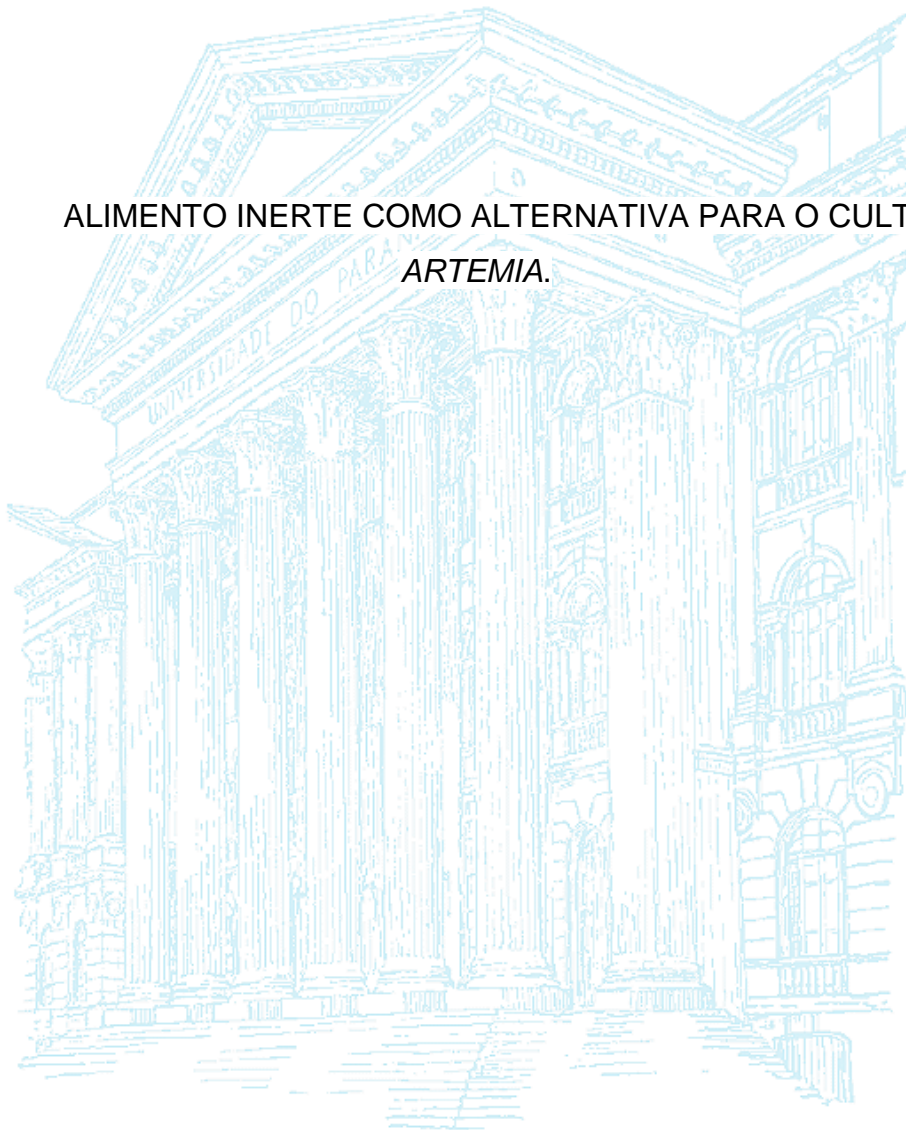


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ADILSON CORREA JUNIOR

ALIMENTO INERTE COMO ALTERNATIVA PARA O CULTIVO DE
ARTEMIA.



PONTAL DO PARANÁ

2017

ADILSON CORREA JUNIOR

ALIMENTO INERTE COMO ALTERNATIVA PARA O CULTIVO DE
ARTEMIA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à conclusão do curso superior de Tecnologia em Aquicultura, Setor de Ciências da Terra, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Sachsida Garcia
Co-orientadora: Dra. Daphne Spier Moreira Alves

PONTAL DO PARANÁ
2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA
CENTRO DE ESTUDOS DO MAR
Campus Pontal do Paraná

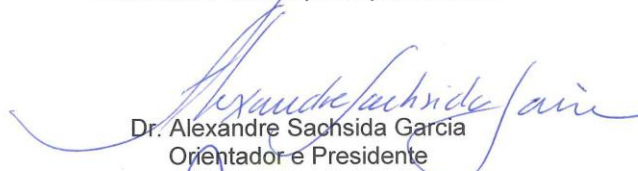


TERMO DE APROVAÇÃO

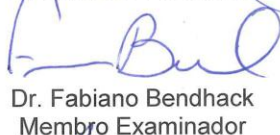
ADILSON DAS NEVES CORREA JUNIOR

*ALIMENTO INERTE COMO ALTERNATIVA VIÁVEL PARA O CULTIVO
DE ARTEMIA*

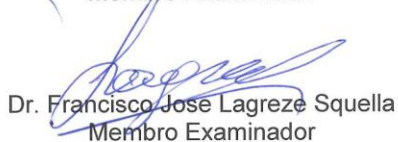
Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Tecnólogo em Aquicultura, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



Dr. Alexandre Sachside Garcia
Orientador e Presidente



Dr. Fabiano Bendhack
Membro Examinador



Dr. Francisco Jose Lagreze Squella
Membro Examinador

Pontal do Paraná, 05/12/17.

CATALOGAÇÃO NA FONTE:
UFPR / SIBI - Biblioteca do Centro de Estudos do Mar
Caroline Felema dos Santos Rocha - CRB-9/1880

Correa Junior, Adilson

C824a Alimento inerte como alternativa para o cultivo de *artemia*. / Adilson Correa Junior. –
Pontal do Paraná, 2017.
27 f.; 29 cm.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Sachsida Garcia
Co-orientadora: dra. Daphne Spier Moreira Alves

Monografia (Graduação) – Curso Superior de Tecnologia em Aquicultura,
Centro de Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do
Paraná.

1. Larvicultura. 2. *Artemia*. 3. *Artemia* - cultivo. 4. *Artemia* - dietas. I. Título. II.
Garcia, Alexandre Sachsida. III. Alves, Daphne Spier Moreira. IV. Universidade
Federal do Paraná.

CDD 639.5

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 BIOLOGIA DE <i>ARTEMIA</i> SP.	4
2.2 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA	5
2.3 CISTOS DE ARTEMIA	5
2.4 UTILIZAÇÃO DA <i>ARTEMIA</i> SP.	5
2.5 FARINHA DE PEIXE	6
2.6 FARINHA DE ARROZ	7
2.7 FARINHA DE MILHO	7
3. MATERIAIS E MÉTODOS	8
3.1 MATERIAL BIOLÓGICO	8
3.2 MÉTODO UTILIZADO PARA A ECLOSÃO	8
3.3 DESENHO EXPERIMENTAL	9
3.4 POVOAMENTO DAS UNIDADES EXPERIMENTAIS	9
3.5 ALIMENTAÇÃO	9
3.6 PARÂMETROS DA QUALIDADE DE ÁGUA	10
3.7 BIOMETRIAS	10
3.8 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	10
4. RESULTADOS	11
4.1 PARÂMETROS AMBIENTAIS	11
4.2 CRESCIMENTO	12
4.3 SOBREVIVÊNCIA	16
5. DISCUSSÃO	16
6. CONCLUSÃO	19
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

RESUMO

A larvicultura é um período delicado na aquicultura, já que durante esse período várias espécies podem apresentar elevada mortalidade, o desafio da larvicultura é fornecer alimentos de tamanho apropriado, que sejam nutricionalmente adequados, de fácil digestão e atrativos para as larvas. Neste sentido, o uso de micro-organismos como alternativa de alimento vivo é amplamente difundido no cultivo de diferentes espécies. Rotíferos cladóceros, poliquetas, copépodes e larvas de moluscos podem ser utilizados como alimento-vivo, porém os crustáceos Branchiopoda do gênero *Artemia* são a escolha preferencial, pois são de fácil cultivo, tem protocolo de produção bem definido, geralmente produzidas utilizando diferentes cepas de microalgas. Tendo em vista a necessidade de gerar um protocolo para o cultivo economicamente viável de *Artemia* utilizando alimento inerte, o objetivo desse trabalho será testar a eficácia de três dietas farinhas de peixe, milho e arroz, para o cultivo de náuplios de *Artemia*. Pode-se observar que a sobrevivência variou entre unidades experimentais e entre tratamentos. Porém a análise de variância indicou que não houve diferenças significativas na sobrevivência entre os três tratamentos.

