

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS
NATURAIS

MAÍRA ALCÂNTARA PROENÇA

A biomassa de macrófitas flutuantes como suplemento alimentar para o cultivo de organismos aquáticos: estratégia de manejo que favorece o rendimento econômico e ambiental na Piscicultura.

São Carlos – SP

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS
NATURAIS

MAÍRA ALCÂNTARA PROENÇA

A biomassa de macrófitas flutuantes como suplemento alimentar para o cultivo de organismos aquáticos: estratégia de manejo que favorece o rendimento econômico e ambiental na Piscicultura.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Verani

São Carlos – SP

2015

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

P964bm

Proença, Maíra Alcântara.

A biomassa de macrófitas flutuantes como suplemento alimentar para o cultivo de organismos aquáticos : estratégia de manejo que favorece o rendimento econômico e ambiental na piscicultura / Maíra Alcântara Proença. -- São Carlos : UFSCar, 2015.

132 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2015.

1. Limnologia. 2. Aquicultura. 3. Zooplâncton. 4. Peixes - alimentação. I. Título.

CDD: 574.52632 (20^a)




UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Maira Alcântara Proença, realizada em 03/02/2015:



Prof. Dr. José Roberto Verani
UFSCar



Prof. Dr. Orlando Moreira Filho
UFSCar



Prof. Dr. Antonio Fernando Monteiro Camargo
UNESP

Dedico esse trabalho à minha família, em especial à minha irmã Marcela e minha mãe Maria Angélica, com meu sincero agradecimento aos ensinamentos, dedicação e apoio constante.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela proteção nessa caminhada e força para enfrentar as dificuldades que apareceram durante o desenvolvimento deste trabalho;

Aos meus pais, Maria Angélica e Marcos, à minha irmã Marcela pela força de sempre e apoio em todos os momentos;

Ao meu orientador Prof. Dr. José Roberto Verani, pela orientação, amizade, apoio e confiança na pesquisa desenvolvida;

À Profa. Dra. Odete Rocha pelas sugestões durante o planejamento e realização deste trabalho;

Aos técnicos Dr. José Valdecir de Lucca e Alcídio Culósio Filho pelo auxílio em análises de campo e laboratório;

Ao Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva pela infra-estrutura e facilidades cedidas para a realização do trabalho experimental;

Aos Prof. Dr. João Batista Kochenborg Fernandes, pela colaboração em importante etapadeste trabalho, que envolveu o planejamento e a preparação das rações experimentais, no Centro de Aquicultura da UNESP Jaboticabal e aos alunos Julian, Fabio e Daniel pela valiosa colaboração nestas etapas do trabalho;

Ao Nei André Arruda Barbosa e Luciana Cecco do Laboratório Evonik Degussa Brasil Ltda, que encaminharam os materiais para análise de Aminoácidos na Alemanha;

Ao CNPq pela concessão da bolsa de Mestrado;

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais e aos docentes ambos, de Graduação e de Pós-Geaduação pela minha formação acadêmica.

Aos amigos que me auxiliaram direta ou indiretamente no desenvolvimento desse trabalho: Daniele, Mariana, Lidiane, Mariângela, Laine, Neto, Raquel e Laira pela amizade, apoio e colaboração;

A toda minha família pela união e apoio;

A todos que colaboraram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

“Nenhuma grande descoberta foi feita jamais sem um palpite ousado”.

Isaac Newton

LISTA DE FIGURAS

Seção 3.1

Figura 1- Curvas de crescimento de *Daphnia laevis* ajustadas pelo modelo de von Bertalanffy, cultivada sob distintos tratamentos alimentares que consistiram em combinações de diferentes percentuais de suspensão algal (*Raphidocelis subcapitata*) e da biomassa triturada das macrófitas aquáticas *Pistia stratiotes* (A) ou *Salvinia minima* (B). (C= Controle – 100% alga; TAP= 75% alga e 25% *P. stratiotes*; TBP= 50% alga e 50% *P. stratiotes*; TCP = 25% alga e 75% *P. stratiotes*; TDP= 100 % *P. stratiotes*; TAS= 75% alga e 25% *S. minima*; TBS= 50% alga e 50% *S. minima*; TCS= 75% alga e 25% *S. minima*; TDS= 100% *S. minima*).38

Figura 2- Curvas de crescimento de *Daphnia laevis* ajustadas pelo modelo de von Bertalanffy para *Moina micrura* cultivada em diferentes percentuais de suspensão algal (*Raphidocelis subcapitata*) e de biomassa triturada das macrófitas aquáticas *Pistia stratiotes* (A) ou *Salvinia minima*. (B); (C= Controle – só alga; TAP= 75% alga e 25% *P. stratiotes*; TBP= 50% alga e 50% *P. stratiotes*; TCP = 25% alga e 75% *P. stratiotes*; TDP= 100 % *P. stratiotes*; TAS= 75% alga e 25% *S. minima*; TBS= 50% alga e 50% *S. minima*; TCS= 75% alga e 25% *S. minima*; TDS= 100% *S. mínima*).39

Figura 3- Variação nos valores médios de comprimento final (μm) (A) e valores médios de fecundidade (número médio de neonatos produzidos por fêmea) (B) para *Daphnia laevis* cultivada em diferentes combinações de suspensões contendo alga (*Raphidocelis subcapitata*) e biomassa triturada das macrófitas aquáticas *Pistia stratiotes* ou *Salvinia minima*. (C= Controle – só alga; TSP= 75% alga e 25% *P. stratiotes*; TBP= 50% alga e 50% *P. stratiotes*; TCP = 25% alga e 75% *P. stratiotes*; TDP= 100 % *P. stratiotes*; TAS= 75% alga e 25% *S. minima*; TBS= 50% alga e 50% *S. minima*; TCS= 75% alga e 25% *S. minima*; TDS= 100% *S. minima*).44

Figura 4- Variação nos valores médios de comprimento final (μm) (A) e de fecundidade (número médio de neonatos por fêmea) para *Moina micrura*. (B) obtidos para as diferentes combinações de suspensões contendo alga (*Raphidocelis subcapitata*) e biomassa triturada das macrófitas aquáticas *Pistia stratiotes* ou *Salvinia minima*. (C= Controle – só alga; TSP= 75% Alga e 25% *P. stratiotes*; TBP= 50% Alga e 50% *P.*

stratiotes; TCP = 25% Alga e 75% *P. stratiotes*; TDP= 100 % *P. stratiotes*; TAS= 75% Alga e 25% *S. minima*; TBS= 50% Alga e 50% *S. minima*; TCS= 75% Alga e 25% *S. minima*; TDS= 100% *S. minima*)45

Figura 5- A: Vista geral de indivíduo de *Daphnia laevis* adulta ovada, alimentada apenas com suspensão algal de *Raphidocelis subcapitata*; B: indivíduo de *Daphnia laevis* com embriões, alimentada apenas com biomassa seca e triturada da macrófita *Pistia stratiotes*; C: indivíduo de *Daphnia laevis* alimentada apenas com biomassa seca e triturada da macrófita *Salvinia minima*. Fotos obtidas com câmera digital Sony em lupa com ocular micrometrada em aumento de 32 x.46

Figura 6- A: Indivíduo de *Moina micrura* adulta ovada alimentado com suspensão algal de *Raphidocelis subcapitata*; B: indivíduo de *Moina micrura* ovada alimentado com macrófita *Pistia stratiotes* triturada; C: indivíduo de *Moina micrura* alimentado com *Salvinia minima*. Fotos obtidas com câmera digital Sony em lupa com ocular micrometrada em aumento de 32 x.46

Figura 7- Curvas de crescimento ajustadas pelo modelo exponencial de *Daphnia laevis* alimentadas somente com algas (A) e com 50% de alga e 50% de *Pistia stratiotes* (B).47

Fig. 8- Curvas de crescimento ajustadas pelo modelo exponencial de *Moina micrura* alimentadas somente com algas (A) e com 50% de alga e 50% de *Pistia stratiotes* (B).....48

Seção 3.2

Fig. 1: Valores médios de ganho de peso, em gramas, para os alevinos de *Oreochromis niloticus* (tilápia) alimentados com rações em que foram incorporadas diferentes proporções da biomassa de *Pistia stratiotes*.69

LISTA DE TABELAS

Seção 3.1

Tabela 1- Tratamentos experimentais utilizados para o cultivo dos cladóceros *Daphnia laevis* e *Moina micrura* alimentadas com diferentes proporções da alga *Raphidocelis subcapitata* ajustadas pelo modelo das macrófitas aquáticas *Pistia stratiotes* e *Salvinia minima*.32

Tabela 2: Composição química e conteúdo energético (valor calórico) da biomassa seca das macrófitas *Pistia stratiotes* e *Salvinia minima*.35

Tabela 3: Valores médios (\pm desvio padrão) estimados para as variáveis abióticas no início e no final dos experimentos de cultivo individual dos cladóceros *Daphnia laevis* e *Moina micrura* alimentados com diferentes proporções de suspensão algal (*Raphidocelis subcapitata*) e suspensão da biomassa seca e triturada de macrófitas s. Alg. = suspensão algal; *P. stratiotes* = suspensão biomassa triturada de *Pistia stratiotes*; *S. minima* = suspensão da biomassa seca e triturada de *Salvinia minima*.36

Tabela 4: Valores médios, inicial e final \pm desvio padrão do tamanho corporal (μm) de *Daphnia laevis* alimentada com suspensão algal (*Raphidocelis subcapitata*) e biomassa seca e triturada das macrófitas *Pistia stratiotes* ou *Salvinia minima*, em diferentes percentuais (alg = suspensão algal; *P. stratiotes* = suspensão biomassa triturada de *Pistia stratiotes*; *S. minima* = suspensão biomassa triturada de *Salvinia minima*).38

Tabela 5: Valores médio, inicial e final \pm desvio padrão, do tamanho corporal (μm) de *Moina micrura* alimentada com diferentes percentuais de suspensão algal e biomassa triturada das macrófitas *Pistia stratiotes* e *Salvinia minima*. (alg = suspensão da alga *Raphidocelis subcapitata*); *P. stratiotes* = suspensão da biomassa seca e triturada de *Pistia stratiotes*; *S. minima* = suspensão de biomassa triturada de *Salvinia minima*). ...39

Tabela 6: Equações obtidas por meio de ajuste linear do crescimento, em comprimento corporal, dos organismos zooplanctônicos, sendo plotados os 7 primeiros dias para *Daphnia laevis* e os 4 primeiros para *Moina micrura*.40

Tabela 7. Número total de neonatos (fecundidade total) e longevidade dos cladóceros *Daphnia laevis* e *Moina micrura* alimentados com diferentes dietas constituídas pela

alga *Raphidocelis subcapitata* e a biomassa seca e triturada das macrófitas *Pistia stratiotes* ou *Salvinia minima*.42

Tabela 8: Quantificação de proteínas dos Cladóceros *Daphnia laevis* e *Moina micrura* alimentados apenas com a alga *Raphidocelis subcapitata* (controle) e com 50% de *Pistia stratiotes* e 50% de alga; e com 25% de *Pistia stratiotes* e 75% de alga, respectivamente.49

Seção 3.2

Tabela 1: Ingredientes e suas respectivas quantidades em kg para as diferentes rações formuladas para o cultivo de *Oreochromis niloticus* (tilápia do Nilo).65

Tabela 2: Composição Bioquímica da Biomassa Seca e triturada de *Pistia stratiotes* e abundância relativa dos aminoácidos.67

Tabela 3: Valoração econômica dos ingredientes utilizados para a ração controle e para as rações com diferentes níveis de inclusão da biomassa da macrófita *Pistia stratiotes* e o valor total de cada ração, calculado por kg, em reais.68

Tabela 4: Valores médios iniciais e finais \pm desvio padrão do comprimento (cm) e do peso (g) corporal, da taxa específica de crescimento e da sobrevivência de alevinos de *Oreochromis niloticus* (tilápia do Nilo) alimentados com rações que incluíram diferentes proporções de biomassa da macrófita *Pistia stratiotes* na sua composição.69

Tabela 5: Quantidades de aminoácidos encontrados em *Pistia stratiotes* no presente estudo e em ingredientes bastante utilizados como fontes de proteína vegetal e animal na formulação das rações de peixes (modificado de Furuya, 2010).72

Sumário

1. Introdução geral	13
1.1 Efeitos do crescimento das macrófitas.....	14
1.2 Espécies que apresentam rápido crescimento	15
1.3 O Uso Econômico das Macrófitas na Aquicultura.	16
1.3.1 Organismos Zooplantônicos como Alimento na Piscicultura	16
1.3.2 Uso de Macrófitas na Piscicultura.....	17
2 Objetivos	23
2.1 Objetivo Geral:.....	23
2.2 Objetivos específicos:	23
3. Resultados	23
3.1. Utilização da biomassa de macrófitas aquáticas como suplemento alimentar no cultivo de cladóceros planctônicos	24
1. Introdução.....	25
2. Materiais e Métodos	28
2.1 Espécies de macrófitas:	28
2.2 Obtenção e Cultivo das Espécies Zooplantônicas	29
2.3 Avaliação do Valor Nutricional das Macrófitas	30
2.4 Macrófitas como complemento alimentar para o cultivo de cladóceros planctônicos.....	31
2.4.1 Crescimento individual dos cladóceros	31
2.4.2 Crescimento populacional	33
2.5 Análise de Proteínas dos organismos	33
2.6 Análises Estatísticas	34
3 Resultados.....	35
3.1 Valor nutricional.....	35
3.2 Características físicas e químicas do meio de cultivo dos cladóceros.....	35
3.3. Crescimento individual dos Cladóceros	36
3.4 Crescimento populacional	47
3.5 Quantificações de Proteínas nos Cladóceros	48
4 Discussão	49
5 Conclusão	54
3.2. O valor nutricional da biomassa da macrófita <i>Pistia stratiotes</i> como um dos ingredientes em rações para peixes: uma vantagem econômica e ambiental?	60
1. Introdução.....	61
2. Materiais e métodos.....	63
2.1 Formulação de rações para peixes utilizando a biomassa de <i>Pistia stratiotes</i> ..	63
2.2. Delineamento Experimental	65
2.3 Valoração Econômica das Rações	66
3.1 Quantificação de aminoácidos.....	67
3.2 Valoração Econômica das Rações	68
3.3 Crescimento de Alevinos de <i>Oreochromis niloticus</i> (tilápia do Nilo).....	69
4. Discussão	71
4. Conclusões Gerais	80

