto, seu melhor desempenho fisiológico, em termos de taxa de crescimento e eficiência de conversão alimentar a salinidade para o cultivo deve ser de 35 ppt (Dhont e Lavens, 1996).

Em termos gerais, quanto a tolerância de temperatura as artêmias podem sobreviver nas faixas de 5 e os 35°C, estando a temperatura ótima situada entre os 25°C e os 30°C (Sorgeloos, 1980). No que diz respeito as concentrações de oxigênio dissolvido, este deve manter se continuamente superiores a 5 mg/ litro (Sorgeloos *et al.*, 1986). Quanto ao pH geralmente varia de 6,5 a 8 este tende a diminuir durante o período de cultura como resultado de processos de desnitrificação. No entanto, quando o pH atinge valores abaixo de 7,5 pequenas quantidades de NaHCO<sub>3</sub> deve ser adicionado a fim de aumentar a capacidade tampão da água para uma produção ótima (Dhont e Lavens, 1996).

### 3. Metodologia

#### 3.1. Descrição da Área de estudo

O experimento foi realizado na empresa AQUAPESCA localizada no Distrito de Inhassunge, Província da Zambézia, Moçambique com as seguintes coordenadas geográficas Latitude 24° 54' 28. 82"Sul; Longitude 34° 17' 34.88" Este, a Norte está confinada com o distrito de Nicoadala separando-se da cidade de Quelimane através do rio Cuácua, a Sul limitado pelo distrito de Chinde através do rio Abreus, a Este com Oceano Indico (Canal de Moçambique) e a Oeste com o distrito de Mopeia (MAE, 2005).

#### 3.2. Delineamento experimental

O experimento decorreu durante doze dias, o delineamento experimental foi inteiramente causalizado com cinco tratamentos em triplicata, segundo a tabela 1.

**Tabela 1.** Tratamentos

Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4	Tratamento 5
<i>Clorella</i> sp.	<i>Clorella</i> sp. + <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Clorella</i> sp. + Farelo de arroz	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Farelo de arroz

#### 3.3. Microalgas

A espécie usada foi a *Clorella* sp. que foi pré-cultivada durante quinze dias, o pré-cultivo consistiu em inocular 15 litros de *Clorella* sp. em um volume de 300 litros de água previamente clorada e fertilizada com NPK. A contagem foi feita usando uma câmara Neubauer com auxílio de microscópio de modo a estimar a densidade por mL de células e se obter as quantidades necessárias em volume de microalgas a serem administradas as artémias. Os tratamentos com microalgas foram administrados com *Clorella* sp variando entre 100 a 200 ml de acordo com o crescimento e surgimento de novas gerações de algas.

#### 3.4. Procedimento de eclosão

Para o procedimento de eclosão seguiu se as condições descritas por Sorgeloos *et al* (1986): oxigénio dissolvido acima de 5 mg/ litro, luminosidade superior a 1.000 lux, pH entre 8,0–8,5 e temperatura entre 25–28°C todavia a salinidade usada foi de 30‰ diferindo do recomendado

35‰. A incubação dos cistos procedeu se usando um tanque com volume útil de 60 litros, 25g de cistos de *Artemia* sp. após aproximadamente 24 horas os cistos eclodiram.

### **3.5. Montagem do experimento**

Para realização do experimento montou se uma estrutura física que consistiu em uma mesa com suporte para um tanque de 60 litros que foi usado para eclosão e quinze garrafas pet com 1L de volume útil cada. Para assegurar a concentração de oxigênio dissolvido em níveis satisfatórios, e também, manter as partículas alimentares em suspensão, foram colocados sistemas de aeração em cada meio de cultivo e as temperaturas foram controladas através de termostatos (Souza e Oliveira, 2015).

### **3.6. Alimentação**

Após a eclosão realizou se a contagem dos náuplios a partir de uma pipeta graduada de vidro e a densidade de cultivo foi de 100 náuplios/ litro. O farelo de arroz foi obtido em moageira local e a levedura (European) no supermercado. A administração de alimento obedeceu a duas etapas Dhont e Lavens (1996), a primeira que compreendeu da eclosão até o 6º dia de cultivo, foram oferecidos 0,2 g/L e na segunda etapa, a partir do 7º dia, a quantidade de alimento aumentou para 0,35g/L e esta quantia foi mantida até o final do experimento. Esse procedimento foi aplicado em todos os três experimentos.

As dietas utilizadas foram previamente trituradas e passaram por um processo de homogeneização, que teve duração de aproximadamente 15 minutos, sendo posteriormente filtradas em peneira antes de serem oferecidas aos náuplios. Diariamente era realizada uma renovação de 50% do volume de água antes da alimentação (Takata, 2007).