Palavras-chave: Larvicultura, *Artemia*, Cultivo, Dietas.

1. INTRODUÇÃO

A larvicultura é um período que demanda bastante atenção e cuidado na aquicultura, já que durante esse período várias espécies podem apresentar elevada mortalidade, em especial os peixes marinhos. Um dos principais desafios da larvicultura é fornecer alimentos de tamanho apropriado, que sejam nutricionalmente adequados, de fácil digestão e atrativos para as larvas. Neste sentido, o uso de micro-organismos como alternativa de alimento vivo é amplamente difundido no cultivo de diferentes espécies (Lavens & Sorgeloos, 1996).

Rotíferos cladóceros, poliquetas, copépodes e larvas de moluscos podem ser utilizados como alimento-vivo, porém os crustáceos Branchiopoda do gênero *Artemia* são muitas vezes a escolha preferencial, pois são de fácil cultivo, tem protocolo de produção bem definido, além de desenvolvimento indireto, o que permite a utilização de cistos (ovos dormentes que podem ser eclodidos em 24 h) comercialmente disponíveis (Duerr et al., 1998). No início do século XXI, o comércio anual de cistos desidratados de *Artemia* ao redor do mundo era estimado em mais de 1.500 toneladas métricas para serem utilizadas nos cultivos de peixes, moluscos e crustáceos (Dhont et al., 2002), sendo um componente importante na dieta de ampla gama de espécies cultivadas como o robalo europeu (*Dicentrarchus labrax*), o barramundi (*Lates calcarifer*) e o dourado (*Sparus aurata*) (Sorgeloos et al., 2001).

A *Artemia* pode ser fornecida em diferentes estágios de desenvolvimento, desde a primeira forma larval, denominada náuplio, até organismos juvenis e adultos (Sorgeloos et al., 2001). O uso de *Artemia* adulta apresenta numerosas vantagens, já que possuem 60% de proteína, excelente balanço de aminoácidos, é rica em ácidos graxos poli-insaturados e só possuem um 10% de cinzas (Versichele et al. 1991). Além disso, a *Artemia* pode ter seu valor nutricional potencialmente melhorado através de dietas naturais ou artificiais, através de um processo denominado enriquecimento (Agh & Sorgeloos, 2005).

O náuplio de *Artemia* sp. também possui um valor nutricional muito elevado, que tende a se perder caso este náuplio não seja adequadamente alimentado (Torrentera & Tacón, 1989). Por isso, a definição de qual alimento será utilizado para a produção destes náuplios é também de grande importância (Duerr et al., 1998; Lavens & Sorgeloos, 1996). Diferentes autores têm sugerido que *Artemia* pode ser cultivada com diferentes dietas de alimentos inertes ou não, já que é uma

filtradora não seletiva (Tizol, 1994). Porém, as partículas devem ter um tamanho de até 50 μm , e possuir boa digestibilidade e solubilidade.

Entre as microalgas que são utilizadas como alimento para o cultivo de *Artemia* estão espécies dos gêneros *Nannochloropsis*, *Dunaliella*, *Chaetoceros*, *Phaeodactylum*, *Tetraselmis* e *Isochrysis* (Campos et al., 2010). As proteínas são os componentes essenciais das microalgas e seu valor nutricional está determinado pelo conteúdo e disponibilidade dos aminoácidos que as constituem. Os lipídios típicos das algas são ésteres de glicerol e ácidos graxos que contenham um range de carbono entre C12 e C20 (Romero, 1999). Essas microalgas são bastante utilizadas na aquicultura por sua facilidade no cultivo, pequeno tamanho, crescimento acelerado e alto teor de ácidos graxos poli-insaturados, principalmente a *Nannochloropsis oculata* por acumular uma grande quantidade do ácido eicosapentaenoico EPA.

Além do alimento vivo, dietas inertes também têm sido estudadas como alternativa de alimento para o cultivo de *Artemia*, como farelo de soja, milho, arroz e farinha de peixe (Cisneros, 2002; Takata, 2007; Torres, 2016). Porém, ainda não se sabe se esses alimentos são viáveis para o cultivo desses crustáceos, já que, por exemplo a soja, pode possuir fatores antinutricionais como inibidores de tripsina, ácido fítico e oligossacarídeos de rafinose (Trugo et al., 1994), mesmo sendo rica em proteínas e aminoácidos essenciais (Moreira, 1999), prejudicando portando o crescimento dos animais. Por outro lado, mesmo que o alimento inerte não seja tão produtivo em termos de crescimento quanto o alimento vivo, ele pode ser uma boa opção para garantir o fornecimento de alimento quando existir perda do cultivo de microalgas, por exemplo por contaminação ou falta de energia (Torres, 2016). Portanto, o alimento inerte pode ser uma solução muito eficaz para garantir a viabilidade, em termos econômicos, do cultivo de *Artemia*.

Tendo em vista a necessidade de gerar um protocolo para o cultivo economicamente viável de *Artemia* utilizando alimento inerte, o objetivo desse trabalho será testar a eficácia de três dietas (farinhas de peixe, milho e arroz) para o cultivo de náuplios de *Artemia*. Os objetivos específicos são: avaliar o efeito das diferentes dietas sobre a sobrevivência e sobre o crescimento da *Artemia*.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Biologia de *Artemia* sp.

A *Artemia* sp. é um microcrustáceo da classe Branchiopoda distribuído por todo o mundo, e bastante usado na aquicultura como alimento nas larviculturas de peixes e crustáceos (Sorgeloos et al., 2001). A *Artemia* sp. adulta chega a medir aproximadamente de 10 a 20 mm de comprimento dependendo do seu tipo de reprodução (Figura 1). Em populações em que há macho e fêmea, o tamanho é de aproximadamente 10mm. Já nas populações partenogenéticas, onde os filhos são cópias idênticas das mães, o tamanho dos adultos é de aproximadamente 20mm.



Figura 1 *Artemia* sp. adulta. Fonte: br.pinterest.com

Os adultos se caracterizam por um corpo comprido com dois olhos complexos pedunculados, um aparelho digestivo linear, antênulas sensoriais e 11 pares de toracópodes (apêndices localizados na região anterior do corpo) funcionais. O macho possui um par de presas bem acentuadas na região cefálica, e na parte posterior do tórax pode-se observar um par de pênis (Sorgeloos et al., 1986). A fêmea não possui apêndices diferenciados na região cefálica, porém podem ser facilmente reconhecida pela presença da bolsa incubadora (útero externo) situada atrás do 11º par de toracópodos. Os óvulos se desenvolvem em dois ovários

tubulares no abdômen e, quando amadurecem, tornam-se esféricos e migram através de duas tubas uterinas para o útero (Van Stappen, 1996).

2.2 Distribuição Geográfica

Foram identificados mais de 300 biótopos naturais de *Artemia* sp. (Vanhaeck et al.1987, *apud* Vinatea 1995), dispersos nos cinco continentes. Entre as principais regiões do globo com ocorrência de *Artemia* sp. e produção de cistos estão o estado de Utah nos EUA (Great Salt Lake), e na Ásia, em países como China e Vietnã.

No Brasil, a *Artemia* sp. pode ser encontrada em salinas do Estado do Rio Grande do Norte, localizadas nos estuários dos municípios de Apodi, Mossoró, Piranhas, Assu, Galinhos, Guamaré e seus entornos (Câmara, 2004).

2.3 Cistos de Artemia

Uma característica importante da *Artemia* sp. é a formação do cisto. Este é um ovo muito resistente que serve de proteção para o náuplio e ajuda a preservar a espécie em situações não favoráveis para seu desenvolvimento, quando as condições ambientais não são favoráveis para a reprodução da espécie. Os cistos ficam em um estado de dormência até que as condições ambientais sejam ideais para a sua eclosão.