RESUMO

As macrófitas aquáticas, em circunstâncias específicas, podem apresentar um crescimento acelerado a ponto de se tornarem indesejáveis e prejudiciais ao equilíbrio ambiental. Quando isso ocorre, são necessários métodos que permitam um descarte apropriado ou preferivelmente, o aproveitamento econômico das macrófitas. Sendo assim, estudos que desenvolvam estratégias de manejo a fim de promover o aproveitamento da biomassa das macrófitas na alimentação de organismos aquáticos podem contribuir para o desenvolvimento de técnicas de controle destas, além de desenvolver estratégias economicamente viáveis que contribuam para o desenvolvimento da aquicultura, diminuindo os custos de produção. O presente trabalho de pesquisa tem como objetivo testar o uso das macrófitas como complemento nutricional na alimentação de organismos zooplancctônicos com potencial de serem utilizados como alimento vivo para peixes que possuem relevância econômica na Piscicultura. Para isso, foram feitas análises das características nutricionais das macrófitas *Pistia stratiotes* e *Salvinia minima*. Para as espécies zooplancctônicas, foi utilizada a biomassa seca e triturada de macrófitas em diferentes proporções em substituição às algas, e foram feitas análises do crescimento individual e populacional e do teor de proteínas das espécies de cladóceros cuja alimentação foi suplementada com as macrófitas. Os tratamentos com a inclusão da macrófita *Pistia stratiotes* como complemento alimentar para *Daphnia laevis* e *Moina micrura* resultaram em desempenhos semelhantes ou superiores ao controle para taxa de crescimento, fecundidade, comprimento final e crescimento populacional nos tratamentos em que a biomassa algal foi substituída em 50% e 25% pela biomassa de *P. stratiotes*. Para os peixes foram realizados experimentos nos quais estes foram alimentados com rações formuladas incluindo porcentagens de 5, 10, 15 e 20% da biomassa seca e triturada das macrófitas. O maior incremento médio de peso e de crescimento individual foi obtido para a ração com inclusão de 15% da biomassa da macrófita *Pistia stratiotes*, seguida da ração com 10% desta macrófita, que resultaram em custos de produção menores que o da ração controle. Sugere-se, portanto, o aproveitamento da biomassa de *P. stratiotes* em níveis de inclusão de 10% ou 15% na ração para garantir que tragam ambos, benefícios econômicos e ambientais. As macrófitas que frequentemente se desenvolvem nos tanques de aquicultura possuem grande potencialidade como suplemento alimentar para organismos zooplancctônicos, e também como matéria prima para a confecção de rações de peixes. A utilização desta biomassa é benéfica tanto como estratégia de manejo do tanque de piscicultura como para a economia do processo de criação de peixes, resultando em benefícios tanto econômicos como ambientais.

Palavras-chave: Aquicultura, Macrófitas, Complemento alimentar, Manejo.

ABSTRACT

Macrophytes, in specific circumstances, may have accelerated growth to the point of becoming undesirable and harmful to the environmental balance. When this occurs, appropriate disposal methods are required, or preferably, the economic and environmentally friendly use of the macrophyte biomass. Thus, studies aiming to develop management strategies or to promote the use of macrophyte biomass as a source of energy to other aquatic organisms may contribute to the development of control techniques, or cost-effective strategies to increment the development of aquaculture, decreasing production costs. The present research study aimed to test the use of macrophytes as a nutritional supplement to culture zooplankton with potential to be used as live food for juveniles of fishes and to test the inclusion of the biomass of two species of macrophytes *Pistia stratiotes* and *Salvinia minima* as an ingredient of fish rations. Analyses were carried out regarding the nutritional characteristics of the macrophytes and their dried biomass was crushed and added at increasing proportions to replace the algae, used as a food control. Experiments were carried out to measure individual and population growth rates and the reproductive performance of two species of Cladocera whose diet was supplemented with the weeds. The treatments with the inclusion of the macrophyte *P. stratiotes* as a food supplement for *Daphnia laevis* and *Moina micrura* resulted in similar or superior performance of that in the control, regarding individual and population growth rate, reproductive performance in the treatments where the algal biomass was replaced by 25% and 50% of *P. stratiotes*. Experiments were conducted with the tilapias where they were fed on diets formulated including percentages of 5, 10, 15 and 20% of the dry crushed biomass of the macrophytes. The greatest weight gain and individual growth was obtained with the diet with inclusion of 15% of the biomass of *P. stratiotes*, than the diet with 10% of *S. minima* resulting in lower production costs than that of the control diet. We suggest, therefore, the use of biomass in *P. stratiotes* with inclusion levels of 10% or 15% in the feed ration in order to ensure both economic and environmental benefits. The weeds that are often used to treat aquaculture effluents have great potential as a food supplement for zooplankton, and also as raw material for the production of fish feed. The use of this biomass is beneficial both as a management strategy of the fish pond and the economy fish cultures, resulting in both economic and environmental benefits.

Keywords: Aquaculture, food supplement, macrophyte management, Nile tilapia, zooplankton culture

Estruturação da Dissertação

Essa Dissertação é apresentada na forma de 5 seções, que são:

- 1. Introdução geral;**
- 2. Objetivos geral e específicos;**
- 3. Resultados, na forma de 2 trabalhos completos:**

3.1 Utilização da biomassa de macrófitas aquáticas como suplemento alimentar para cultivo de cladóceros planctônicos

Neste capítulo foi avaliado o potencial das macrófitas *Pistia stratiotes* e *Salvinia minima* como complemento alimentar no cultivo de duas espécies zooplancônicas, *Daphnia laevis* e *Moina micrura* e combinar uma tecnologia de baixo custo para cultivo zooplancônico com uma estratégia de manejo de macrófitas que sejam problemas nos corpos de água em estações de piscicultura.

3.2 - O valor nutricional da biomassa da macrófita *Pistia stratiotes* como um dos ingredientes em rações para peixes: uma vantagem econômica e ambiental

Neste capítulo foi analisada a qualidade da proteína da macrófita *Pistia stratiotes* por meio da quantificação de aminoácidos, e sua utilização como fonte de proteína vegetal em diferentes níveis de inclusão em rações de peixes, avaliando-se sua efetividade no crescimento de *Oreochomis niloticus*, a tilápia do Nilo, e a relação custo-benefício econômico que o uso da biomassa dessa planta pode representar para o sistema.

4. Conclusões Gerais

1. Introdução geral

A partir dos anos 90, houve um sensível aumento nas pesquisas relacionadas aos ecossistemas aquáticos de água doce, e segundo Thomaz e Bini (2003), um dos fatores que ocasionaram esse aumento foi a necessidade de manejo dos ambientes aquáticos, em consequência das ações antrópicas. Neste período se observam também importantes avanços nos estudos realizados com macrófitas aquáticas, devido principalmente ao importante papel que estas desempenham no ambiente aquático, à grande diversidade e quantidade de ambientes em que são encontradas e, em alguns casos devido aos prejuízos que o crescimento das mesmas em ambientes com qualidade alterada ou em estágios avançados de degradação.

As macrófitas aquáticas atuam como um importante componente ecológico nas comunidades e sistemas de água doce. São responsáveis pela ciclagem e estocagem de nutrientes, aumento dos recursos alimentares e maior heterogeneidade do ambiente, além de constituírem habitats para animais, contribuindo para o aumento da diversidade local (ESTEVES & CAMARGO, 1986; ESTEVES, 1998). Em muitos corpos de água, e especialmente em lagos rasos tropicais são a base de cadeias tróficas de herbivoria direta bem como em cadeias de detritivoria (THOMAZ, 2002; BIANCHINI-JUNIOR, 2003), podendo ser utilizadas como bioindicadoras da qualidade da água (ALVES et al., 2012; SCHNEIDER, 2014).

Em algumas situações o crescimento das macrófitas aquáticas é favorecido pelas alterações e desequilíbrios ambientais nos corpos hídricos em consequência de alterações que são geralmente ocasionadas pela ação humana, como: a construção de represas e mudanças do fluxo d'água, descargas de esgoto doméstico ou de efluentes industriais ricos em nutrientes e entradas de resíduos agrícolas (PITELLI, 2006).

O aumento da poluição resulta no acúmulo de nutrientes que ocasionam a eutrofização, que é atualmente uma grande preocupação para os gestores dos sistemas hídricos e uma das principais causas de alterações na qualidade da água e desequilíbrio ambiental dos ecossistemas aquáticos (PRADO & NOVO, 2006; POMPEO, 2008). Situações de desequilíbrio podem também favorecer a invasão por espécies exóticas de

macrófitas ou por animais exóticos predadores de espécies nativas herbívoras, levando ao crescimento descontrolado das macrófitas (SILVA, 2008).

Segundo Thomaz & Bini (1998), quando o equilíbrio do ecossistema aquático é alterado, as macrófitas aquáticas podem apresentar um crescimento intenso a ponto de se tornarem indesejáveis, alterando a qualidade da água e dificultando o uso do ecossistema aquático, além de prejudicarem o crescimento de outras espécies presentes na comunidade. Nesses casos elas são referidas como plantas daninhas ou pragas.

As macrófitas, portanto, apresentam dois lados, podendo ser tanto favoráveis ao ambiente quanto prejudiciais. Sendo assim, torna-se necessário um conhecimento ecológico aprofundado das espécies, que possa fornecer subsídios, que contribuam para a tomada de decisões, como por exemplo, na avaliação se estas estão prejudicando ou beneficiando determinado local. (THOMAZ, 2002).

1.1 Efeitos do crescimento das macrófitas

As macrófitas são capazes de rápido crescimento e ocupação de grandes áreas do ambiente aquático e diversos problemas são consequências dessa rápida proliferação. Em relação às macrófitas aquáticas flutuantes podem ocorrer efeitos como a redução da concentração de oxigênio disponível na água podendo, conseqüentemente, levar à perda da biodiversidade tanto da fauna quanto da flora, alterando assim a composição, diversidade e distribuição das comunidades no ecossistema aquático sob invasão (WALLEY, 2007; NDIMELE et al., 2011).

As consequências do crescimento exacerbado de macrófitas são diversas, e não só para a flora e a fauna local como também para as populações humanas que vivem na região, por serem microhabitats que abrigam organismos vetores de doenças de veiculação hídrica, e também pelo impedimento de atividades como pesca e transporte hidroviário e também problemas na irrigação pois as macrófitas podem entupir os canais, reduzirem o fluxo de água e assim afetarem as plantações locais (JUNK & MELLO, 1990; NDIMELE et al., 2011). Quando constatado que estão atuando negativamente no ambiente, seja em situações extremas ou em situações intermediárias recomenda-se que sejam retiradas. Os objetivos podem ser tanto para correção de um problema, quanto para a prevenção de futuros problemas (THOMAZ & BINI, 1998).

Quando o desenvolvimento das macrófitas atinge um alto nível de biomassa, após a sua retirada serão necessários métodos que permitam um descarte apropriado ou preferivelmente o aproveitamento da biomassa das macrófitas integrando-as em algum processo de melhoramento da qualidade da água (POMPÊO, 2008). Em países tropicais, como o Brasil, o aproveitamento da biomassa vegetal desses sistemas de tratamento ainda é pequeno, apesar da necessidade de remoção frequente das plantas (HENRY-SILVA & CAMARGO, 2006), gerando uma biomassa considerável, que é simplesmente descartada.

Entretanto, não existe apenas o fator negativo associado à capacidade de crescimento das macrófitas quando em ambientes com sobrecarga de nutrientes. Essa característica se torna uma vantagem para a sua utilização controlada, como por ex., para fins de redução e purificação do excesso de nutrientes dos efluentes, em decorrência da elevada eficiência das mesmas na absorção de nutrientes (POMPÊO, 2008). O avanço nos estudos que testam a adequação das macrófitas para fins de melhoria da qualidade de água resultou na construção de unidades semi-naturais, denominadas pântanos artificiais ou “wetlands”, com relevante aplicação no tratamento dos efluentes das atividades de Aquicultura (SANTOS & CAMARGO, 2014)

1.2 Espécies que apresentam rápido crescimento

Na região Neotropical, nos trópicos e sub-trópicos, as principais plantas aquáticas que causam problemas devido ao seu crescimento descontrolado são: *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia auriculata*, *Echinochloa polystachya*, *Brachiaria subquadriflora*; *Typha domingensis*; *Egeria densa*; *Egeria najas* e as espécies aquáticas dos gêneros *Polygonum* e *Cyperus*. As espécies flutuantes são geralmente as mais problemáticas para os sistemas hídricos (MARTINS et al., 2002). Em poucos dias ou semanas são capazes de duplicar sua biomassa e apresentam grande facilidade em colonizar novos ambientes (BRUNDU et al., 2012).

As espécies de macrófitas do gênero *Salvinia* são pteridófitas pertencentes à família Salvinaceae, e são de hábito flutuante (TRINDADE et al., 2010). São importantes para a

oxigenação e produção primária em lagos, tanques de aquicultura, e reservatórios. São também bastante conhecidas pela sua capacidade de colonizar rapidamente os ambientes aquáticos e se tornarem espécies daninhas, de difícil controle (BARROS & XAVIER, 2007; BOSCHILIA et al., 2006).