### **3.7. Avaliação das taxas de sobrevivência**

As taxas de sobrevivência foram obtidas no final do experimento tendo sido baseadas no número de indivíduos presentes em cada tratamento comparativamente ao número inicial nos diferentes tratamentos.

### **3.8. Comparação da produção de biomassa**

A biomassa total de *Artemia sp.* foi estimativa no final do experimento e baseou se seu peso húmido, na pesagem em balança analítica digital com uma precisão de 0,001g sendo retirado apenas o excesso de água através de papel de filtro.

### **3.9. Monitoramento de parâmetros de qualidade da água**

Os dados referentes aos parâmetros de qualidade de água (oxigênio, temperatura e pH) foram monitorados duas vezes ao dia as (07:00h e 15:00h) usando o oxímetro YSI 550A e pH Testr10 respectivamente e a salinidade que era medido uma vez por dia as 7:00h usando um refratômetro (Refratômetro SR-6).

#### **4. Estatística**

Os dados de qualidade de água e do desempenho zootécnico (sobrevivência e biomassa) foram submetidos a análise de variância (ANOVA-unifatorial) para verificar a existência de variações estatisticamente significativas ( $P < 0,05$ ), baseada em suposições de normalidade e homogeneidade. Em seguida, o teste de Tukey foi utilizado para examinar as diferenças estatísticas entre os tratamentos. Os dados percentuais foram transformados para arco-seno antes das análises.

## 5. Resultados

### 5.1. Variação dos parâmetros físicos da água nos ambientes de cultivo

Os resultados dos parâmetros de qualidade de água estão apresentados na tabela 2, sendo que não foram observados diferenças significativas entre os tratamentos para o OD, temperatura e salinidade excepto para o pH. Maiores valores de pH foram registados nos tratamentos com leveduras e farelo de arroz.

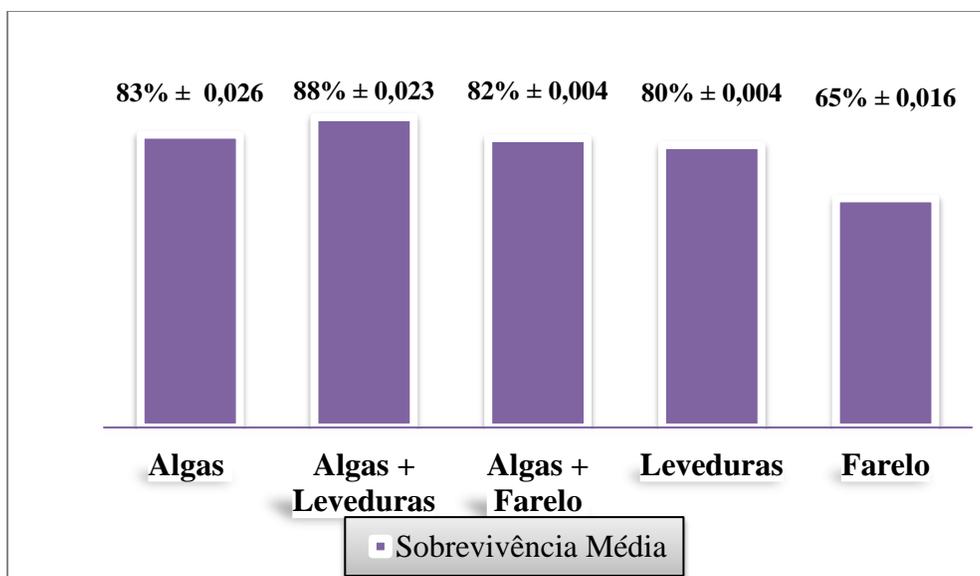
**Tabela 2.** Média e desvio padrão das variáveis abióticas (OD, temperatura, salinidade, pH).

Parâmetros	Dieta				
	Algas	Algas + Leveduras	Algas + Farelo de arroz	Leveduras	Farelo de arroz
OD (mgL <sup>-1</sup> )	6,40 ± 0.19	6,36 ± 0,19	6,36 ± 0,20	6,41 ± 0.15	6,38 ± 0,17
Temp (°C)	29,5 ± 1,04	29,4 ± 0.16	29,6 ± 0,30	29, 6 ± 0,17	29,7 ± 0,13
Salinidade (g.L <sup>-1</sup> )	30 ± 0	30 ± 0	30 ± 0	30 ± 0	30 ± 0
pH	7,64 ± 0,59 <sup>d</sup>	7,99 ± 0,43 <sup>c</sup>	8,11 ± 0,25 <sup>bc</sup>	8,28 ± 0,16 <sup>a</sup>	8,24 ± 0,15 <sup>ab</sup>

Médias na mesma linha seguidas de letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ).