O cisto de *Artemia* sp. é formado por três estruturas: 1) Corion – a parte externa do cisto, tem como função proteger a parte interna. É uma capa dura formada por lipoproteínas de quitina e hematina; 2) Membrana externa – funciona como se fosse um filtro com várias camadas, impedindo que moléculas maiores que o CO₂ passem; 3) Membrana embrionária – uma capa transparente e bem elástica que separa o embrião da membrana externa.

2.4 Utilização da Artemia sp.

Náuplios recém eclodidos são ofertados no início da fase de *mysis*, ou durante a segunda fase de *zoea* durante o cultivo de larvas de crustáceos (Van Stappen, 1996), e nas fases iniciais das larvas de peixes marinhos. A suplementação de ácidos graxos altamente insaturados (HUFA) na alimentação da *Artemia* sp. tem um efeito positivo na alimentação de peixes marinhos, resultando na

diminuição da mortalidade e redução da variabilidade na produção piscícola (Van Stappen, 1996).

Mas não é apenas na fase de náuplio que se pode usar a *Artemia* sp. como alimento, no decorrer de sua vida a *Artemia* sp. passa por 7 fases (Vinatea, 1994) que são: 1) náuplio; 2) metanáuplio (I-IV); 3) juvenil e 4) adulto. (Figura 2)



Figura 2. Fases de vida da *Artemia* sp. Fonte: www.zootecniadomestica.com

2.5 Farinha de peixe

Farinha de peixe, ou farinha de pescado, é um produto proteico obtido do processamento industrial de subprodutos da pesca (peixes sem interesse comercial, vísceras, cabeças, espinhas e restos do processamento do peixe), durante o qual se procede à cozedura, trituração, secagem (redução do teor em água) e extração de óleos. O produto final é, em média, constituído em 70% a 80% por proteínas e gorduras digestíveis, com um conteúdo energético superior a outros alimentos proteicos de origem animal ou vegetal, proporcionando uma fonte concentrada de proteína de alta qualidade e gorduras ricas em ácidos graxos omega-3, como o EPA e o ácido docosahexaenóico (DHA), compostos indispensáveis para o rápido crescimento dos animais. Os principais produtores mundiais de farinha de peixe são o Peru e o Chile.

A farinha de peixe é utilizada como aditivo no alimento para aves, em especial galinhas poedeiras, suínos, ovinos e bovinos, em especial vacas leiteiras. É também utilizado como ração para animais aquáticos criados em aquicultura, especialmente para a criação de camarão em operações de piscicultura. O uso de

farinhas de peixe reduz significativamente os custos de produção industrial desses animais para o seu rápido crescimento, melhorando a sua situação nutricional, com importantes reflexos na melhoria da fertilidade e na saúde dos animais, causando uma acentuada diminuição da incidência de doenças.

Estudos realizados pela Organização Internacional da Farinha e Óleo de Peixe (*International Fishmeal and Fish Oil Organisation* ou IFFO) estimavam que até 2013 a procura de farinha de peixe suba em 4 milhões de toneladas devido à variedade de aplicações deste produto industrial. A sua utilização pode ser limitada pela disponibilidade ou custo, já que a procura excede a oferta previsível. Como citado anteriormente, os principais produtores são o Peru e o Chile e que conjuntamente produzem cerca de 70% da produção mundial. Os principais mercados consumidores são a China e a União Europeia, porém mais de cinquenta países importam a partir dos dois grandes produtores mundiais.

Especificações de farinhas de peixe comerciais no mercado apontam em média: Proteína bruta 55%, matéria mineral 24%, extrato etéreo 4%, umidade 10%, acidez 10 (mg de NaOH/g), índice de peróxido 10 (mg/1000g), cálcio 6%, fósforo 3%, digestibilidade em pepsina (0,002%) 50%.

2.6 Farinha de arroz

Farinha de arroz, material resultante do processo de trituração de grãos de arroz a se tornar partículas pequenas, utilizada na produção de massa e outros produtos para alimentação de pessoas com sensibilidade ou intolerância a glúten e a outros componentes encontrados nas farinhas tradicionalmente produzidas e comercializadas.

Uma porção de 100 gramas de farinha arroz fornece 366 calorias, e suas informações nutricionais em média são as seguintes: gorduras saturadas 0,4g, gorduras poli-insaturadas 0,4g, gorduras monoinsaturadas 0,4g, potássio 76 mg, carboidratos 80 g, fibra alimentar 2,4 g, açúcar 0,1 g, proteínas 6 g, cálcio 10 mg, ferro 0,4 mg, vitamina B6 04 mg, magnésio 35mg.

2.7 Farinha de milho

Farinha de milho é o pó ou granulado que se obtém moendo o milho mediante diferentes métodos. Como cultivo tradicional dos povos originários da África e das

Américas, é nestas partes do mundo onde mais se consome, sendo parte fundamental da culinária de Angola, do Brasil, da Colômbia, do México, de Moçambique, do Peru e da Venezuela.

Uma porção de 100 gramas fornece 370 calorias e suas informações nutricionais são as seguintes: gorduras saturadas 0,2 g, gorduras poli-insaturadas 0,6 g, gorduras monoinsaturadas 0,3 g, sódio 7 mg, potássio 142 mg, carboidratos 79 g, fibra alimentar 3,9 g, açúcar 1,6 g, proteínas 7 g, cálcio 3 mg, ferro 1,1 mg, magnésio 32 mg, vitamina B6 0,2 mg, vitamina A 214 IU

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um experimento com duração de quinze dias, do dia 04 a 19 de outubro de 2017, no prédio de Aquicultura da Universidade Federal do Paraná, no Laboratório de Piscicultura Marinha (LAPIS UFPR).

3.1 Material Biológico

Os cistos foram adquiridos de uma cepa do Rio Grande do Norte com especificações de densidade de 280.000 cistos por grama e uma taxa de eclosão de 95%. Para confirmar os valores de densidade informados pelo rótulo do produto, realizamos uma contagem de 0,01g (1% de 1g) e estimamos um valor de 2.860 cistos em 0,01g dando um total de 286.000 em 1g. A taxa de eclosão também foi testada, em teste realizado no laboratório, constatamos que a taxa de eclosão foi 96,3%, confirmando as especificações do fornecedor de 95% de taxa de eclosão. A densidade definida para a realização do experimento foi de 15 náuplios ml⁻¹. Portanto, foram utilizadas 48,9g de cisto para a estocagem de todas as unidades experimentais.

3.2 Método utilizado para a eclosão

Foram utilizados três galões de plástico de 20L cortados no fundo e com torneiras acopladas na saída para facilitar o manejo na hora da eclosão. Cada galão foi abastecido com 15 litros de água do mar com salinidade de 33 ppm cada um, com aeração, iluminação e aquecimento constantes. Cada galão recebeu 16,3 g de cistos que equivale a uma densidade de 310 cistos ml⁻¹ aproximadamente, com água

pré-aquecida a 28°C e pH 8. A eclosão começou a ocorrer a partir de 20hs e chegando ao auge em 24hs.

3.3 Desenho experimental

Foi utilizado um desenho inteiramente casualizado com três tratamentos e três repetições a saber: 1) farinha de peixe, 2) farinha de arroz e 3) farinha de milho. Cada repetição consistiu em unidades experimentais (caixas de água) de 250L de volume livre, sendo utilizado apenas 100L de água salgada (salinidade 33) em cada unidade experimental.

3.4 Povoamento das unidades experimentais

Depois de separados os náuplios das cascas dos ovos eclodidos, eles foram concentrados em 900 ml de água e uma alíquota de 10 ml foi retirada. Foi estimada a densidade de náuplios por ml em relação aos 900 ml, o resultado foi que seriam necessários 100 ml para cada caixa para atingirmos o objetivo de 15 náuplios por ml.