A macrófita *Pistia stratiotes* pertence à família Araceae, sendo descrita como uma espécie cosmopolita, tropical e subtropical. Apresenta crescimento rápido e agressivo quando em locais ricos em nutrientes (locais poluídos) podendo ser indicadora de ambientes eutrofizados (POTT & POTT, 2000). Pode produzir grande quantidade de massa vegetativa em ambientes lênticos impedindo a entrada de luz na água e segundo Martins et al. (2002) pode produzir cerca de 650 g de massa seca por m² em um ano. Contudo, sua decomposição diminui a quantidade de oxigênio dissolvido, podendo levar ao esgotamento do mesmo, isto é, à anoxia, com uma série de problemas associados (LOPEZ, et al., 2011).

1.3 O Uso Econômico das Macrófitas na Aquicultura.

O desenvolvimento de pesquisas que testem a eficácia no aproveitamento da biomassa das macrófitas para a alimentação de organismos aquáticos, como peixes e zooplâncton pode contribuir para o desenvolvimento de técnicas de controle e estratégias de manejo de macrófitas nos recursos hídricos com a finalidade de reduzir os impactos ao ambiente. Além de desenvolver estratégias economicamente viáveis para o descarte adequado da biomassa, pode, por exemplo, contribuir para o desenvolvimento da Piscicultura com menores custos de produção (NACA/FAO, 2000).

1.3.1 Organismos Zooplancônicos como Alimento na Piscicultura

A busca por complementos alimentares tem levado ao uso de organismos vivos, como algumas espécies de invertebrados pertencentes à comunidade zooplancônica. Contudo, este recurso tem sido ainda pouco explorado nas águas doces, e especialmente no Brasil. Cultivos de espécies nativas do zooplâncton em laboratório visando obter quantidades suficientes para serem usadas como alimento para larvas e alevinos de peixes

têm sido realizados experimentalmente, mas em pequena e média escala (RAJTHILAK, 2014; BEGUM, 2013; FREITAS & ROCHA, 2006; SIPAÚBA TAVARES, 2004). As macrófitas podem também ser uma possível fonte de alimentação para organismos cultivados, seja na Piscicultura ou em outros tipos de Aquicultura em águas doces (HASAN & CHAKRABARTI, 2009).

1.3.2 Uso de Macrófitas na Piscicultura

Segundo Pezzato et al.(2009), estudos que buscam o melhoramento e o desenvolvimento da Piscicultura tornando a criação dos peixes economicamente mais viável, mas mantendo uma boa qualidade da criação, têm sido incentivados, visando o crescimento desta atividade econômica no Brasil.

Na Aquicultura mais da metade dos custos relacionados à produção são dispendidos com a alimentação (GALDIODI, 2000) Um importante tema de pesquisa que necessita ainda ser intensificado é o da base científica para a formulação de rações com alta qualidade, que sejam balanceadas em relação aos conteúdos nutricionais para atender as necessidades das espécies de peixes a serem cultivadas, visando a otimização das respostas de crescimento. Há, contudo, a necessidade de se desenvolverem estratégias que possam ser conciliadas com boas práticas de manejo dos ecossistemas, mantendo, sobretudo, a qualidade da água (PEZZATO et al., 2009).

Tem se observado um grande aumento do preço das fontes de proteínas animais que são utilizadas no preparo das rações de peixes, por estarem cada vez mais escassas (HARDY, 2010). Com o desenvolvimento da aquicultura houve, no mundo todo, um significativo aumento da demanda por alimento, mas a produção mundial de rações não cresceu concomitantemente, para atender essa necessidade e como consequência ocorreu uma elevação de preços (PEZZATO et al., 2009). Uma das alternativas para que se aumente a produção e se diminuam os preços é a utilização de insumos proteicos de origem vegetal (LOVATTO et al., 2013; YU, 2014)

Um indicativo da qualidade do alimento utilizado pode ser obtido por meio da mensuração do crescimento individual dos peixes. A energia fornecida pela alimentação

pode ser investida em crescimento e reprodução, sendo que os principais componentes responsáveis pelo ganho de peso e formação do tecido corporal são os lipídios, as proteínas e o glicogênio (carboidratos) cujo armazenamento é responsável pelas reservas de energia. Sendo assim a saúde e o crescimento dos peixes são diretamente influenciados pelos diferentes tipos de dietas (CYRINO et al., 2000).

O aproveitamento da biomassa das macrófitas como complemento nutricional na alimentação de organismos aquáticos pode vir a representar um recurso econômico relevante para a segurança alimentar no futuro. O uso de macrófitas como fontes proteicas poderia funcionar substituindo parcial ou integralmente o uso da farinha da soja, e assim reduziria os custos de produção da ração, o que seria favorável economicamente em atividades como Piscicultura, Carcinocultura, entre outras atividades da aquicultura (GRAEFF, et al., 2007). Contudo, um dos grandes problemas ainda é a escassez de informações sobre o valor nutricional e a eficácia dos alimentos para o aumento da assimilação e da produção secundária dos organismos- alvo no cultivo comercial.

Sendo assim, investigações sobre o uso de macrófitas aquáticas como complemento alimentar na Aquicultura precisam ainda ser intensificadas. É de grande relevância a análise da composição química básica dessas plantas, que em conjunto podem controlar o valor nutricional desses vegetais (HENRY-SILVA & CAMARGO, 2002), assim como a resposta nutricional que os organismos aquáticos apresentam quando alimentados com produtos que incluam a biomassa das macrófitas na sua formulação. Para isso são necessários estudos que testem diferentes níveis de suplementação com biomassa de macrófitas no cultivo de organismos aquáticos com relevância nas atividades de Aquicultura, e a sua utilização como matéria prima, em diferentes níveis de inclusão em rações para a alimentação de peixes. O aproveitamento das macrófitas para estas finalidades pode ainda contribuir como uma estratégia de utilização da biomassa retirada dos sistemas de tratamentos de efluentes da aquicultura, um benefício adicional ao econômico já que pode ser um incentivo para a melhoria da qualidade da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A. E., 2012. Macrófitas Aquáticas como parâmetro no Monitoramento Ambiental da qualidade da água. *Revista Brasileira de Geografia Física*, vol. 4, p. 970–983.
- BARROS, I. C. L., e XAVIER, S. R. S., 2007. Salviniaceae do Estado de Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, vol. 5, p. 246-248.
- BEGUM, M., 2013. Assessment of four different media for the mass culture of *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine) as a live fish feed. *Journal of Asiatic Society Bangladesh*, vol. 39, nº. 2, p. 129–138.
- BIANCHINI-JÚNIOR, I., 2003. *Modelos de crescimento e decomposição de macrófitas aquáticas*. In: THOMAZ, S. M. e BINI, L. M. (Ed.) *Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas*. Maringá: EDUEM.
- BOSCHILIA, S. M., THOMAZ, S. M., e PIANA, P. A., 2006. Plasticidade morfológica de *Salvinia herzogii* em resposta à densidade populacional. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, Maringá, vol. 28, nº. 1, p. 35-39.
- BRUNDU, G., STINCA, A., ANGIUS, L., BONANOMI, G., CELESTI-GRAPPOW, L. AURIA, G. D., GRIFFO, R., MIGLIOZZI, A., MOTTI, R., e SPIGNO, P., 2012. *Pistia stratiotes* L. and *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms: emerging invasive alien hydrophytes in Campania and Sardinia (Italy). *Bulletin OEPP/EPPO*, 42 (3), p. 568–579.
- CYRINO, J. E. P., PORTZ, L., e MARTINO, R. C., 2000. Retenção de proteína e energia em juvenis de “blackbass” *Micropterus salmonoides*. *Scientia Agricola*, vol. 57, nº.4, p. 609-616.
- ESTEVES, F. A., 1998. *Fundamentos de Limnologia*. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 226 p.
- ESTEVES, F. A., e CAMARGO, A. F. M., 1986. Sobre o papel das macrófitas aquáticas na estocagem e ciclagem de nutrientes. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 1, p. 273-298.
- FREITAS, E. C., e ROCHA, O. 2006. The life cycle of *Pseudosida ramosa*, Daday, 1904, an endemic Neotropical cladoceran. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 18, nº. 34, p. 293-303.
- GALDIOLI, E. M., 2000. Diferentes fontes protéicas na alimentação de alevinos de curimba (*Prochilodus lineatus* V.). *Acta Scientiarum*, vol. 22, nº. 2, p. 471–477.

- GRAEFF, A., VIANNA, A. G., TONETTA, D. e PRUNER, E. N., 2007. Avaliação do potencial nutritivo da macrófitas aquática *Lemna minor* por meio da análise da composição química e por sua utilização em ração para carpa comum (*Cyprinus carpio L*) na fase recria. *Evidência*, vol. 7, nº. 1, p. 37-50.
- HARDY, R. W. 2010., Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. *Aquaculture Research*, vol. 41, nº. 5, p. 770–776.
- HASAN, M.R., e CHAKRABARTI, R., 2009. Use of algae and aquatic macrophytes as feed in small-scale aquaculture. 1st ed. FAO, Rome.
- HENRY-SILVA, G. G., e CAMARGO, A., F. M., 2002. Valor nutritivo de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta*) utilizadas no tratamento de efluentes de aquicultura. *Acta Scientiarum*, vol. 24, nº. 2, p. 519-526.
- HENRY-SILVA, G. G., e CAMARGO, A. F. M., 2006. Composição química de macrófitas aquáticas flutuantes utilizadas no tratamento de efluentes de aquicultura. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, vol. 24, no. 1, p. 21-28.
- JUNK, W. J., e MELLO, J. A. S. N., 1990. Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira. *Estudos Avançados*, São Paulo. vol. 4, nº.8.
- LOPEZ, C., ARBOLEDA, N. C., e CÁRDENAS-TORO, J., 2011. *Plantas introducidas, estabelecidas e invasora da Amazonia Colombiana*. Bogota, Colombia. Instituto Amazonico de Investigaciones Científicas- Sinchi.
- LOVATTO, N. D. M., 2014. Efeitos de dietas contendo concentrados proteicos vegetais no desempenho e atividade de enzimas digestivas de jundiá (*Rhamdia quelen*). *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 35, no. 2, p. 1071.
- MARTINS, D., VELINI, E.D., NEGRISOLI, E. e TOFOLI, G.R., 2002. Controle químico de *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes* e *Salvinia molesta* em caixas d'água. *Planta Daninha*, vol. 20, p.83-88.
- NACA/FAO., 2000. *Aquaculture Development Beyond 2000: the Bangkok Declaration and Strategy*. Conference on Aquaculture in the Third Millennium. Bangkok, Thailand. NACA, Bangkok and FAO, Rome. 27p.
- NDIMELE , P. E., KUMOLU-JOHNSON, C. A., e ANETEKHAI, M. A., 2011. The invasive aquatic Macrophyte, Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solm-Laubach: Pontederiaceae) Problems and prospects. *Research Journal of Environmental Sciences*, vol. 5, no.6, p. 509-520.

- PEZZATO, L. E. BARROS, M. M., e FURUYA, W. M., 2009. Valor nutritivo dos alimentos utilizados na formulação de rações para peixes tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol.38, p.43-51.
- PITELLI, R. L. C. M., 2006. Abordagens Multivariadas no Estudo da Dinâmica de Comunidades de Macrófitas Aquáticas. 2006. 67 p. *Tese de Doutorado*. Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, UNESP, Botucatu.
- POMPÊO, M., 2008. Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas. *Oecologia Brasiliensis*, vol. 12 (3), p. 406-424.
- POTT, V. J. e POTT, A. 2000. *Plantas aquáticas do Pantanal*. Embrapa. Centro de Pesquisa e Agropecuária do Pantanal (Corumbá – MS). Brasília, Embrapa Comunicação para Transferência e Tecnologia.
- PRADO, R. B., e NOVO, E. M. L., M., 2006. Análise espaço-temporal da relação do estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP) com o potencial poluidor da bacia hidrográfica. *Instituto Nacional Pesquisa INPE*. vol. 1.
- RAJTHILAK, C., 2014. Laboratory Culture and Population Growth of Brackish Water Harpacticoid Copepod , *Nitokra affinis* (Gurney , 1927) under Different Temperatures , Salinities and Diets. *World Journal of Fish Marine Sciences*, vol. 6, n^o. 1, p. 72–81.
- SANTOS, A. A. L. e CAMARGO, A. F. M., 2014. Constructed wetlands for treatment of harvest effluents from grown-out ponds of the Amazon River prawn. *Aquaculture Research*. vol.1, p. 1-9.
- SILVA, R. S., 2008. Influência da temperatura e de cargas de nutrientes no crescimento da macrófita aquática flutuante *Eichhornia crassipes* (MART.) Solms cultivada em água enriquecida artificialmente. *Dissertação de Mestrado*. UNESP, Rio Claro, 40 p.
- SCHNEIDER, E., 2014. Aspects of Wetland Habitat Restoration and Monitoring in the Danube Delta : Water Macrophytes as Quality Indicators in Evaluation Processes. *Acta Zoologica Bulgarica*, vol. 7, p. 97–102.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H., 2004. Cultivo em massa de plâncton de água doce utilizado na alimentação de larvas de peixes: custo/benefício e dificuldades de manutenção. *Revista Eletrônica de Ingeniería en Producción Acuicola*, vol. 1, n^o. 1.
- THOMAZ, S.M. 2002. Fatores Ecológicos Associados à Colonização e ao Desenvolvimento de Macrófitas Aquáticas e Desafios de Manejo. *Planta Daninha*, vol. 20, p. 21-33.
- THOMAZ, S. M., e BINI, L. M., 1998. Ecologia e manejo das macrófitas aquáticas em reservatórios. *Acta Limnológica Brasiliensis*, vol. 10, n^o.1, p. 103-116.

- THOMAZ, S. M. e BINI, L. M., 2003. *Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas*. EDUEM ed. Maringá: [s.n.], 342 p.
- TRINDADE, C. R. T., PEREIRA, S. A., ALBERTONI, E. F., e PALMA-SILVA, C., 2010. Caracterização e importância das macrófitas aquáticas com ênfase nos ambientes límnicos do campus Carreiros – FURG, Rio Grande, RS. *Cadernos de Ecologia Aquática*, vol. 5, p. 1-22.
- WALLEY, R. C., 2007. Environmental factors affecting the distribution of native and invasive aquatic plants in the Atchafalaya River Basin, Louisiana, U.S.A. *Tese de Doutorado*, Louisiana State University, 133 p.
- YU, D. H., 2014. Partial replacement of fish meal by several plant proteins with or without iron and lysine supplement in diets for juvenile Chinese sucker, *Myxocyprinus asiaticus*. *Aquaculture Nutrition*, vol. 20, n^o. 2, p. 205–212.