### 5.2. Sobrevivência de *Artemia* sp. cultivadas sob diferentes dietas

As médias de sobrevivência e seus respectivos desvios padrão observados durante a experiência estão ilustradas na figura abaixo (Figura 3). Conforme o ilustrado, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos.



**Figura 4.** Sobrevivência média e Desvio Padrão de *Artemia* sp. obtida nos diferentes tratamento

### 5.3. Comparação da produção de biomassa de *Artemia* sp. cultivada em diferentes dietas

As artêmias alimentadas com Algas + Leveduras apresentaram maior biomassa em relação aos demais tratamentos conforme ilustrada a tabela 3.

**Tabela 3.** Média da produção de biomassa nos diferentes tratamentos.

		Biomassa (g)		
Algas	Algas + Leveduras	Algas + Farelo de arroz	Leveduras	Farelo de arroz
0,62 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,84 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,58 ± 0,01 <sup>ab</sup>	0,53 ± 0,01 <sup>bc</sup>	0,42 ± 0,06 <sup>c</sup>

Médias na mesma linha seguidas de letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ).

## 6. Discussão

Os principais parâmetros de qualidade de água que condicionam o desenvolvimento, reprodução e dinâmica das populações de *Artemia* sp são a salinidade, temperatura, concentração de oxigênio dissolvido e pH (Barata *et al.*, 1996). No presente estudo não foram observadas diferenças significativas dos parâmetros de qualidade da água entre os tratamentos, excepto para o pH, porém todos estiveram dentro dos limites aceitáveis para a sobrevivência e o crescimento da artémia.

Takata (2007) durante seu experimento sobre os efeitos de diferentes dietas, salinidades e temperaturas para cultivo de artémia com o objectivo de permitir a padronização de tecnologia de produção massiva de juvenis de artémia conclui que a salinidade que mais favorece o cultivo de *Artemia franciscana* em água doce salinizada com NaCl está entre 30 e 35‰ e a temperatura mais adequada para o cultivo da Artémia está na faixa entre 25 e 30°C. A temperatura e a salinidade constituem o principal factor no crescimento da artémia sendo o efeito da temperatura mais pronunciado (Dhont e Lavens, 1996). Porém no presente estudo os valores de temperatura e salinidade não tiveram variações acentuadas entre as dietas. Para uma óptima produção a concentração de oxigênio dissolvido deve manter se continuamente superior a 5 mg/ L, quanto ao pH geralmente a artémia tolera faixas entre 6,5-8 (Sorgeloos *et al.*, 1986).

As microalgas permanecem como um alimento indispensável para a criação das artémias, contudo produtos como farinha de trigo, pó de arroz e de soja, levedura de cerveja podem substituir as microalgas e reduzir os custos de produção (Souza & Oliveira, 2015). Estes autores utilizaram diferentes combinações da cianobactéria *Spirulina maxima* e da levedura *Saccharomyces cerevisiae* no cultivo de *Artemia franciscana*, tendo concluído que indivíduos de *Artemia franciscana* tratados com mistura entre as dietas obtiveram um melhor índice de sobrevivência. No presente estudo, não houve diferença significativa para a sobrevivência entre os tratamentos, o que sugere que a mistura de alimento usado garante bons índices de sobrevivência.

No presente trabalho, a biomassa média do tratamento administrado com mistura de algas e leveduras (apresentou maior biomassa) foi de  $0,84 \pm 0,03$  e o tratamento com farelo de arroz teve como média  $0,42 \pm 0,06$  esses resultados são maiores que os obtidos em um estudo similar feito

por Takata (2007) tendo obtido uma biomassa de  $0,25 \pm 0,03$  para o farelo de arroz e  $0,32 \pm 0,16$  para levedura seca.

Corrêa *et al.*, (2010) objectivando a eclosão e estimativa da biomassa total de *Artemia* sp. cultivada em caixas de água com volume de 150 L, alimentada com sumo da folha da mandioca e fitoplâncton em condições controladas de laboratório, durante três meses observou que o tratamento contendo sumo da folha da mandioca promoveu o melhor resultado, com média de  $129,361 \pm 72,31$  g, enquanto o tratamento a base de plâncton mostrou uma média de  $30,828 \pm 17,36$  g.

Apesar desses estudos demonstrarem uma versatilidade na dieta do microcrustáceo artémia contudo deve se ter em conta o tamanho das partículas. Visto que a artémia é um típico filtrador, ingerindo material particulado que pode variar entre alguns micrómetros até 50 micrómetros. (Persoone, & Sorgeloos, 1980).