Para receber os náuplios, as 9 unidades experimentais já estavam abastecidas com água do mar filtrada por uma malha de 30µm, a aeração nas unidades experimentais foi constante afim de manter o nível de oxigênio ideal para o cultivo. Os náuplios foram estocados nas unidades experimentais e logo depois já foi ministrada a primeira alimentação.

3.5 Alimentação

As farinhas de arroz e milho utilizadas podem ser facilmente adquiridas no comércio. Já a farinha de peixe utilizada no experimento foi produzida no laboratório, utilizando filé de pescada *Cynoscion* sp. filetado, picado, retirado o excesso de água e levado a uma estufa para secar a 60°C. Após isto, foi triturado até virar um pó fino.

A alimentação foi fornecida três vezes ao dia, pois é o mais adequado para crustáceos (Zimmermann *et al.*, 1989), os horários foram aproximadamente os seguintes: 09:00, 13:00 e 17:00 horas. Para todas as dietas, foi fornecida 1 g (com tamanho médio de partícula de 50 µm) ao dia por unidade experimental dividida pelos três horários acima citados. Foi colocado em um béquer de capacidade de 900 ml com água do mar previamente filtrada a 30 µm e com a ajuda de um mixer foi

misturada na água até que a solução ficasse totalmente homogênea. Após isso, foi ministrado ao cultivo 300 ml dessa mistura a cada horário de alimentação.

3.6 Parâmetros da qualidade de água

As unidades experimentais foram mantidas com salinidade 33 ppm, temperatura de $25,1 \pm 1$ °C e aeração constante a fim de manter o nível de oxigênio ideal para o cultivo. As unidades experimentais foram monitoradas diariamente, os valores de temperatura e pH foram verificados com um medidor de pH portátil, e a amônia foi medida com um teste colorimétrico para água salgada, sendo realizada troca d'água sempre que houve aumento dos níveis de amônia no cultivo e o acúmulo de matéria orgânica no fundo da caixa. A troca era realizada com auxílio de mangueira e peneiras de maneira a tentar minimizar o estresse nas artêmias.

A programação para realizar a troca da água era a cada três dias, pois seria o tempo necessário para o acúmulo de matéria orgânica a uma quantidade não prejudicial ao crescimento da *Artemia* sp. Porém, no decorrer do experimento, a troca da água foi mais constante nas réplicas dos tratamentos de farinha de peixe, devido ao aumento dos níveis de amônia no cultivo.

3.7 Biometrias

De cada unidade experimental, 15 indivíduos foram medidos com paquímetro a cada 3 dias. Ao final do experimento, os indivíduos sobreviventes de cada unidade experimental foram concentrados em um béquer de 50 ml. De cada béquer, foram retiradas 3 alíquotas de 1 ml, realizando-se a contagem de todos os indivíduos por alíquota. A sobrevivência de cada caixa foi calculada através da média das três alíquotas, e a sobrevivência final de cada tratamento foi a média das três unidades experimentais.

3.8 Análises estatísticas

Os dados de comprimento foram plotados em gráficos de dispersão, definindo-se os coeficientes de correlação de Pearson (r), os coeficientes de determinação (r^2), assim como as equações das retas de regressão linear. Para cada um dos tratamentos foi aplicado o teste “t” de correlação de Pearson, para verificar a significância dos coeficientes de correlação.

Também foram realizadas análises de variância (ANOVA) e testes a posteriori (Teste de Tukey), para avaliar as diferenças significativas entre as médias finais de comprimento e sobrevivência nas diferentes dietas, com os dados transformados em log a fim de se cumprir os pressupostos de normalidade e homocedasticidade. O grau de confiança para todos os testes de significância foi de 95% ($p = 0.05$) (Zar, 1996). Todas as análises foram realizadas no software R (R Core Team, 2017).

4. RESULTADOS

4.1 Parâmetros ambientais

Durante os 15 dias do experimento, a salinidade e o pH se mantiveram constantes nos três tratamentos (33 ppm, $8,2 \pm 0,1$, respectivamente). A temperatura oscilou entre 22 e 26 °C durante a maior parte do período experimental, entretanto, teve uma queda brusca no 11º dia de experimento ($\Delta T = 5^\circ\text{C}$) (Figura 2) e a amônia teve grandes variações ao longo de todo o experimento, especialmente para o tratamento a base de farinha de peixe (Figura 3).

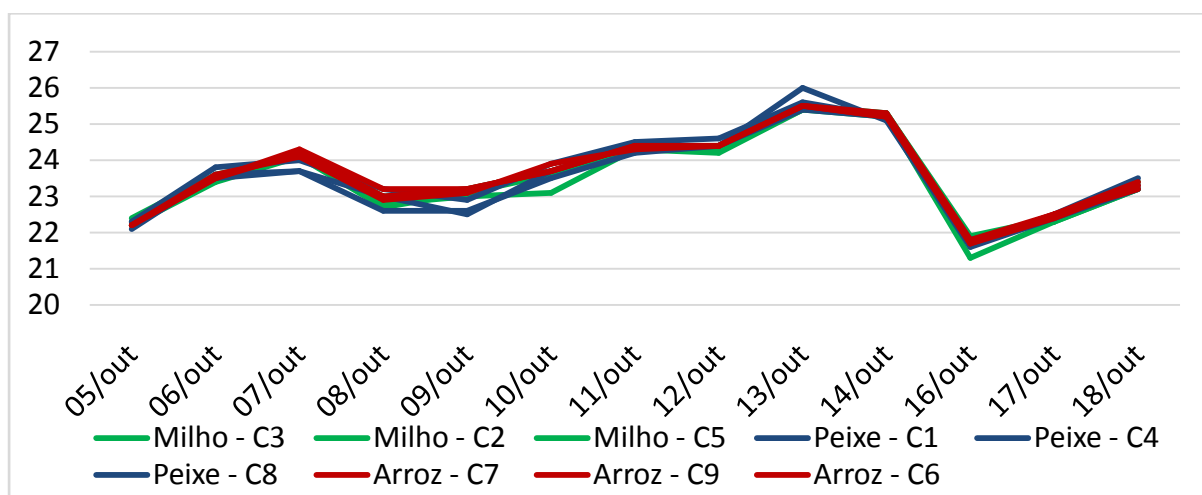


Figura 2. Valores de temperatura (°C) ao longo dos 15 dias do experimento.

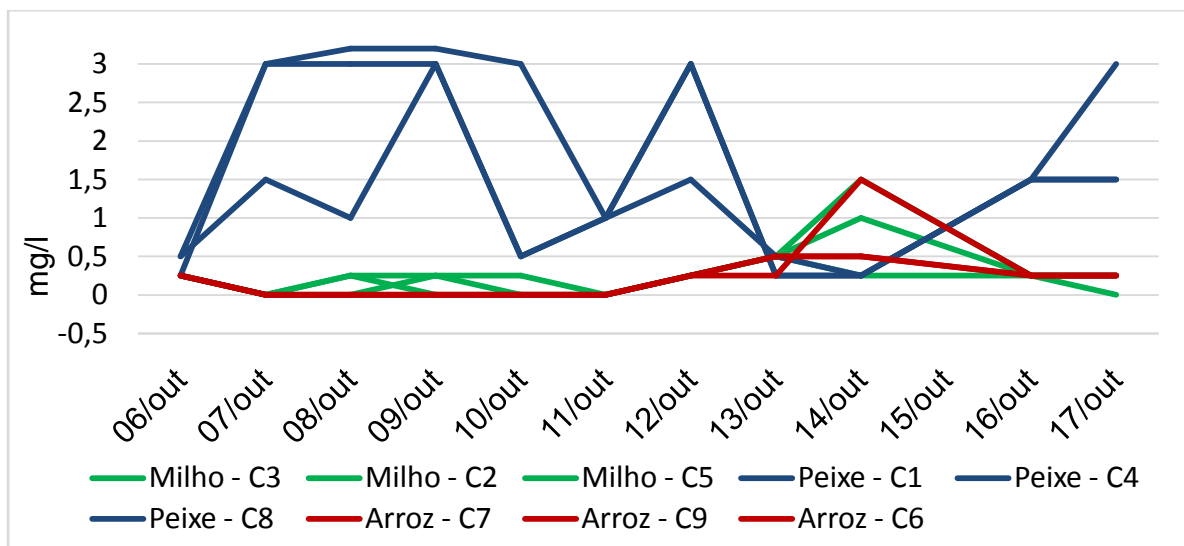


Figura 3. Valores de amônia (mg/L) ao longo dos 15 dias do experimento.