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral:

O presente trabalho teve como objetivos avaliar o potencial das macrófitas *Pistia stratiotes* e *Salvinia minima* como suplemento alimentar no cultivo de organismos aquáticos com relevância nas atividades de aquicultura. Visou ainda desenvolver uma estratégia de utilização da biomassa das macrófitas na Piscicultura como fonte de proteína vegetal e como matéria prima em uma tecnologia de baixo custo para a otimização desta atividade.

2.2 Objetivos específicos:

- Analisar a composição bioquímica (proteínas, lipídios e conteúdo energético) das macrófitas aquáticas *Pistia stratiotes* e *Salvinia minima*;
- Testar a adequação da adição da biomassa das duas espécies de macrófitas selecionadas para estudo como fonte nutricional única ou em substituição parcial de algas no cultivo de cladóceros planctônicos. Avaliar a resposta dos organismos a essa fonte alimentar em nível individual e populacional.
- Avaliar a qualidade da proteína da macrófita *Pistia stratiotes* por meio da análise da sua composição em aminoácidos, e compará-la com a dos outros ingredientes utilizados na formulação das rações para peixes;
- Avaliação do crescimento e sobrevivência de alevinos de *Oreochromis niloticus*, a tilápia do Nilo, que é uma espécie de peixe com grande relevância comercial, quando alimentados com rações suplementadas com 5, 10, 15 e 20% da biomassa das macrófitas *Pistia stratiotes* na sua formulação.
- Avaliar a vantagem econômica da utilização da macrófita *Pistia stratiotes* como suplemento na ração para peixes no contexto da atividade de Piscicultura.

3. Resultados

3.1. Utilização da biomassa de macrófitas aquáticas como suplemento alimentar no cultivo de cladóceros planctônicos

RESUMO

Os organismos zooplanctônicos como alimento vivo na Piscicultura são uma importante fonte nutricional, porém o principal problema reside no alto custo para manutenção dos cultivos em larga escala. O presente trabalho teve como objetivo a busca de uma tecnologia de baixo custo para cultivos de zooplâncton em larga escala, avaliando o valor nutricional e a eficiência do uso da biomassa das macrófitas *Pistia stratiotes* e *Salvinia minima* como complemento alimentar no cultivo de duas espécies de cladóceros, *Daphnia laevis* e *Moina micrura* comumente utilizados como alimento vivo na criação de alevinos e juvenis de peixes. Para os experimentos de crescimento individual foram estabelecidos diferentes tratamentos, incluindo o controle (apenas alga) e diferentes proporções de algas e macrófitas (75:25; 50:50; 25:75 de algas e macrófitas respectivamente, e 100% de *P. stratiotes* ou de *S. minima*). A taxa de crescimento populacional foi determinada apenas para os tratamentos que resultaram nas maiores taxas de crescimento individual. As quantificações do valor nutricional obtidas para *P. stratiotes* evidenciaram 27,6% de proteínas, 4,05% de lipídios, 14,46% de fibras e 3770 kcal/kg de conteúdo energético e para *S. minima* obteve 24,13%, 2,69, 17,45% de proteínas, lipídios e fibras respectivamente e conteúdo de energia de 4040 kcal/kg. Em geral, o crescimento dos cladóceros nos tratamentos com *Pistia stratiotes* foram maiores do que com *Salvinia minima*, e o melhor tratamento para *D. laevis* foi a dieta mista de 50% de alga e 50% de *P. stratiotes*, que resultou na maior fecundidade total de 712 neonatos e maior comprimento corporal médio de $1933 \pm 56 \mu\text{m}$. No tratamento controle obteve-se a fecundidade total de 554 neonatos e comprimento corporal médio de $1765 \pm 286 \mu\text{m}$. Para *M. micrura* os melhores desempenhos em fecundidade foram obtidos no controle e na dieta mista contendo 25% de *P. stratiotes*, que resultaram em 287 e em 294 neonatos, respectivamente. Em relação ao tamanho corporal o desempenho foi também semelhante registrando-se os valores de $1066,6 \pm 39 \mu\text{m}$ para o controle, e de $1047 \pm 53 \mu\text{m}$ para a dieta mista contendo 25% de *P. stratiotes*. O crescimento populacional de *Daphnia laevis* e *Moina micrura* foi semelhante para o tratamento com apenas alga e com as dietas mistas utilizando-se 50 e 25% de *P.*

stratiotes, respectivamente. Os resultados do presente estudo indicam que existe um grande potencial de utilização das macrófitas testadas como recurso alimentar para cultivos em larga escala de cladóceros planctônicos.

Palavras chave: Piscicultura, Biomassa de Macrófitas, Cultivo de Zooplâncton, Valor Nutricional.

1. Introdução

A importância econômica e ecológica das atividades de Piscicultura tem aumentado sensivelmente. O uso de organismos zooplanctônicos como alimento vivo na Piscicultura constitui uma importante fonte nutricional, principalmente para as fases iniciais de desenvolvimento dos peixes. Entretanto, existe uma grande dificuldade na produção de zooplâncton em larga escala, o que constitui um fator limitante e ainda um desafio a ser enfrentado na Piscicultura. A falta da dieta apropriada pode resultar em grande mortalidade nas fases de larvas e alevinos, diminuindo a produção final na piscicultura (GÓMEZ-CERÓN et al., 2013).

A fase larval dos peixes requer uma dieta com tamanho adequado para visualização e ingestão e que também apresente qualidade e quantidade certa de nutrientes específicos. Sendo o zooplâncton e os macro-invertebrados bentônicos, os principais alimentos em tanques naturais utilizados para a Piscicultura, a disponibilidade destes organismos torna-se essencial para a sobrevivência nas fases iniciais do desenvolvimento dos peixes (FURUYA, 2001). Além disso, as larvas possuem um trato digestório incompleto o que dificulta a digestão das rações industrializadas e as enzimas presentes nos organismos zooplanctônicos são facilitadores no processo de digestão pelo trato digestório dos peixes (GUERREIRO et al., 2011; DIEMER et al., 2012).

O zooplâncton herbívoro possui geralmente uma dieta bastante seletiva sendo que cladóceros, copépodos e rotíferos parecem ser capazes de diferenciar as dietas ricas das pobres em nutrientes (DE MOTT, 1986). A disponibilização de alimentos balanceados e de

alta qualidade é essencial para o sucesso dos cultivos de organismos zooplanctônicos, independentemente da preferência alimentar dos mesmos. Este procedimento, no entanto, encarece e dificulta o cultivo em quantidades suficientes para seu uso na alimentação de larvas de peixes na piscicultura (SIPAÚBA-TAVARES, 2004)

Assim, a melhoria das tecnologias de cultivo de organismos zooplanctônicos como alimento vivo pode contribuir para a otimização e aumento da produção na piscicultura (SIPAÚBA-TAVARES, 2004). De acordo com Luz & Zaniboni-Filho (2001), além da otimização da produção, o uso do alimento vivo também é mais vantajoso e benéfico para o ambiente por ser menos poluente do que o alimento artificial. Diferentemente das sobras de ração, os organismos zooplanctônicos não consumidos permanecem vivos e não provocam a depleção do oxigênio, ou o aumento na concentração de nutrientes que alteram a qualidade da água, como acontece com os resíduos de ração, quando esta é empregada. Assim, há necessidade de desenvolvimento de tecnologias de cultivo de alimentos vivos que propiciem o aumento da sobrevivência e a aceleração do crescimento dos peixes nas fases iniciais do cultivo, sem deterioração na qualidade da água dos viveiros de larvicultura (BOCK & PADOVANI, 2000).

Os Cladocera constituem um dos principais grupos formadores do zooplâncton herbívoro, juntamente com os Copepoda, mas devido às características do ciclo de vida (maior duração) e maior dificuldade no cultivo em laboratório destes últimos, os cladóceros tem maior potencial para cultivo em larga escala e, portanto, grande potencial de utilização como alimento vivo para Piscicultura. A reprodução por partenogênese e o curto ciclo de vida são as principais características que viabilizam sua utilização, aliado ao fato de apresentarem uma elevada qualidade nutricional (SIPAÚBA-TAVARES & ROCHA, 2003). Dentre os cladóceros mais frequentemente utilizados como alimento para peixes destacam-se as espécies dos gêneros *Daphnia* e *Moina*. É amplamente reconhecida a importância do cultivo de espécies desses dois gêneros para a Piscicultura (OTERO, 2013). Guevara (2003) atribui esse potencial ao fato destes organismos terem alto valor nutricional e à facilidade de seu cultivo em laboratório, além da capacidade em aumentarem seu valor nutritivo quando são cultivados em meio enriquecido (PRIETO, 2001).

No entanto, o principal problema na produção de alimento vivo para Piscicultura é ainda o seu alto custo, que pode representar um aumento de até 30% no valor total. No Brasil, ainda não há uma tecnologia eficiente e de baixo custo para a produção do zooplâncton em larga escala. Sendo assim, pesquisas que busquem alternativas para cultivos em larga escala, mas mantendo a qualidade nutricional, devem ser promovidas e aprimoradas (SIPAÚBA-TAVARES, 2009). Mæhre et al. (2013) ressaltam a importância de estudos que desenvolvam técnicas para aumento do valor nutricional em cultivos de zooplâncton com a finalidade de produção de alimento vivo, pois a melhoria do recurso alimentar garante também uma melhoria na qualidade do produto final da aquicultura.

Uma possível alternativa que poderá contribuir tanto para a diminuição do custo no cultivo do zooplâncton quanto no manejo dos sistemas aquáticos voltados para a Aquicultura, é o uso da biomassa das macrófitas aquáticas como suplemento alimentar para o cultivo de invertebrados de água doce. Isso porque as macrófitas apresentam características que as tornam potencialmente atrativas para o seu aproveitamento, tais como a capacidade de aumentar a biomassa rapidamente quando em condições favoráveis (PALAFOX et al., 2005; SCHULTZ & DIBBLE, 2012) e também grande potencial de incorporação de nutrientes (ROY et al., 2014).

Ecologicamente o uso da biomassa das macrófitas pode representar uma solução para a disposição adequada requerida no manejo de ecossistemas aquáticos comprometidos pelo aumento excessivo da biomassa de macrófitas, podendo favorecer economicamente diversos setores como a produção de biogás, confecção de papel e outros setores, como fonte de proteína vegetal para alimentação animal (GRAEFF et al., 2007; HENRY-SILVA & CAMARGO, 2002).

Entretanto, deve-se destacar a importância da presença das macrófitas para o ecossistema aquático, devido às várias funções ecológicas que desempenham, e não se recomenda a remoção total destes organismos e sim alternativas de manejo que controlem o crescimento excessivo (POMPÊO, 2005). Dentre as espécies de macrófitas flutuantes danosas ao ambiente nos trópicos e sub-trópicos da região Neotropical destacam-se *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, *Azolla foliculoides*, *Pistia stratiotes* L. e *Salvinia* spp (THOMAZ et al., 2014).

Portanto, o desenvolvimento de tecnologias que visem encontrar um suplemento alimentar, como as macrófitas, que substitua o alimento algal básico reduzindo a quantidade de algas utilizadas, sem afetar a qualidade dos organismos zooplanctônicos cultivados, pode ser a solução para a minimização dos custos de produção na Piscicultura. Esta prática, além de contribuir como uma nova fonte nutricional seria uma forma de utilização das macrófitas que atualmente estão sendo utilizadas como uma alternativa para tratamento e melhoria da qualidade de efluentes com elevada carga de nutrientes em Aquicultura, denominadas pântanos artificiais ou “wetlands”, que constantemente precisam ser manejadas para garantia do sucesso do tratamento (HENARES & CAMARGO, 2014).

O presente trabalho teve como objetivos avaliar o potencial das macrófitas *Pistia stratiotes* e *Salvinia minima* como suplemento alimentar no cultivo de duas espécies de cladóceros zooplanctônicos, *Daphnia laevis* e *Moina micrura*, além de combinar uma tecnologia de baixo custo para o cultivo zooplanctônico com uma estratégia de manejo da biomassa de macrófitas acumulada nos pântanos artificiais (“wetlands”), que ainda não possuem um aproveitamento apropriado.

2. Materiais e Métodos

2.1 Espécies de macrófitas:

Foram selecionadas duas espécies de macrófitas aquáticas flutuantes, *Pistia stratiotes* e *Salvinia minima*, consideradas espécies-problema pelo excessivo crescimento nas águas doces tropicais e subtropicais. O inóculo inicial para o cultivo da macrófita *Pistia stratiotes* foi obtido em tanques na Estação Experimental da Universidade Federal de São Carlos, campus de São Carlos (21°59'16.2" S; 47°52'51.7" W) SP, Brasil, nos quais macrófitas e macroinvertebrados são cultivados para experimentos de pesquisa,. Uma parte da biomassa utilizada e os exemplares para inóculo no cultivo de *Salvinia minima* foram obtidos em um lago artificial utilizado para criação de peixes, em uma propriedade privada no bairro residencial Valparaíso, no município de São Carlos, SP (21°54'13.7"S 47°54'01.8" W). Ambos os corpos de água são oligotróficos e livres de contaminação por

agentes tóxicos. *Pistia stratiotes* foi cultivada por 5 meses em tanques circulares de 3 metros de diâmetro, preenchidos no início do experimento com 2,0 m³ de água de fonte natural e enriquecida semanalmente com o fertilizante comercial NPK (20: 5: 20) na concentração de 3gL⁻¹. Durante o experimento o volume do tanque foi completado para compensar as perdas por evaporação e a cada 20 dias foi realizada a colheita de parte das macrófitas. As plantas coletadas foram expostas ao sol por 24 horas para uma secagem prévia e, posteriormente foram completamente secas em estufas a 60° C, por 48 horas. Depois de seca a biomassa das macrófitas foi triturada em liquidificador até constituir um pó e armazenada em ambiente seco, até seu uso como suspensão alimentar nos experimentos de cultivo dos cladóceros.