## **7. Conclusão**

De acordo com os resultados encontrados conclui-se que:

✓ As dietas testadas durante o experimento possuem qualidade suficiente para garantir a sobrevivência e obtenção de biomassa das artêmias, e desta forma demonstram ser suficientemente viáveis para substituir, ou pelo menos suplementar, as microalgas na nutrição desse microcrustáceo, contudo destaca-se que a mistura de leveduras e algas apresentou os melhores resultados tanto para a sobrevivência quanto para a produção de biomassa.

## 8. Referências Bibliográficas

- ✓ Arana, L. V. (1999). Manual de producción de Artemia (Quistes y Biomassa) em Módulos de Cultivo. Universidad Autónoma metropolitana, Unidad Xocimilco, México, 47 p.
- ✓ Blanco, L. T. E A. G. J. Tacon. (1989). La producción de alimento vivo y su importancia en acuicultura AQUILA - Apoyo a las Actividades Regionales de Acuicultura para America Latina y el Caribe. Programa Cooperativo Gubernamental FAO – Italia. Documento de campo 12. 90 pp.
- ✓ Borgo, D. (2011). Produção de *Artemia* adulta em cultivos intensivos sob diferentes dietas para servir de alimento vivo em larvicultura de polvos. Tese de Licenciatura. Universidade Federal do Paraná.
- ✓ Câmara, M. R. (2002). Fazenda experimental de artêmia aponta potencial das salinas brasileiras. *Tecnologia.*, 34-39.
- ✓ Cisneros, R. & Vinatea, E. (2009) Biomass production of *artemia franciscana* kellogg 1906 using different diets. Perú.
- ✓ Coutteau, P., Santos, M., Kontara, E. K., Camara, M. R. (2000). Effect of feeding attractants on feeding rate and on growing performance of penaeid shrimp. *European Aquaculture Society, Special Publication 28*: 153.
- ✓ Corrêa, J. M. et al. Estimativa da eclosão e biomassa total no cultivo de *Artemia* sp. (Crustacea, Branchiopoda, Anostraca) submetida a diferentes dietas. *PUBVET, Londrina, V. 4, N. 1, Ed. 106, Art. 710, 2010.*
- ✓ Dhont, J.; Lavens, P. Artemia: Tank production and use of ongrown Artemia: 164-195, In: *Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical. n.º. 361, 295 pp, 1996.*
- ✓ Ferreira. P. M. P. (2009) Manual de cultivo e bioencapsulação da cadeia alimentar para a larvicultura de peixes marinhos. In: IPIMAR. (editor), *Artémia (Artemia spp.)* pp 169-231
- ✓ Hoff, F. H. and Snell, T. W. (1987). *Plankton culture manual, First edition, Florida Aqua Farms, Inc., Florida USA*
- ✓ Igarashi, M. A. (2008). Potencial econômico das Artêmias produzidas em regiões salineiras do Rio Grande do Norte. *PUBVET, Londrina, v.2, n.31, Art. 386.*

- ✓ MAE. (2005). Perfil do Distrito de Nicoadala Provincia da Zambezia.
- ✓ Persoone, G. e Sorgeloos, P., (1980), General Aspects of the Ecology and Biogeography of Artemia, The Brine Shrimp Artemia, Vol. 3, 3 - 4, Universa Press, Wetteren, Belgium.
- ✓ Sorgeloos, P., Dhert, P., Candreva, P., (2001) Use of the brine shrimp, *Artemia* spp., in marine fish larviculture. *Aquaculture* 200, 147-159.
- ✓ Sorgeloos, P., Lavens, P., Leger P., Tackaert, W. & Versichele, D. (1986). Manual for the culture and use of brine shrimp *Artemia* in Aquaculture. FAO 319 pp. University of Ghent. Belgica.
- ✓ Souza, F. J. (2013) Estudo do impacto dos fatores abióticos no processo de invasão: o caso das populações de *Artemia parthenogenetica* das salinas de Aveiro e Rio Maior. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto, Porto.
- ✓ Takata, R. (2007) Produção de juvenis de *Artemia franciscana* e análise da utilização de dietas vivas e inertes na larvicultura intensiva do pintado *Pseudoplatystoma coruscans* Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, São Paulo.
- ✓ Souza, I. S. e Oliveira, P. H. C. (2015) Utilização da cianobactéria *Spirulina maxima* e da levedura *Saccharomyces cerevisiae* como dietas complementares no cultivo de *Artemia franciscana*. *Holos*,31( 3) :54-64
- ✓ Van Stappen, G. (1996). *Artemia*: Use of cysts; In P. Lavens and P. Sorgeloos (ed.). Manual on the production and use of life food for the aquaculture. FAO Fishery Technical Paper No. 361. Rome, FAO. p. 132-154
- ✓ Vinatea, J. E. (1994) *Artemia*: um ser vivo excepcional. *Panorama da aqüicultura*. Rio de Janeiro, v.4, n.25, p.8-9.