4.2 Crescimento

As artêmias não cresceram como o esperado em todos os tratamentos. No tratamento com a farinha de milho houve crescimento até o dia 13, com a farinha de arroz até o dia 16 e para a farinha de peixe não foi encontrado nenhum padrão (Figura 4).

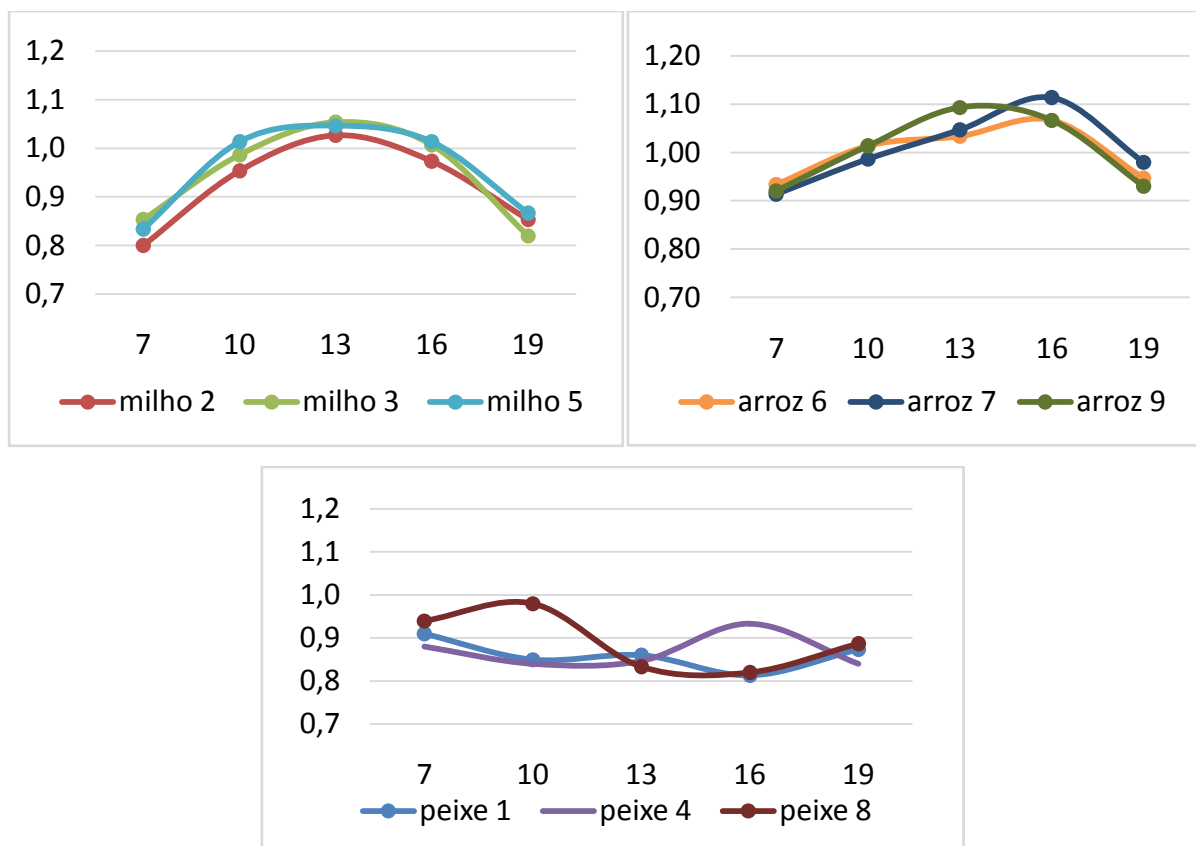
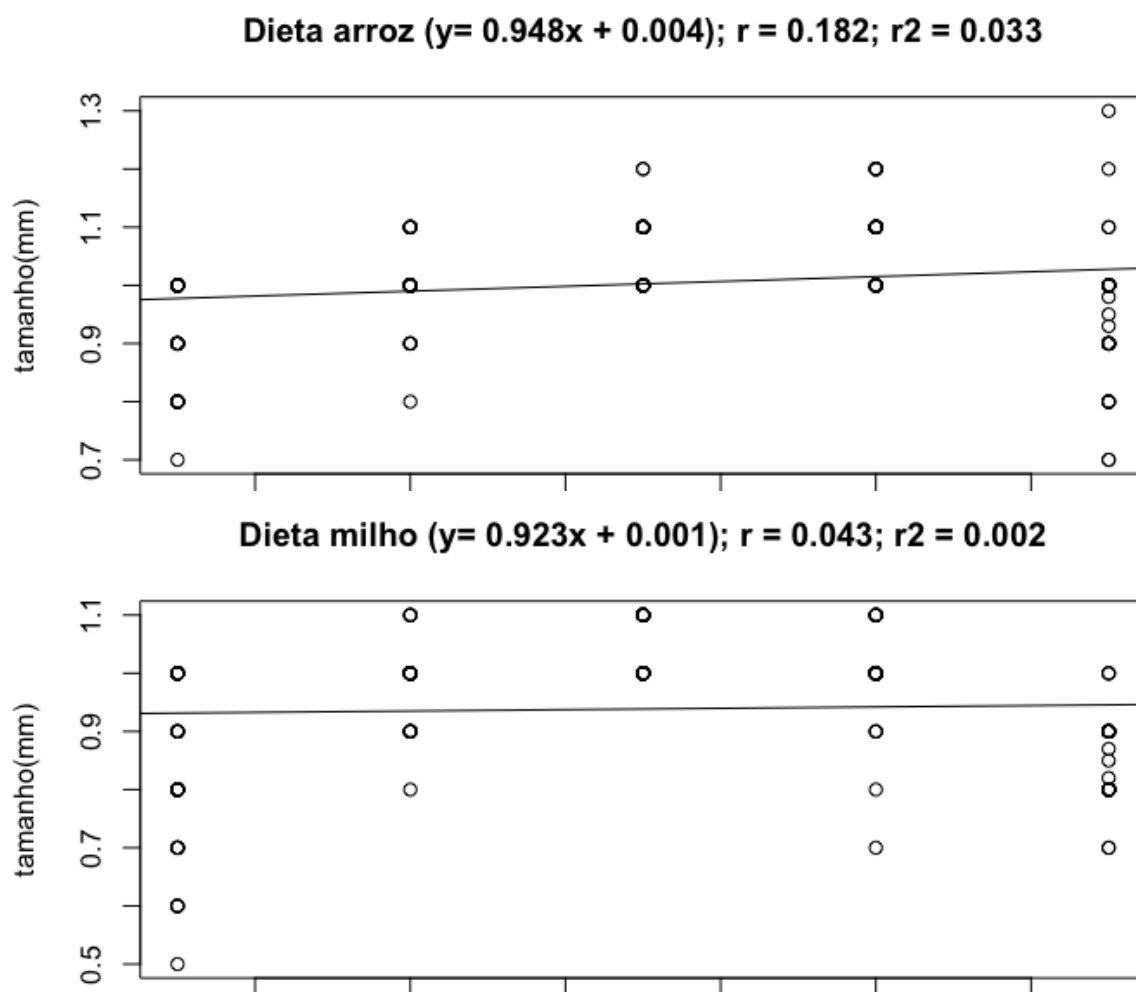


Figura 4 Crescimento (mm) da *Artemia* sp alimentada com diferentes dietas ao longo do experimento

A Figura 5 mostra as retas de regressão nos três tratamentos. Através dos coeficientes de determinação, pode-se observar que os dias explicam 3% da variação do crescimento das dietas de peixe e arroz. Os coeficientes de correlação foram baixos para arroz e milho, porém positivos. Já para a dieta peixe, o coeficiente foi negativo.