2.2 Obtenção e Cultivo das Espécies Zooplanctônicas

Para os cultivos foram selecionadas duas espécies de cladóceros, *Daphnia laevis* e *Moina micrura*, reconhecidas como alimento vivo adequado em piscicultura (OTERO, 2013). Exemplares de *Moina micrura* foram obtidos em tanques de cultivo de plâncton da Estação de Aquicultura do Departamento de Hidrobiologia (21°58'55.1"S 47°52'35.6" W), e os de *Daphnia laevis* em tanques de cultivo de plâncton da Estação Experimental do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva (21°59'16.2"S 47°52'51.7" W), ambas localizadas no campus da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

Essas espécies foram mantidas em cultivos-estoque em laboratório, por 30 dias, e após esse período foram utilizadas nos experimentos. O cultivo-estoque foi realizado em béqueres com água reconstituída de acordo com os protocolos recomendados pela ABNT (2005) apresentando as seguintes características: dureza total de 40 a 48 mg CaCO₃.L⁻¹, pH entre 7,0 e 7,6 e condutividade elétrica em torno de 160 µS.cm⁻¹. Os cladóceros foram alimentados com suspensão da microalga clorofícea *Raphidocelis subcapitata* na concentração de 10⁵ cels L⁻¹ e 1 mL de alimento composto, o qual consistiu em uma mistura de ração de peixe Tetramin (5g L⁻¹) e 0,25 g de fermento químico diluído em água, na proporção de 1:1 e mantidos em câmaras incubadoras com temperatura e fotoperíodo controlados (25 ± 1 °C e 12 h luz:12 h escuro).

2.3 Avaliação do Valor Nutricional das Macrófitas

As avaliações do valor nutricional das macrófitas foram realizadas no laboratório Laboratório de Avicultura da UNESP (LAVUNESP) da Universidade Estadual Paulista – Jaboticabal, SP.

A quantificação da concentração de proteínas foi feita pela análise do nitrogênio orgânico total pelo método de digestão e destilação de Kjeldahl (MACKERETH et al., 1989), utilizando o destilador de amônia da marca FOSS. Para o cálculo da concentração total de proteínas a concentração total de N-amoniacoal foi multiplicada pelo fator 6,3 (GRODZINSKI et al., 1975).

O conteúdo energético das macrófitas foi determinado utilizando-se uma bomba calorimétrica, da marca Ika Werke, modelo C-2000 control, em triplicata, segundo a norma E711-87 Standard Test Method for Gross Calorific Value by the Bomb Calorimeter (ASTM, 2004). O valor calórico foi determinado pela queima de 1g da biomassa seca da macrófita transformada em um *pellet* em uma bomba calorimétrica em atmosfera de oxigênio em condições controladas. O valor calórico foi calculado a partir de observações da alteração da temperatura do banho que envolve a câmara por meio de medidas feitas antes e depois da reação de combustão. A equação para cálculo foi aquela descrita em Kleinlein (2010). De acordo com o manual do equipamento o erro médio esperado é menor que 0,2% e o desvio padrão menor que 0,4%.

A concentração total de lipídios (extrato etéreo) foi determinada segundo a metodologia descrita na norma 5-04 da American Oil Chemists Society (AOCS, 2009) em um sistema de extração automática de alta eficiência em extrator de gordura ANKOM XT15, da ANKOM Technology, Macedon, USA.

A quantidade de fibra bruta foi avaliada mediante o tratamento do material das macrófitas com soluções de ácido e base fracas, no laboratório de Nutrição Animal (LANA) na UNESP, Jaboticabal (AOCS, 1997).

2.4 Macrófitas como complemento alimentar para o cultivo de cladóceros planctônicos

2.4.1 Crescimento individual dos cladóceros

O experimento de crescimento individual de *Daphnia laevis* estendeu-se até a mortalidade total dos indivíduos, contudo as medições do crescimento corporal foram realizadas até o 11º dia. Foi estabelecido um tratamento controle onde os cladóceros foram alimentados apenas com a mistura de suspensão algal e alimento composto (ABNT, 2005) e mais quatro tratamentos onde partes crescentes da suspensão algal foram substituídas pela suspensão de partículas finas da biomassa de uma das espécies de macrófita, com 10 repetições cada. Visando o desenvolvimento de uma tecnologia de baixo custo, os experimentos foram realizados utilizando-se água de um tanque de cultivo da estação experimental. Para os tratamentos foram utilizadas três diferentes suspensões alimentares: a primeira, o controle, consistindo de uma mistura da alga *Raphidocelis subcapitata* e de alimento composto (10^5 cels L^{-1} e 1 mL respectivamente); a segunda, contendo 0,04 g da biomassa triturada da macrófita *P. stratiotes* em um litro de água, e a terceira, contendo 0,04g da biomassa triturada da macrófita *S. mínima* em um litro de água, quantidades que foram estabelecidas através de testes preliminares. O delineamento estabelecido é sumarizado na Tabela 1.

Tabela 1- Tratamentos experimentais utilizados para o cultivo dos cladóceros *Daphnia laevis* e *Moina micrura* em diferentes proporções da alga *Raphidocelis subcapitata* e macrófitas aquáticas. Controle (C): apenas a suspensão de algas; Tratamento A (TAP), com 75% de suspensão controle e 25% da suspensão com *P. stratiotes*; Tratamento BP (TBP), 50% (metade) da suspensão controle e 50% da água com *P. stratiotes*; Tratamento CP (TCP), utilizando 25% da suspensão controle e 75% da com macrófita *P. stratiotes*; Tratamento DP (TDP), com 100% da suspensão da macrófita *P. stratiotes*; Tratamento AS (TAS), com 75% de suspensão controle e 25% dá suspensão contendo *S. minima* triturada; Tratamento BS (TBS), com 50% da suspensão controle e 50% da suspensão da macrófita *S. minima*; Tratamento CS (TCS), utilizando 25% da suspensão controle e 75% da suspensão com macrófita *S. minima*; Tratamento DS (TDS), contendo 100% da suspensão com a macrófita *S. minima*.

Tratamentos	Suspensão de alga e alimento composto	<i>Pistia stratiotes</i>	<i>Salvinia minima</i>
C	100%	--	--
TAP	75%	25%	--
TBP	50%	50%	--
TCP	25%	75%	--
TDP	--	100%	--
TAS	75%	--	25%
TBS	50%	--	50%
TCS	25%	--	75%
TDS	--	--	100%

Os experimentos foram realizados em recipientes plásticos que variaram de acordo com o tamanho da espécie e o crescimento dos indivíduos. Devido ao menor tamanho de *Moina micrura* foi utilizado um volume de suspensão de 10 mL para os neonatos e de 25 mL para os adultos. Para *Daphnia laevis*, espécie de maior tamanho, foram utilizados volumes de 70 mL, tanto para neonatos quanto adultos. Os recipientes foram mantidos em incubadora com fotoperíodo 12h claro e 12h escuro e temperatura de 25°C. As trocas do meio de cultivo foram realizadas três vezes por semana, e as variáveis pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e dureza da água foram medidas no início e no final do experimento.

Para ambos os cladóceros foram feitas observações diárias, em microscópio estereoscópico marca Zeiss, e realizadas medidas do tamanho corporal com ocular micrometrada, até que todos os indivíduos tivessem produzido a terceira ninhada de neonatos, que se estendeu em média por um período de 11 dias. Também foram realizados, diariamente, o controle da sobrevivência e a contagem do número de neonatos produzidos,

os quais foram em seguida retirados dos recipientes experimentais, com observações até o trigésimo dia de duração do experimento. Os mesmos procedimentos foram adotados para *M. micrura*, realizados até o oitavo dia de duração do experimento, e que coincidiu com toda a longevidade.

2.4.2 Crescimento populacional

As taxas de crescimento populacional foram determinadas apenas para o tratamento que resultou nas maiores taxas de crescimento individual, que correspondeu ao tratamento TBP para *Daphnia laevis* e TAP para *Moina micrura* (Tabela 1).

Os cultivos populacionais foram realizados em erlenmeyers de 1,0 L de capacidade, com 800 mL de meio de cultivo, tendo sido estabelecidas 3 repetições para cada espécie. Para *M. micrura* o experimento foi iniciado com 30 neonatos e para *D. laevis* com 12 indivíduos. Os experimentos tiveram duração de 13 dias para espécie *D. laevis* e de 7 dias para *M. micrura*, com contagens diárias do número total de indivíduos. Os dados de tamanho corporal foram plotados e a curva de crescimento foi ajustada pelo modelo exponencial.

2.5 Análise de Proteínas dos organismos

Foram realizadas análises de proteína da *Daphnia laevis* e *Moina micrura*, para ambos, os organismos alimentados apenas com alga e aqueles oriundos dos tratamentos que resultaram nas maiores taxas de crescimento individual, os quais corresponderam às proporções de 50% alga e 50% *P. stratiotes* para *D. laevis* e de 75% alga e 25% *P. stratiotes* para *M. micrura*. Foram utilizados indivíduos adultos, com 12 dias de idade para *D. laevis* e 6 dias para *M. micrura*, que foram previamente armazenados em eppendorfs e congelados até a realização das análises. A curva padrão foi obtida utilizando-se serum albumina bovina, diluída em uma série de concentrações: 5, 25, 50, 125, 250, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 µL. O reagente utilizado foi preparado utilizando-se 500 µl de reagente B (23224, Pierce) e 25 ml de Reagente A (23223, Pierce) preparado em um tubo de 50 mL com tampa (SMITH et al., 1985).

O reagente foi aquecido em banho-maria a 30° C por 10 minutos. As análises foram feitas em microplacas, onde foram adicionados 20 µL das diferentes concentrações de BSA ou do material determinado e 200µL do reagente. A leitura foi feita em leitor específico Dynex MRX com medições cinéticas a 540 nm. A quantificação de proteína foi obtida pelo cálculo do declive médio da reação em relação ao padrão BSA utilizado (FREITAS, 2013).

2.6 Análises Estatísticas

Aos valores médios de comprimento final nos experimentos foi aplicada a análise de variância (One-Way ANOVA) após verificadas a normalidade dos dados e a homogeneidade da variância testadas pelo Teste de Bartlett. Para complementação da ANOVA foi aplicado o teste estatístico de Dunnett que compara as médias dos tratamentos com a média do grupo controle. Para todos os testes utilizou-se o limite de confiança de 95% (p=0,05).

As variações dos comprimentos corporais (expresso em µm) em relação ao tempo das mensurações (expresso em dias) foram graficamente analisadas e aos pontos empíricos foram ajustadas as curvas de crescimento do modelo matemático de von Bertalanffy: $L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$, em que L_∞ corresponde ao comprimento máximo teórico, K é o parâmetro relacionado à taxa de crescimento diário e t_0 é o parâmetro associado ao comprimento médio (L_0) no instante inicial ($t=0$). Estes três parâmetros foram calculados com os valores do coeficiente angular (b) e linear (a) estimados pelo método dos mínimos quadrados aplicado às relações lineares obtidas pela transformação de Ford-Walford onde: $L(t+\Delta t) = a + b L_t$, sendo $L_\infty = a/1-b$, $K = -\ln b$ e $t_0 = 1/k (\ln L_\infty / L_\infty - L_0)$ (SANTOS, 1978).

Considerando-se que os comprimentos corporais se mostraram linearmente relacionados ao tempo de cultivo nos sete primeiros dias de desenvolvimento para *Daphnia laevis* e nos quatro primeiros dias para *Moina micrura*, compararam-se estatisticamente os valores dos coeficientes linear (a) e angular (b) por meio da aplicação do teste “t” de Student, também com 95% de limite de confiança (p=0,05).

3 Resultados

3.1 Valor nutricional

Na Tabela 2 são apresentados os resultados das quantificações bioquímicas realizadas para ambas as macrófitas estudadas. Para a macrófita *Pistia stratiotes* foram obtidos maiores valores percentuais médios para o conteúdo de proteína e de extrato etéreo (lipídios), com 27,6% e 4,05 % respectivamente, quando comparados com os respectivos valores obtidos para a macrófita *S. minima* cujos valores percentuais médios foram respectivamente 24,13% e 2,69%,. Em relação ao conteúdo de fibras, *S. minima* foi mais fibrosa (17,45%) do que *P. stratiotes* (14,46%), tendo a mesma tendência sido observada em relação ao conteúdo energético, visto que o conteúdo calórico da biomassa seca de *S. minima* foi de 4040 kcal/kg, maior que o de *P. stratiotes*, cuja biomassa continha 3770 kcal/kg.

Tabela 2- Composição química e conteúdo energético (valor calórico) da biomassa seca das macrófitas *Pistia stratiotes* e *Salvinia minima*.

	<i>Pistia stratiotes</i>	<i>Salvinia minima</i>
Proteína bruta	27,60%	24,13%
Extrato etéreo	4,05%	2,69%
Fibras	14,46%	17,45%
Conteúdo energético	3770 kcal/kg	4040 kcal/kg

3.2 Características físicas e químicas do meio de cultivo dos cladóceros

As variáveis pH e concentração de oxigênio dissolvido (OD) variaram pouco entre os tratamentos, com variação de 7,5 a 8,0 para o pH e de 5,6 a 6,2 para o OD. A condutividade elétrica da água variou de 121 a 239 $\mu\text{S cm}^{-1}$, sendo que os maiores valores

foram registrados nos tratamentos em que foi incluída a biomassa particulada de *S. minima*. A presença da biomassa triturada das macrófitas também pareceu aumentar levemente a dureza da água, a qual variou de 23,6 a 26,0 mg CaCO₃.L⁻¹ (Tabela 3) entre os tratamentos.