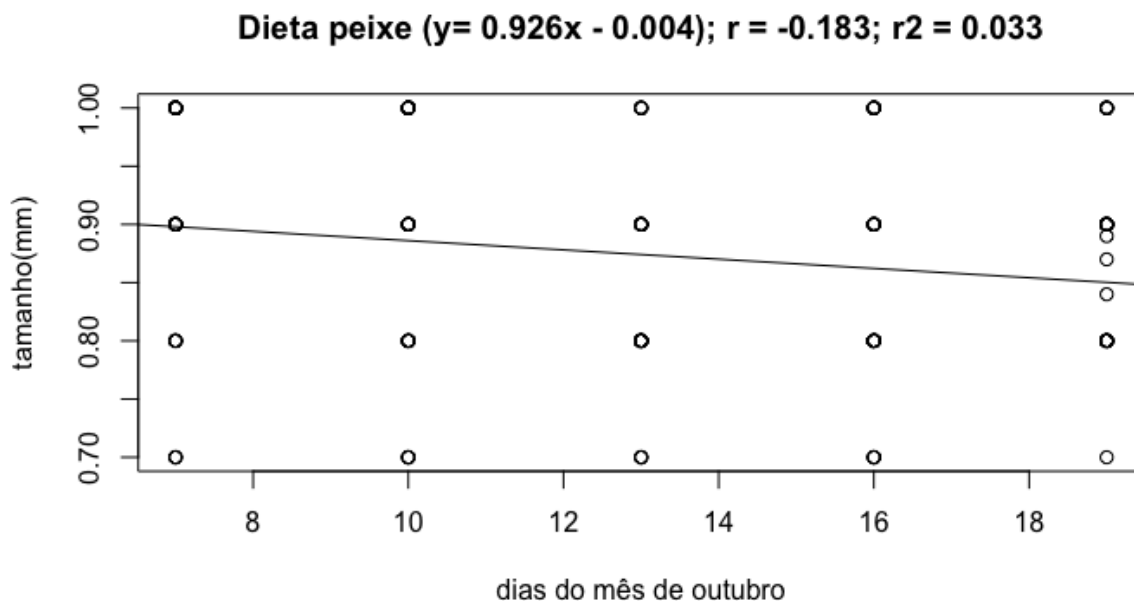
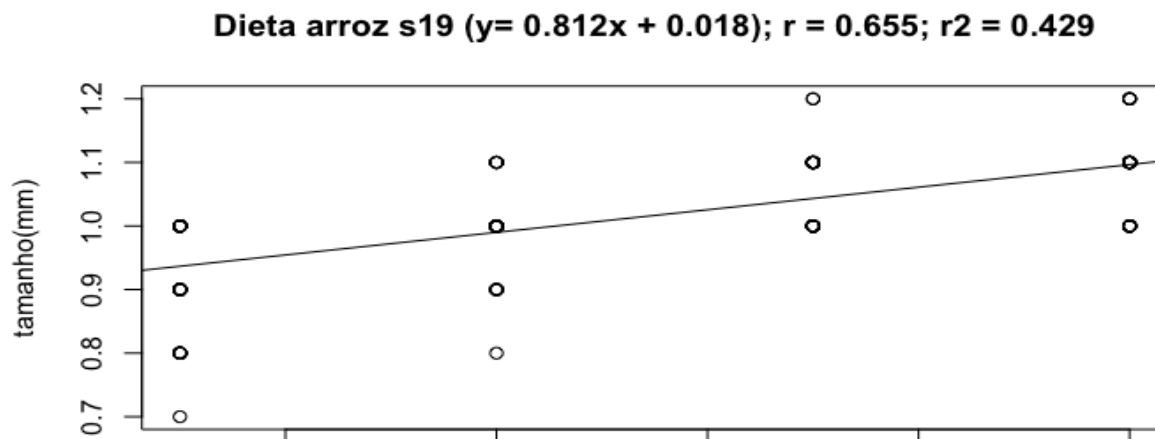


Figura 5. Regressão do crescimento de *Artemia* sp nos três tratamentos, do dia 7 a 19 de outubro de 2017

Também foram geradas regressões, desconsiderando-se as últimas biometrias (referentes aos 3 últimos dias de experimento). Nesse caso, pode-se observar que a explicação dos dias na variação do crescimento aumenta, sendo 43 % para a dieta arroz, 29% para milho e 6 % para o tratamento peixe (Figura 6). De qualquer forma, a correlação continua negativa para o tratamento a base de farinha de peixe.



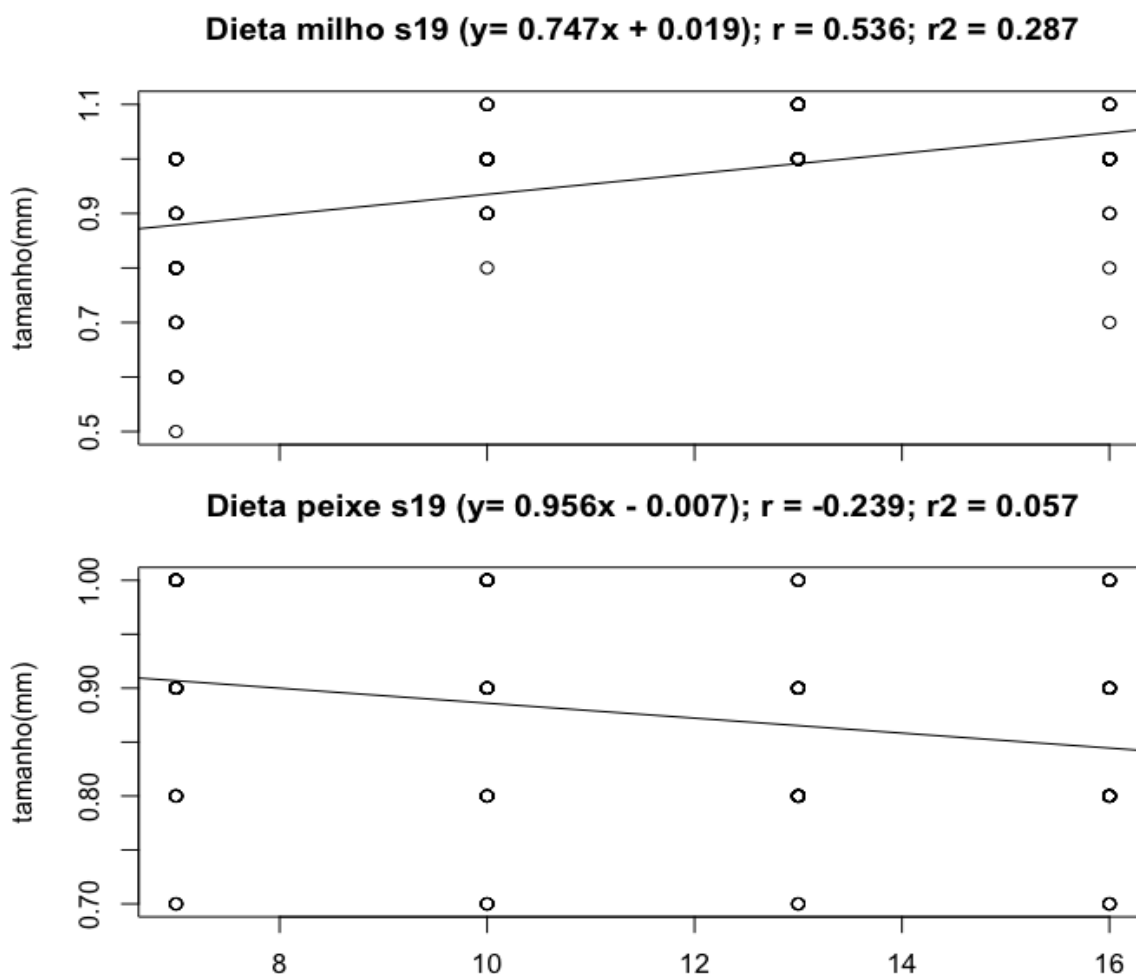


Figura 6. Regressão do crescimento de *Artemia* sp nos três tratamentos, do dia 7 a 16 de outubro de 2017

A figura 7 mostra as medianas de comprimento dos três tratamentos, assim como seu valor máximo e mínimo. A análise de variância evidenciou uma diferença significativa em relação ao comprimento entre os tratamentos (p valor $< 0,001$, $F = 87.46$). O teste postHoc de Tukey indicou diferenças entre os comprimentos médios finais para todos os tratamentos, considerando um intervalo de confiança de 95 %.

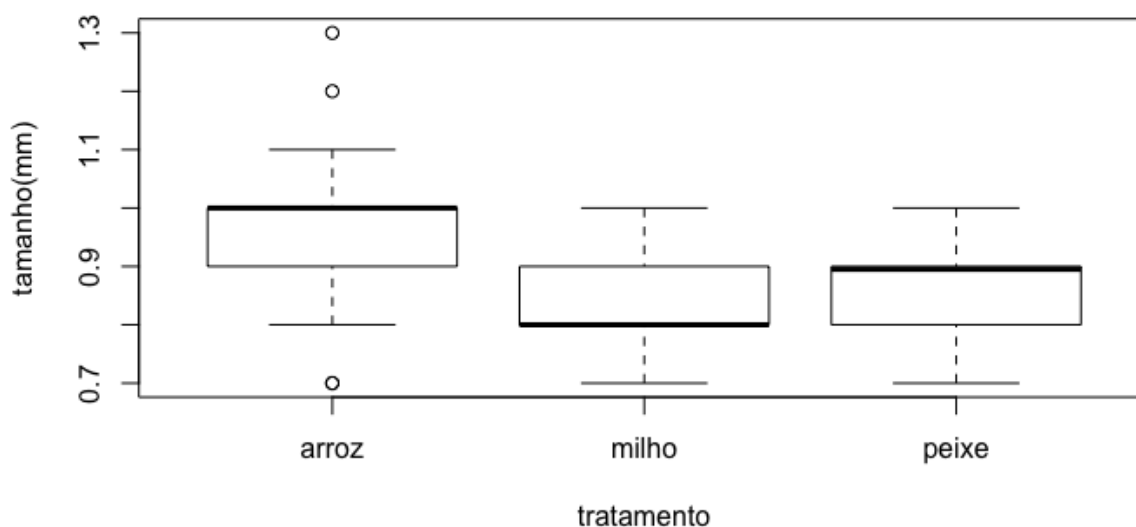


Figura 7: Boxplot do tamanho dos indivíduos no último dia do experimento. N= 45 por tratamento

4.3. Sobrevivência

Pode-se observar que a sobrevivência variou entre unidades experimentais e entre tratamentos (Tabela 1). Porém a análise de variância indicou que não houve diferenças significativas na sobrevivência entre os três tratamentos ($p > 0,05$).

Tabela 1. Sobrevivência final das artêmias nas três dietas

Unidades experimentais	Sobrevivência (%)
peixe - c1	12,74
peixe - c4	95,54
peixe - c8	25,48
Média Peixe	44,59
milho - c2	50,96
milho - c3	50,96
milho - c5	89,17
Média Milho	63,69
arroz - c6	44,59
arroz - c7	38,22
arroz - c9	50,96
Média Arroz	44,59

5. DISCUSSÃO

O Branquiópoda *Artemia* sp é um filtrador não seletivo, o que permite o uso de uma ampla gama de itens como alimento. Tradicionalmente, as operações em aquicultura se valem da utilização de microalgas para o cultivo da *Artemia*. Várias

espécies de microalgas têm sido utilizadas com sucesso, como aquelas do gênero *Nannochloropsis*, *Chaetoceros*, *Tetraselmis* e *Isochrysis* (Campos et al., 2010). Além de fornecer proteína e energia, as microalgas possuem outros elementos chave como ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (PUFAs), vitaminas, pigmentos e esteróis que são transferidos através da cadeia alimentar (Brown et al., 1997). Por outro lado, a dependência da utilização de microalgas tem alguns inconvenientes, a saber: a produção exige mão-de-obra especializada e está associada com elevados custos (entre 30 a 50%); necessidade de espaço e tanques apropriados; a qualidade nutricional é variável, dependendo das condições de cultivo; é necessário que se inicie o cultivo de microalgas alguns dias antes de sua utilização; e a possibilidade das microalgas servirem como veículo de contaminação por bactérias e protozoários (Southgate, 2012). Desta forma, há muito tempo há o interesse na substituição total ou parcial das microalgas na aquicultura. Entre os possíveis substitutos estão os cereais e seus subprodutos como o farelo de soja, o milho e a farinha de arroz. Estes produtos de origem vegetal geralmente possuem bons níveis de proteínas, são de baixo custo e fáceis de serem encontrados e são extremamente práticos de serem utilizados, já que podem ser armazenados por longos períodos e não requerem preparação prévia ao uso.

A farinha de peixe é considerada um excelente alimento principalmente por possuir altos níveis de proteína, excelente balanço de aminoácidos, boa palatabilidade, e ser fonte de PUFAs e de várias vitaminas (Takata, 2007).

No presente estudo, a utilização das farinhas de milho e arroz para o cultivo da *Artemia* se mostrou uma alternativa viável, pois ao longo de 11 dias, os organismos alimentados com estes itens cresceram satisfatoriamente, tiveram boa sobrevivência e apresentaram boa atividade natatória, o que indica que estes alimentos propiciaram um desenvolvimento saudável dos indivíduos para todas as repetições. Já a farinha de peixe não se mostrou como uma boa alternativa, já que em todas as repetições deste tratamento o crescimento das artêmias foi baixo. Por um lado, esse resultado não era esperado, já que a farinha de peixe é reconhecida como um excelente ingrediente/alimento na aquicultura. Por outro lado, a inclusão de um pó fino e com elevada concentração de proteína na água de cultivo tem grande potencial para deterioramento da qualidade de água. Durante todo o período experimental, os níveis de amônia sempre foram mais elevados nas repetições do tratamento farinha de peixe. Portanto, a amônia foi provavelmente a responsável

pelo baixo crescimento observado com a utilização deste alimento. Segundo Zmora e Shpigel (2006), um fator crucial nos cultivos é a forma como os resíduos sólidos como pelotas fecais são controladas. Qualquer falha em separar esses resíduos pode resultar em acidentes de cultivo ou resultados ruins (*crash*). Nesse estudo, os tratamentos com farinha de peixe apresentaram variações bruscas nos níveis de amônia desde o início do experimento. Mesmo com as trocas de água mais constantes, não foi possível controlar esses níveis, o que pode ter resultado no colapso dos cultivos desse tratamento.

É importante salientar que no presente estudo, houve uma queda brusca na temperatura no 11º dia de cultivo, quando a passagem de uma frente fria resultou em uma queda de $\sim 5^{\circ}\text{C}$ em um período de menos de 24 h (queda de 26 para 20 °C). Esta variação brusca e repentina de temperatura não foi tolerada pelos organismos, resultando em um colapso (*crash*) do cultivo entre os dias 11 e 15 do experimento. Nos últimos 3 dias de experimento houve grande mortalidade em todos os tratamentos. Este colapso na cultura de organismos vivos (algas e zooplâncton) é um fenômeno bem documentado na literatura. Muitos autores alertam para o risco de *crash* e apontam que são vários os fatores que causam esse fenômeno. Entre eles estão: oscilação brusca de temperatura, de amônia ou a contaminação da cultura por bactérias e/ou protozoários (Marini, 2002; Zmora e Shpigel, 2006; Medina et al. 2007). As artêmias possuem certa tolerância às variações de temperatura, porém a mudança brusca dificilmente é suportada (Vanhaecke et al. 1984; Dhont e Van Stappen, 2003; Medina et al. 2007). Dessa forma, quando analisamos o crescimento das Artêmias durante os 13 primeiros dias de experimento, ou seja, desconsiderando-se a última biometria, é possível observar que os tratamentos milho e arroz promoveram crescimento e sobrevivência satisfatórios, porém o tratamento farinha de peixe não se mostrou uma boa alternativa principalmente por promover queda da qualidade de água. No nosso trabalho adotou-se um sistema semi-estático de cultivo, aonde não há fluxo contínuo de água e as renovações são parciais. Possivelmente, em um sistema de fluxo aberto, onde há uma renovação constante da água, a utilização da farinha de peixe seja uma alternativa viável. Uma outra possibilidade seria a utilização de uma dieta mista, onde a farinha de peixe seja ofertada em combinação com outro alimento (farinha de cereais ou microalgas) a fim de minimizar os impactos negativos na qualidade de água. Outros estudos testaram o alimento inerte no crescimento e sobrevivência de artêmias encontrando

resultados positivos quando em condições ótimas de parâmetros ambientais (Cisneros, 2002). Assim como em nosso estudo, também são reportados na literatura casos em que o cultivo sofreu colapso, como o caso de Takata (2007) em que houve mortalidade total em um dos tratamentos (farelo de soja) devido ao aumento nos níveis de amônia.