Tabela 3- Variação de variáveis abióticas no início e no final dos experimentos de cultivo individual dos cladóceros *Daphnia laevis* e *Moina micrura* alimentados com diferentes combinações de suspensão algal e de suspensão de biomassa de macrófitas trituradas. Alg. = suspensão algal; *P. stratiotes* = suspensão biomassa triturada de *Pistia stratiotes*; *S. minima* = suspensão biomassa triturada de *Salvinia minima* C= Controle – 100% alga; TAP= 75% alga e 25% *P. stratiotes*; TBP= 50% alga e 50% *P. stratiotes*; TCP = 25% alga e 75% *P. stratiotes*; TDP= 100 % *P. stratiotes*; TAS= 75% alga e 25% *S. minima*; TBS= 50% alga e 50% *S. minima*; TCS= 75% alga e 25% *S. minima*; TDS= 100% *S. minima*).

Suspensões iniciais	pH	Condutividade μS.cm ⁻¹	OD	Dureza mg CaCO ₃ .L ⁻¹
Suspensão Controle	7,8±0,15	133,3±27	6,11±1	23,6±1
Suspensão com Macrófita	7,9±0,25	121,8±17	5,89±0,9	25±1
Tratamentos				
Controle	7,8±0,12	133,3±27	6,11±0,15	23,6±1
TAP	7,9±0,1	121,8±17	5,89±0,2	23,6±1
TBP	7,8±0,21	128,8±13	5,86±0,15	25±1
TCP	7,9±0,17	130,5±13	5,9±1	25±1
TDP	7,9±0,17	146,9±48	5,7±0,3	24,6±1
TAS	7,9±0,26	184,7±74	5,9±0,2	23,3±1
TBS	7,8±0,29	145,8±37	5,8±0,25	25±1
TCS	7,8±0,3	239,8±79	6,1±0,35	25,6±1
TDS	7,8±0,3	218,1±133	5,6±0,37	26±2

3.3. Crescimento individual dos Cladóceros

Os maiores valores médios de comprimento final para *Daphnia laevis* foram atingidos quando esta foi alimentada com a biomassa triturada da macrófita *Pistia stratiotes* no tratamento TBP, atingindo o comprimento médio de 1935 μm, seguido dos tratamentos TAP e TCP com comprimentos finais de 1933 μm e 1815 μm, respectivamente. *D. laevis* atingiu o quarto maior valor de comprimento, 1765 μm, no tratamento controle. O menor comprimento médio final de 1730 μm foi observado no tratamento TDP. Os cladóceros

alimentados com a mistura da alga *R. subcapitata* e a macrófita *S. minima*, nas proporções percentuais de 75:25 (TAS) e 50:50 (TBS), resultaram nos maiores valores médios de comprimento para esta macrófita, de 1733,3 μm e 1880,0 μm , respectivamente. Os menores comprimentos finais foram obtidos para os tratamentos nas proporções de 75:25 (TCS) e de 100% da macrófita (TDS), com valores médios de 1608 μm e 1434 μm , respectivamente (Tabela 4).

As curvas de crescimento ajustadas pelo modelo de von Bertalanffy evidenciam a semelhança entre o desenvolvimento de *D. laevis* no controle e nos tratamentos TAP, TBP e TCP, nos quais foi adicionada a biomassa de *P. stratiotes* como suplemento alimentar. Por outro lado, no tratamento TDP, onde os cladóceros foram alimentados apenas com *P. stratiotes*, observou-se o menor crescimento. Em relação aos tratamentos com *S. minima* observaram-se menores crescimentos quando comparados ao controle e os tratamentos que mais se assemelharam ao controle foram os TAS e TBS (Fig.1).

Já para *Moina micrura* (Tabela 5), o maior valor de comprimento médio final de 1066,6 μm foi obtido no tratamento controle, seguido dos tratamentos TAP e TBP com tamanhos médios finais de 1047,5 μm e 1000 μm , respectivamente. Os tratamentos TAS, TBS, TCS e TDS, que utilizaram a mistura com a biomassa triturada de *S. minima*, resultaram em comprimentos médios finais mais baixos, correspondendo a 930 μm , 850 μm , 900 μm e 900 μm , respectivamente. O menor comprimento médio final registrado foi aquele obtido para o tratamento TDS, onde este cladóceros atingiu após 8 dias apenas 780 μm .

As curvas de crescimento de *M. micrura*, ajustadas pelo modelo de von Bertalanffy em todos os tratamentos (Fig. 2), demonstram a semelhança entre o crescimento obtido no controle e no tratamento TAP, enquanto o crescimento foi intermediário nos tratamentos TBP e TCP, e sensivelmente inferior no TDP, onde estes cladóceros foram alimentados apenas com a biomassa triturada de *P. stratiotes*. Já nos tratamentos onde os cladóceros foram alimentados com *S. minima* os crescimentos nos tratamentos TAS, TBS, TCS e TDS foram semelhantes entre si e sensivelmente inferiores ao do controle.

Tabela 4- Valores médios inicial e final \pm desvio padrão do tamanho corporal (μm) para *Daphnia laevis* alimentada com suspensão algal (*Raphidocelis subcapitata*) e biomassa triturada das macrófitas *Pistia stratiotes* e *Salvinia minima*, em diferentes proporções percentuais.(alg = suspensão algal; *P. stratiotes* = suspensão biomassa triturada de *Pistia stratiotes*; *S. minima* = suspensão biomassa triturada de *Salvinia minima*). C= Controle – 100% alga; TAP= 75% alga e 25% *P. stratiotes*; TBP= 50% alga e 50% *P. stratiotes*; TCP = 25% alga e 75% *P. stratiotes*; TDP= 100 % *P. stratiotes*; TAS= 75% alga e 25% *S. minima*; TBS= 50% alga e 50% *S. minima*; TCS= 75% alga e 25% *S. minima*; TDS= 100% *S. minima*).

Tratamentos	Inicial	Final	Equação de von Bertalanffy
Controle	680 \pm 25	1765 \pm 286	Lt=2293,0 [1-e ^{-0,13(t+2,60)}]
TAP	696 \pm 23	1933 \pm 56	Lt=2226,0 [1-e ^{-0,16(t+2,18)}]
TBP	694 \pm 19	1935 \pm 100	Lt=2383,2 [1-e ^{-0,13(t+2,60)}]
TCP	682 \pm 27	1815,5 \pm 256	Lt=1909,0 [1-e ^{-0,32(t+1,35)}]
TDP	720 \pm 52	1730 \pm 53*	Lt=1723,9 [1-e ^{-0,32(t+1,58)}]
TAS	660 \pm 14,4	1792 \pm 50	Lt=2169,4 [1-e ^{-0,10(t+3,40)}]
TBS	700 \pm 20	1880 \pm 40	Lt=1720,0 [1-e ^{-0,39(t+1,30)}]
TCS	660 \pm 28,3	1608 \pm 254*	Lt=2470,0 [1-e ^{-0,08(t+3,50)}]
TDS	690 \pm 30,25	1434 \pm 532*	Lt=1850,0 [1-e ^{-0,18(t+2,54)}]

*Diferenças estatisticamente significativas em relação ao controle

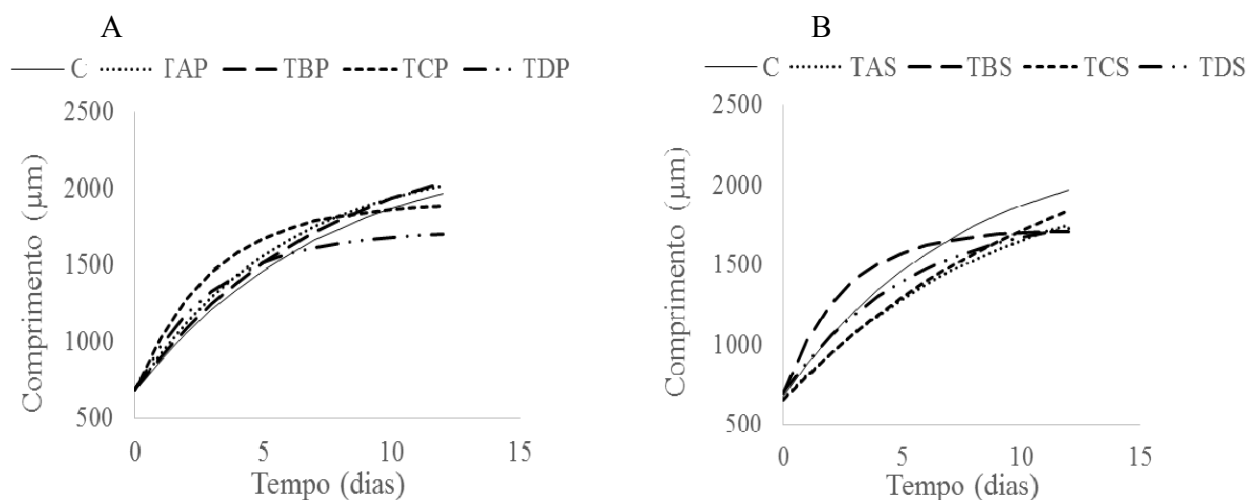


Figura 1- Curvas de crescimento ajustadas pelo modelo de von Bertalanffy para *Daphnia laevis* cultivada em diferentes proporções percentuais de suspensão algal (*Raphidocelis subcapitata*) e de biomassa triturada das macrófitas aquáticas *Pistia stratiotes* (A) e *Salvinia minima* (B). (C= Controle – 100% alga; TAP= 75% alga e 25% *P. stratiotes*; TBP= 50% alga e 50% *P. stratiotes*; TCP = 25% alga e 75% *P. stratiotes*; TDP= 100 % *P. stratiotes*; TAS= 75% alga e 25% *S. minima*; TBS= 50% alga e 50% *S. minima*; TCS= 75% alga e 25% *S. minima*; TDS= 100% *S. minima*).

Tabela 5- Valores médios, inicial e final \pm desvio padrão, do tamanho corporal (μm) para *Moina micrura* alimentada com diferentes proporções percentuais de suspensão algal (*Raphidocelis subcapitata*) e biomassa seca e triturada das macrófitas *Pistia stratiotes* e *Salvinia minima*. (alg = suspensão algal; *P. stratiotes* = suspensão biomassa triturada de *Pistia stratiotes*; *S. minima* = suspensão biomassa triturada de *Salvinia minima*). * = Diferenças estatisticamente significativas em relação ao controle; ** = Diferença estatisticamente significativa em relação ao controle, mas apenas um indivíduo sobrevivente ao final.

Tratamentos	Inicial	Final	Equação de von Bertalanffy
Controle	484 \pm 16	1066,6 \pm 39	$Lt=1191,2[1-e^{-0,20(t+1,80)}]$
TAP	480 \pm 16	1047,5 \pm 53	$Lt=1120,0[1-e^{-0,35(t+1,59)}]$
TBP	482 \pm 18	1000 \pm 53	$Lt=1026,5[1-e^{-0,30(t+2,20)}]$
TCP	482,2 \pm 21	955 \pm 10*	$Lt=1014,9[1-e^{-0,36(t+1,70)}]$
TDP	480 \pm 21	780 \pm 55*	$Lt=860,0[1-e^{-0,40(t+2,00)}]$
TAS	494 \pm 16	930 \pm 0*	$Lt=1191,2[1-e^{-0,27(t+1,80)}]$
TBS	494 \pm 16	850 \pm 95*	$Lt=1081,8[1-e^{-0,23(t+2,60)}]$
TCS	484 \pm 16	900**	$Lt=1169,5[1-e^{-0,17(t+3,10)}]$
TDS	492 \pm 21	900**	$Lt=1121,0[1-e^{-0,18(t+3,10)}]$

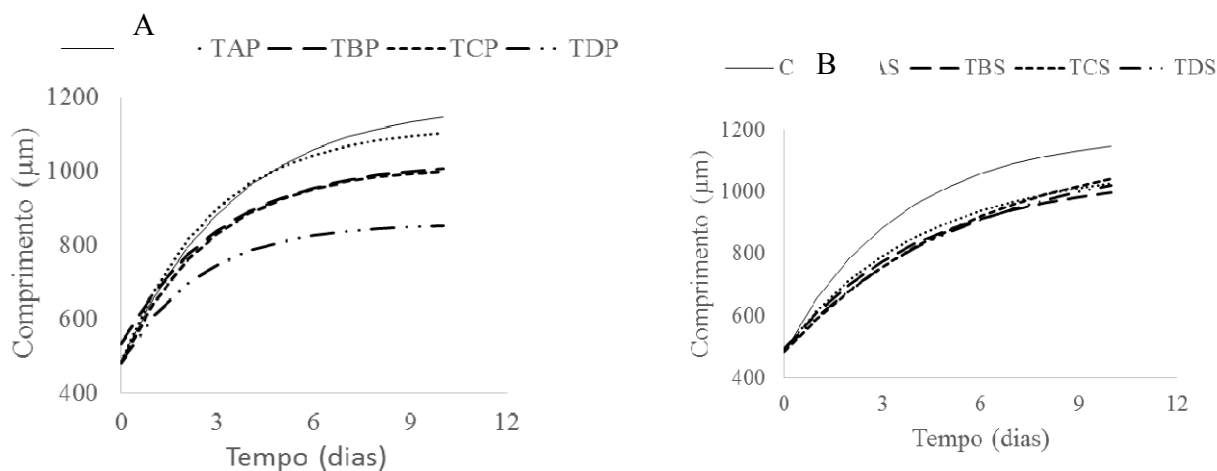


Figura 2- Curvas de crescimento ajustadas pelo modelo de von Bertalanffy para *Moina micrura* cultivada em diferentes proporções percentuais de suspensão algal (*Raphidocelis subcapitata*) e de biomassa triturada das macrófitas aquáticas *Pistia stratiotes* (A) e *Salvinia minima*. (B); (C= Controle – só alga; TAP= 75% alga e 25% *P. stratiotes*; TBP= 50% alga e 50% *P. stratiotes*; TCP = 25% alga e 75% *P. stratiotes*; TDP= 100 % *P. stratiotes*; TAS= 75% alga e 25% *S. minima*; TBS= 50% alga e 50% *S. minima*; TCS= 75% Alga e 25% *S. minima*; TDS= 100% *S. minima*).