De qualquer modo, os resultados não devem focar unicamente no crescimento das artêmias, uma vez que a utilização de alimento inerte pode ser uma solução viável para a utilização por curtos períodos, aonde não seja possível a utilização de microalgas. Além disso, considerando-se que as artêmias podem servir de alimento para diferentes tipos de larvas de peixes e crustáceos, o tamanho final delas deve ser apropriado para aquela fase específica de desenvolvimento da larva, o que não necessariamente significa que ela tenha que ser grande. Neste sentido, a sobrevivência final da cultura, passa a ser um fator mais importante, pois mesmo que um dado alimento resulte em organismos menores do que aqueles alimentados com microalgas, isto pode representar uma vantagem em termos de ter um tamanho apropriado para uma fase específica de desenvolvimento da larva que vai se alimentar desta artêmia. Neste sentido, excetuando-se o período aonde ocorreu o *crash* da cultura, tanto o milho quanto o arroz se mostraram como boas alternativas para os 11 primeiros dias de cultivo das artêmias, aonde os animais se mostraram saudáveis, bem nutridos (observação do trato digestório cheio no microscópio) e com boa atividade natatória.

Mais estudos com diferentes tipos de alimento inerte ou com combinações de alimento inerte e microalgas são necessários para determinar as melhores alternativas de alimentos para o cultivo de *Artemia* quando as microalgas não estão disponíveis em quantidades adequadas.

6. CONCLUSÃO

Dessa forma, os resultados desse trabalho permitem que se tire as seguintes conclusões:

- A farinha de arroz e de milho são alternativas viáveis para o cultivo por 11 dias;
- A farinha de peixe como único alimento não é viável em função de promover queda na qualidade de água (aumento de amônia) em cultivos semi-estáticos;
- A variação brusca de temperatura ($\Delta 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) não é suportada pelas artêmias, resultando em colapso dos cultivos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGH, N.; SORGELOOS, P. Handbook of protocols and guidelines for culture and enrichment of live food for use in larviculture. Urmialran: Ediciones Artemia & Aquatic Animals Research Center, Urmia University, Urmia – Iran. p. 25-41, 2005.

BROWN, M. R., JEFFREY, S. W., VOLKMAN, J. K., DUNSTAN, G. A., 1997. Nutritional properties of microalgae for mariculture. *Aquaculture*, 151: 315-331.

CÂMARA, M. R. Biomassa de Artêmia na carcinicultura: repercussões ambientais, econômicas e sociais. *Panorama da Aquicultura*. 14(82): 40-45, 2004.

CAMPOS, V. B.; BARBARINO, E.; LOURENÇO, S. de O. Crescimento e composição química de dez espécies de microalgas marinhas em cultivos estanques. *Ciência Rural*. Brasil, 40, nº 2, 339-347, 2010.

CISNEROS, R. E. B., de Producción semi-intensiva de biomassa de *Artemia franciscana* Kellogg 1906 (cepa Virrilá, Perú) utilizando diferentes dietas, 2002.

DHERT, P.H., BOMBEO, R.B., SORGELOOS, P. Use of ongrown *Artemia* in nursery culturing of the tiger shrimp. *Aquacult. Int.* 1, 170-177, 1993.

DHONT, J., VAN STAPPEN, G. Biology, Tank Production and Nutritional Value of *Artemia*. In: Støttrup, J.G., McEvoy, L.A., (Eds.). *Live feeds in marine aquaculture*. 2003.

DUERR, E. O. et al., Cultured microalgae as aquaculture feeds. *Journal of Marine Biotechnology*, 6 : (2), 65-70, 1998.

LAVENS, P. e P. SORGELOOS. Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper 361, 295 pp., 1996.

MARINI, F. The Breeder's Net: Artemia Nauplii As A Food Source. Advanced Aquarist. Vol I. <http://www.advancedaquarist.com/2002/12/breeder>, 2002.

MEDINA, G. R., GOENAGA, J., HONTORIA, F. COHEN, G. AMAT, F. Effects of temperature and salinity on prereproductive life span and reproductive traits of two species of Artemia (Branchiopoda, Anostraca) from Argentina: *Artemia franciscana* and *A. persimilis*. Hydrobiologia, 579: 41-53, 2007.

MOREIRA, M.A. Programa de melhoramento genético de qualidade de óleo e proteína da soja desenvolvido na UFV. In: Anais Congresso Brasileiro de Soja, Londrina, P.R. EMBRAPA- SPI. P. 99-104, 1999.

R Core Team/ R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2017. URL: <https://www.R-project.org/>

ROMERO, L. T. Aspectos generales del cultivo de microalgas y su vinculación com la nutrición animal(I). I Curso Internacional de Alimentación y Nutrición em Acuicultura, 14 al 25 de junio de 1999, La Habana, Cuba. Centro de Investigaciones Pesqueras., 1999.

SOUTHGATE 2012. Foods and Feeding. In Aquaculture: Farming Animals and Plants. Lucas, J.S. and Southgate, P.C. eds. John Wiley & Sons, 629 p.

SORGELOOS, P., DHERT, P., CANDREVA, P., Use of the brine shrimp, *Artemia* sp., in marine fish larviculture. Aquaculture 200, 147-159, 2001.

SORGELOOS, P., LAVENS; P., LÉGER; P., TACKAERT, W. e VERSICHELE, D. Manual for the culture and use of brine shrimp Artemia in Aquaculture. Artemia Reference Center, State University of Ghent, Belgium, 319 p. 1986.

TAKATA, RODRIGO T. Produção de juvenis de *Artemia franciscana* e análise da utilização de dietas vivas e inertes na larvicultura intensiva do pintado *Pseudoplatystoma coruscans* / Rodrigo Takata. — Jaboticabal, 136 p. 2007.

TIZOL C. R., Uso de la levadura torula (*Torulopsis utilis*) em la obtención de biomassa de *Artemia*. An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín, 23: 165-171. Santa Marta Colombia, 1994.

TORRETERA L. y A. TACON. La producción de alimento vivo y su importância em acuicultura. Documento de campo N° 12, Proyecto Aquila, FAO. 89 pp., 1989.

TORRES, G. Comparação da *Nannochloropsis* sp e do farelo de soja para a produção de *Artemia* sp. Trabalho de conclusão de curso em Tecnologia em Aquicultura, Universidade Federal do Paraná. 2016.

VANHAECKE, P., SIDDALL, S. E., SORGELOOS, P. International study on *Artemia*. XXXII. Combined effects of temperature and salinity on the survival of *Artemia* of various geographical origin, In Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, Vol 80 (3), 259-275, 1984.

VERSICHELE, D., P. LEGER, P. LAVENS Y P. SORGELOOS. El uso de *Artemia*. Acuicultura, Gilbert Barnabé. Ediciones Omega, S.A. Barcelona: 200-215, 1991.

ZAR, J. H. 1996. Biostatistical analysis. Third editions Prentice-Hall International Editions, New Jersey.

ZMORA, O e SHPIGEL, M. Intensive mass production of *Artemia* in a recirculated system. Aquaculture, 255 (1:4), 488 – 494, 2006.