A linearização do crescimento ocorrido nos primeiros dias de cultivo demonstra que para *D. laevis* os maiores valores do coeficiente angular (b) foram obtidos nos tratamentos com dietas mistas utilizando *P. stratiotes*, sendo para o TCP $b=0,1746$ e para os tratamentos TAP e TBP, $b=0,1688$ e $b=0,1655$, respectivamente, valores um pouco superiores ao do controle onde $b=0,1603$ seguido do tratamento utilizando a *S. minima* TBS com $b=0,1517$. Estes não apresentam diferenças significativas ($p \geq 0,05$). Já os menores valores estimados de b foram obtidos para os tratamentos TDP, TAS, TCS e TDS, resultando nos respectivos valores $b=0,1373$, $b=0,1366$, $b=0,1091$ e $b=0,1164$, que se apresentaram com diferenças significativas ($p < 0,05$) em relação ao controle onde $b=0,1603$ (Tabela 6).

Para *M. micrura* o maior valor do coeficiente angular (b) foi obtido para o tratamento TAP, $b=0,1458$, valor semelhante ao do controle $b=0,144$, seguidos dos valores obtidos nos tratamentos TBP $b=0,1356$ e TCP $b=0,1208$. Estes tratamentos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas em relação ao controle ($p \geq 0,05$). Já os demais tratamentos apresentaram valores bem inferiores e foram significativamente menores que o do controle ($p < 0,05$) (Tabela 6).

Tabela 6- Equações obtidas por meio do ajuste linear do crescimento dos organismos zooplanctônicos, nos 7 primeiros dias de cultivo para *Daphnia laevis* e nos 4 primeiros para *Moina micrura*.

Tratamentos	<i>Daphnia laevis</i>		<i>Moina micrura</i>	
Controle	$y=0,1603x+0,5355$	$R^2=0,88$	$y=0,1440x+0,3260$	$R^2=0,91$
TAP	$y=0,1688x+0,5710$	$R^2=0,89$	$y=0,1458x+0,3363$	$R^2=0,91$
TBP	$y=0,1655x+0,5441$	$R^2=0,90$	$y=0,1356x+0,3445$	$R^2=0,93$
TCP	$y=0,1746x+0,6798$	$R^2=0,87$	$y=0,1208x+0,3620$	$R^2=0,89$
TDP	$y=0,1373x+0,6606$	$R^2=0,75$	$y=0,0930x+0,3983$	$R^2=0,82$
TAS	$y=0,1366x+0,5743$	$R^2=0,81$	$y=0,0935x+0,4000$	$R^2=0,91$
TBS	$y=0,1517x+0,6714$	$R^2=0,91$	$y=0,0895x+0,4215$	$R^2=0,91$
TCS	$y=0,1091x+0,6036$	$R^2=0,85$	$y=0,0983x+0,3896$	$R^2=0,92$
TDS	$y=0,1164x+0,6527$	$R^2=0,85$	$y=0,0868x+0,4300$	$R^2=0,75$

Em relação à longevidade e ao número de neonatos (Tabela 7) para *D. laevis* e *M. micrura* e os diferentes tratamentos alimentares com as macrófitas *P. stratiotes* e *S. minima*, os resultados evidenciaram uma maior longevidade no tratamento com a mistura de alga e biomassa triturada da macrófita *P. stratiotes* no tratamento TCP (25% algas: 75% macrófita) para longevidade, cujo valor atingiu em média 23 dias, seguida daquela para o tratamento TBP (50% alga: 50% macrófita) com longevidade de 21 dias. Ambas longevidades foram superiores à obtida no tratamento controle, para o qual a longevidade foi de 20 dias. Os menores valores de longevidade foram obtidos para os tratamentos alimentares que incluíram a biomassa da macrófita *Salvinia minima*, tratamentos TAS, TBS e TCS, correspondentes a 14, 11 e 11 dias, respectivamente. Apesar do tratamento TDS ter resultado em uma alta longevidade, os poucos indivíduos que sobreviveram não apresentaram crescimento corporal e não produziram ovos.

O número de neonatos para *D. laevis* também foi superior ao controle nos tratamentos TBP e TCP, correspondentes à dieta mista contendo 50% e 75% de biomassa triturada da macrófita *P. stratiotes*, em que os valores totais médios de produção foram 712 e 693 neonatos por fêmea respectivamente. Estes valores foram maiores que aqueles obtidos no controle e nos demais tratamentos para os quais se registrou a fecundidade total de 554 neonatos no tratamento controle, 503 neonatos tratamento TAP e 271 neonatos no tratamento TDP. Os tratamentos com *S. minima* resultaram em desempenhos reprodutivos similares a este último tratamento com *P. stratiotes* ou menores, com 294, 234, 134 e 285 neonatos nos tratamentos TAS, TBS TCS e TDS respectivamente. Nesses últimos tratamentos *D. laevis* apresentou fecundidade bastante inferior, chegando a representar um número de neonatos 1,7 a 5 vezes menor do que aqueles obtidos nos tratamentos com a macrófita *P. stratiotes* (Tabela 7).

Nos experimentos realizados com *M. micrura*, o tratamento TAP resultou em uma maior fecundidade (298 neonatos) que foi bem próxima à obtida para o controle (287 neonatos) seguido do tratamento TBP, com 210 neonatos. Nos tratamentos TDP e TCS não houve produção de neonatos, apesar de ter sido observada produção de ovos, pelo fato das fêmeas grávidas terem morrido antes da eclosão dos neonatos. Os valores médios de produção de neonatos nos tratamentos TAS, TBS e TDS, que correspondem à alimentação

com a inclusão da biomassa de *S. minima*, tiveram uma produção média de neonatos bastante inferior àquela obtida para o controle e para os tratamentos com *P. stratiotes*, atingindo apenas 90, 76 e 7 neonatos produzidos por fêmea, respectivamente, ao longo dos 8 dias de duração do experimento (Tabela 7).

Tabela 7- Número total de neonatos (fecundidade total) e longevidade dos cladóceros *Daphnia laevis* e *Moina micrura* alimentados com diferentes dietas (suspensão da alga *Raphidocelis subcapitata* complementada com biomassa triturada das macrófitas *Pistia stratiotes* ou *Salvinia minima*). C= Controle – 100% alga; TAP= 75% alga e 25% *P. stratiotes*; TBP= 50% alga e 50% *P. stratiotes*; TCP = 25% alga e 75% *P. stratiotes*; TDP= 100 % *P. stratiotes*; TAS= 75% alga e 25% *S. minima*; TBS= 50% alga e 50% *S. minima*; TCS= 75% alga e 25% *S. minima*; TDS= 100% *S. minima*).

Tratamentos	Longevidade média		Fecundidade total	
	<i>Daphnia laevis</i>	<i>Moina micrura</i>	<i>Daphnia laevis</i>	<i>Moina micrura</i>
Controle	20±10	7±1	554	287
TAP	17±8	7±1	503	298
TBP	21±7	6±1	712	210
TCP	23±6	7±1	693	96
TDP	16±11	5±1	271	0
TAS	14±8	4±2	294	90
TBS	11±7	4±1	234	76
TCS	11±4	3±1	134	0
TDS	19±4	4±2	285	7

Para a aplicação de testes estatísticos visando verificar a existência de diferenças significativas no comprimento do corpo e no número de neonatos produzidos por *D. laevis* e *M. micrura* entre os tratamentos utilizados, foram inicialmente testadas a normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias. Ambos os conjuntos de dados tiveram normalidade. Quanto à homogeneidade esta foi obtida para o número de neonatos de *Daphnia laevis* ($p = 0.005252$) e para os dados de comprimento corporal de *Moina micrura* ($p = 0.002350$). Já os dados de comprimento final da espécie *D. laevis* e do número de neonatos produzidos por *Moina micrura*, não alcançaram homogeneidade de variâncias, com valores de $p = 0,598958$ e $0,911477$, respectivamente.

Para a espécie *Daphnia laevis*, só houve diferença estatisticamente significativa no comprimento final, em relação ao controle, nos tratamentos em que este cladóceros foi

alimentado apenas com macrófitas (TDP, $p = 0,040324$ e TDS, $p = 0,006061$) e a concentração mais alta de *S. mínima* (TCS, $p = 0,041613$). Para os tratamentos com as diferentes combinações da biomassa triturada de *P. stratiotes*, tratamentos TAP, TBP e TCP ($p = 0,988616$; $0,998120$ e $0,974739$) e nos tratamentos com as 2 primeiras proporções de *S. minima*, tratamentos TAS e TBS ($p = 0,417654$ e $0,266209$) não ocorreram diferenças estatisticamente significativas. Na Figura 3 e na Tabela 4 são apresentados os valores médios de comprimento iniciais e finais para os diferentes tratamentos utilizados. Estes evidenciaram que para os comprimentos finais dos cladóceros cultivados em dietas mistas contendo algas e biomassa triturada da macrófita *P. stratiotes* na proporção de 25%, 50% e 75%, não houve diferença estatisticamente significativa, mas foi observada uma tendência de aumento gradativo no comprimento final médio dos cladóceros. Nos tratamentos em que se observou decréscimo no comprimento corporal ocorreram diferenças estatisticamente significativas.

Quanto à fecundidade média total de *D. laevis*, analisada por meio do número médio de neonatos produzidos, apenas nos tratamentos TAP, TBP e TCP não ocorreram diferenças estatisticamente significativas, comparados ao controle ($p = 0,300022$; $0,889635$ e $0,979342$, respectivamente), tendo sido registrados valores médios de fecundidade levemente superiores aos do controle. Nos tratamentos em que este cladóceros foi alimentado apenas com a suspensão de macrófitas (tratamentos TDP e TDS) e nos tratamentos com uma dieta mista de alga e de *S. minima* (tratamentos TAS, TBS, e TCS) ($p = 0,023719$; $0,048439$, $0,047102$, $0,000885$ e $0,007422$, respectivamente) houve diferenças estatisticamente significativas em relação ao controle, sendo que o número médio de neonatos produzidos foi inferior ao do controle (Figs. 3 e 4).

Para a espécie *M. micrura*, para o comprimento final só não houve diferença significativa em relação ao controle nos tratamentos com 25% e 50% de *P. stratiotes* (TAP e TBP, com $p = 0,0706624$ e $0,097333$, respectivamente). Nos demais tratamentos ocorreram diferenças estatisticamente significativas, com valores médios de comprimento inferiores ao controle (Fig. 3 e 4), sendo eles, TCP, $p = 0,006941$; TDP, $p = 0,000021$; TAS, $p = 0,000021$; TBS, $p = 0,000021$, TCS, $p = 0,000021$ e TDS, $p = 0,000021$. Em relação ao número de neonatos produzidos, apenas no primeiro tratamento (TAP) não

houve diferença significativa ($p = 0,965030$), enquanto em todos os demais o número médio de neonatos foi significativamente inferior (Fig. 4) (TBP, $p = 0,046465$, TCP, $p = 0,000023$; TDP, $p = 0,000021$; TAS, $p = 0,000044$; TBS, $p = 0,000021$; TCS, $p = 0,000021$ e TH, $p = 0,000021$).

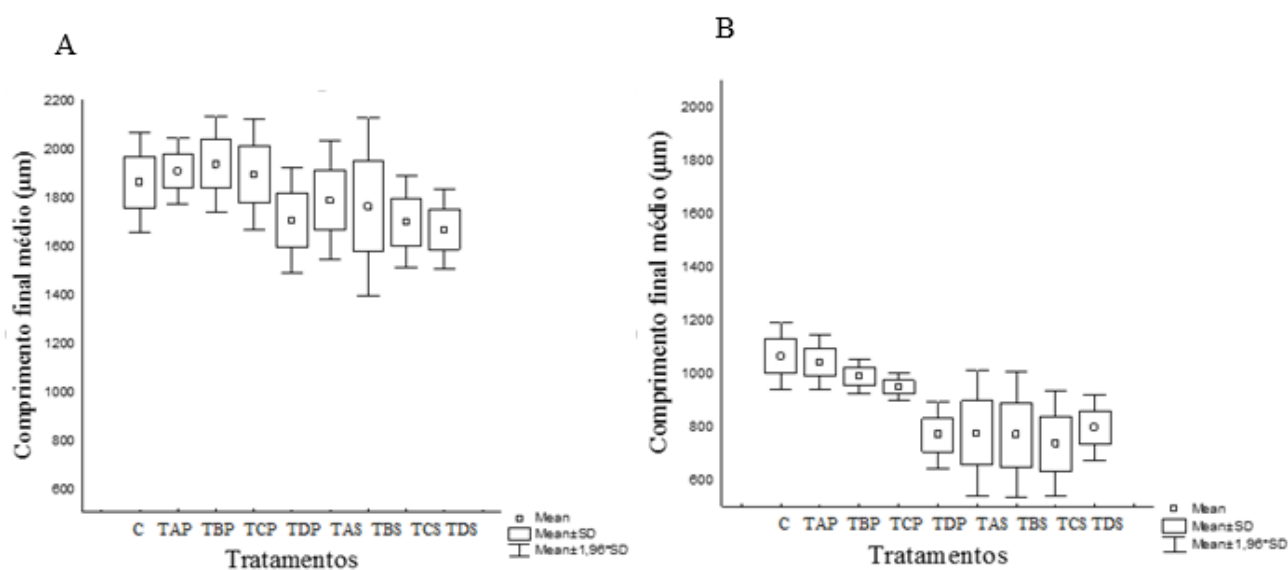


Figura 3: Variação nos valores médios de comprimento final (μm) das espécies: (A) *Daphnia laevis* (B) *Moina micrura* cultivada em diferentes combinações de suspensões contendo alga (*Raphidocelis subcapitata*) e biomassa triturada das macrófitas aquáticas *Pistia stratiotes* e *Salvinia minima*. (C= Controle – só alga; TSP= 75% Alga e 25% *P. stratiotes*; TBP= 50% Alga e 50% *P. stratiotes*; TCP = 25% Alga e 75% *P. stratiotes*; TDP= 100 % *P. stratiotes*; TAS= 75% Alga e 25% *S. minima*; TBS= 50% Alga e 50% *S. minima*; TCS= 75% Alga e 25% *S. minima*; TDS= 100% *S. minima*).

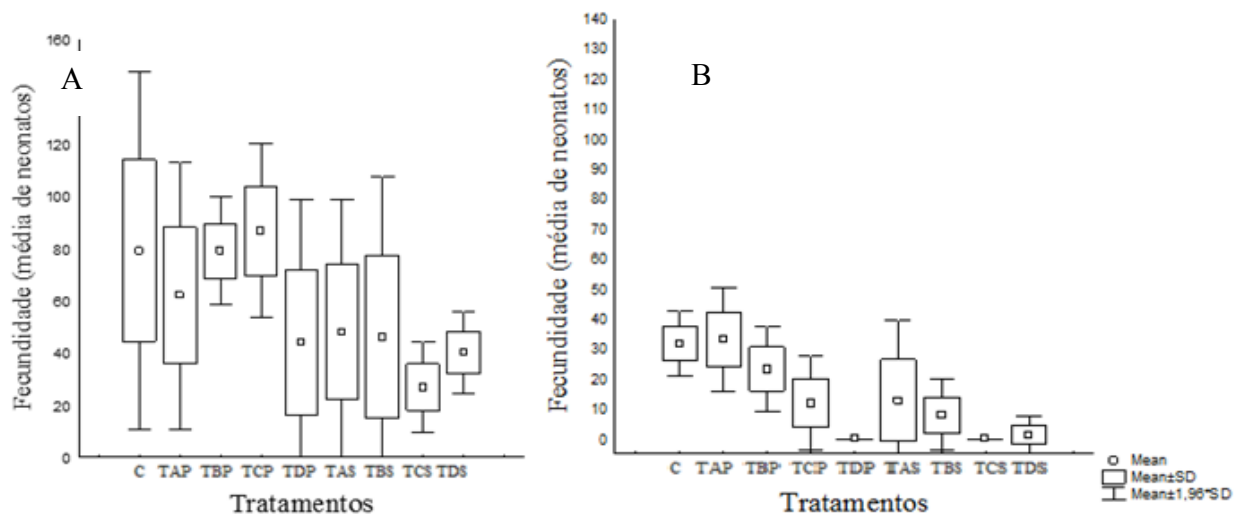


Figura 4: Valores médios da fecundidade (número médio de neonatos por fêmea) obtidos para os diferentes tratamentos de (A) *Daphnia laevis* (B) *Moina micrura*. (C= Controle – só alga; TSP= 75% Alga e 25% *P. stratiotes*; TBP= 50% Alga e 50% *P. stratiotes*; TCP = 25% Alga e 75% *P. stratiotes*; TDP= 100 % *P. stratiotes*; TAS= 75% Alga e 25% *S. minima*; TBS= 50% Alga e 50% *S. minima*; TCS= 75% Alga e 25% *S. minima*; TDS= 100% *S. minima*)

Na Figura 5 são apresentadas fotos de indivíduos de *D. laevis* (16 -17 dias de idade) durante o experimento de cultivo sob diferentes dietas: A = tubo digestivo com coloração verde-claro de um adulto alimentado apenas com a suspensão da clorófitica *R. subcapitata*; B- tubo digestivo com coloração em verde-fosco, de indivíduo alimentado apenas com a macrófita *Pistia stratiotes* e C = tubo digestivo com coloração amarelada de indivíduo alimentados apenas com a macrófita *S. minima*

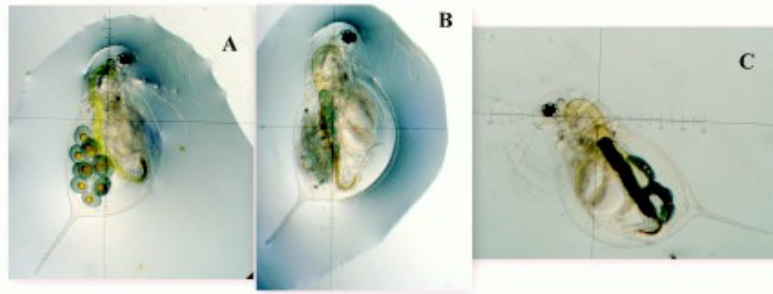


Figura 5- A: indivíduo de *Daphnia laevis* adulta ovada, alimentada com suspensão algal de *Raphidocelis subcapitata*; B: indivíduo de *Daphnia laevis* com embriões, alimentada com biomassa seca e triturada da macrófita *Pistia stratiotes*; C: indivíduo de *Daphnia laevis* alimentada com biomassa seca e triturada da macrófita *Salvinia minima*. Fotos obtidas com câmera digital Sony em lupa com ocular micrometrada em aumento de 32 x.

Na Figura 6 são apresentadas imagens do cladócero *Moina minuta* (4-5 dias de idade) durante o experimento de cultivo sob dietas com diferentes combinações de suspensão algal e de biomassa de macrófitas: A = tubo digestivo com coloração verde-claro de indivíduo alimentado apenas com a suspensão da clorofícea *R. subcapitata*; B- tubo digestivo com coloração em verde-fosco, de indivíduo alimentado apenas com a suspensão da macrófita *Pistia stratiotes* e C = tubo digestivo com coloração amarelada de indivíduo alimentado apenas com a suspensão da macrófita *S. minima*.

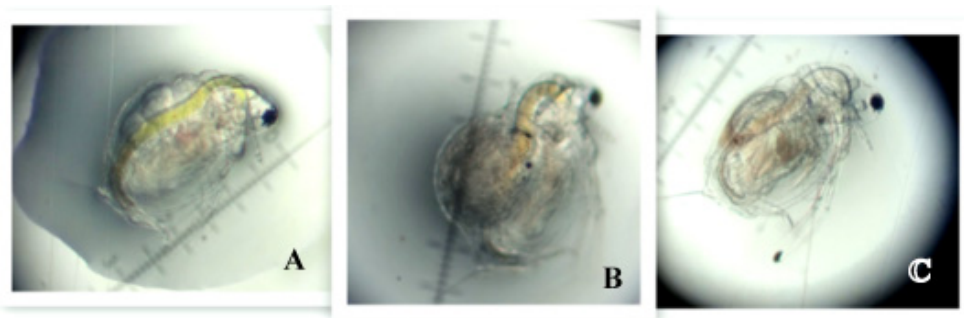


Figura 6: A: indivíduo de *Moina micrura* adulta ovada alimentado com suspensão algal de *Raphidocelis subcapitata*; B: indivíduo de *Moina micrura* grávida alimentado com macrófita *Pistia stratiotes* triturada; C: indivíduo de *Moina micrura* alimentado com *Salvinia minima*. Fotos obtidas com câmera digital Sony em lupa com ocular micrometrada em aumento de 32 x.

3.4 Crescimento populacional

O crescimento populacional da espécie *Daphnia laevis* foi avaliado comparando-se o crescimento de uma população alimentada apenas com a alga *Raphidocelis subcapitata* (controle) e outra com dieta mista, consistindo de 50% da suspensão algal e de 50% da suspensão de *P. stratiotes* (Fig. 7). Os dados demonstram que em ambos os tratamentos os cladóceros apresentaram crescimento exponencial semelhantes com valores do coeficiente angular (b) estimados de 0,33 para o controle (apenas alga) e 0,32 na dieta mista de alga e macrófita.

A espécie *M. micrura* também apresentou crescimento exponencial semelhante para ambos os tratamentos, apresentando os valores do coeficiente angular (b) de 0,36 no controle e 0,39 no tratamento com 75% de suspensão de algas e 25% de *P. stratiotes* (Fig. 8).

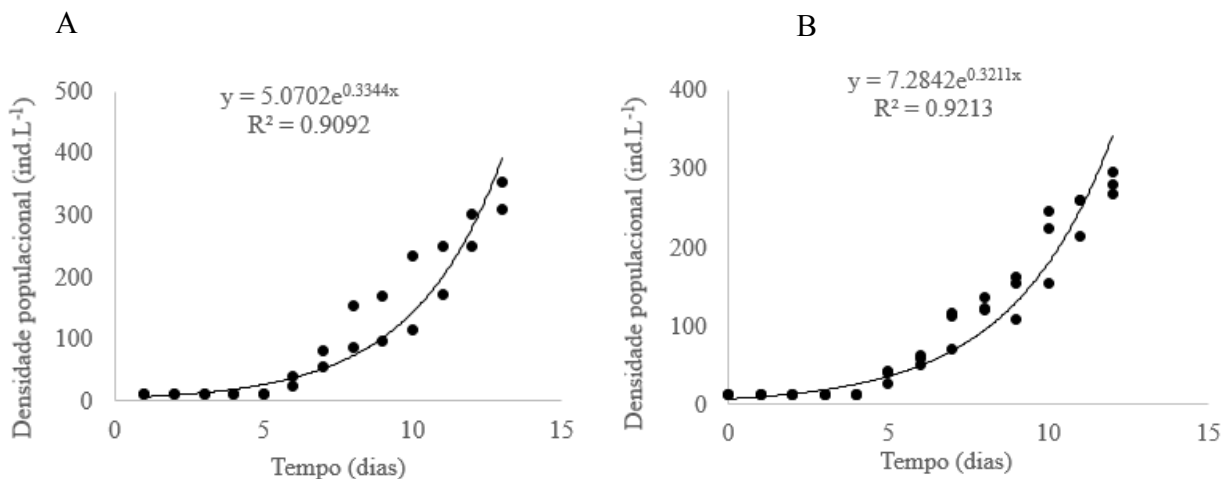


Figura 7: Curvas de crescimento exponencial de *Daphnia laevis* alimentadas somente com algas (A) e com 50% de *Pistia stratiotes* e 50% de alga (B).

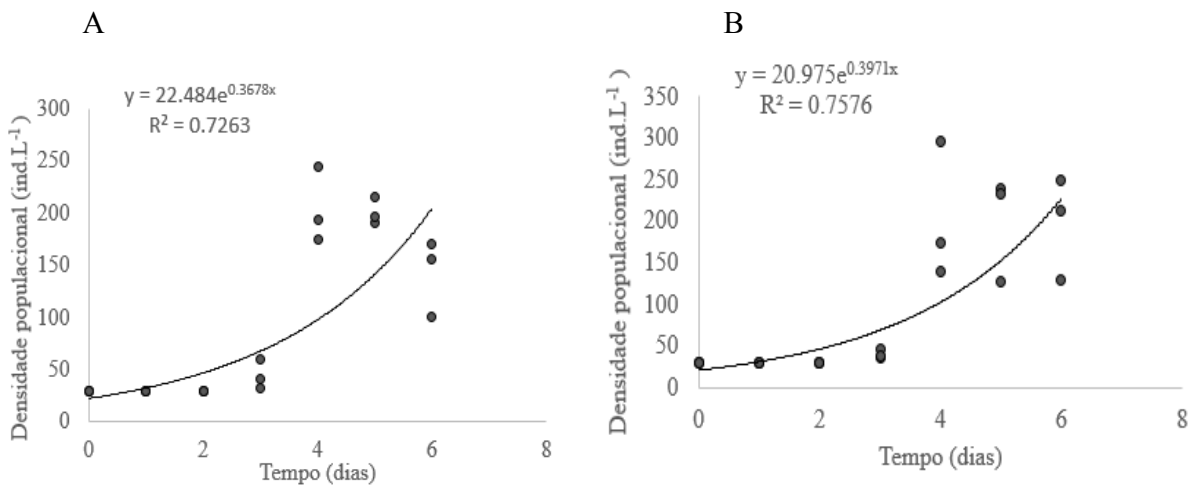


Figura 8: Curvas de crescimento exponencial de *Moina micrura* alimentadas somente com algas (A) e com 25% de *Pistia stratiotes* e 75% de alga (B).

3.5 Quantificações de Proteínas nos Cladóceros

A Tabela 8 apresenta os resultados das quantificações de proteínas nas duas espécies de cladóceros alimentados apenas com alga ou com mistura de algas e de biomassa seca e triturada da macrófita *Pistia stratiotes* em diferentes proporções percentuais. Para *Daphnia laevis* foi utilizada a proporção 50% de alga e 50% da macrófita *Pistia stratiotes*, e para *Moina micrura*, 75% de alga e 25% da macrófita *Pistia stratiotes*.

Tabela 8: Quantificação de proteínas dos Cladóceros *Daphnia laevis* e *Moina micrura* alimentados apenas com a alga *Raphidocelis subcapitata* (controle) e com 50% de *Pistia stratiotes* e 50% de alga; e com 25% de *Pistia stratiotes* e 75% de alga, respectivamente.

	Proteínas (µg/ml)	
	<i>Daphnia laevis</i>	<i>Moina micrura</i>
Alimentadas apenas com algas	1053,0 ± 272,3	273,7 ± 28,7
Alimentadas com <i>Pistia stratiotes</i> e alga	716,0 ± 105,2	331,0 ± 40,1

4 Discussão

O valor nutricional é uma característica muito importante para se avaliar a adequação de um determinado item alimentar para o crescimento dos organismos que dele se alimentam. Por estas razões esta variável foi avaliada em relação à utilização da biomassa de macrófitas como fonte alimentar para as espécies zooplancônicas cultivadas no presente estudo. Nas análises feitas sobre a composição bioquímica, a macrófita *Pistia stratiotes* apresentou maior quantidade de proteínas e lipídios do que *Salvinia minima*, que por outro lado apresentou maior quantidade de carboidratos e energia, assim indicando, a priori, que *P. stratiotes* seria potencialmente, um suplemento alimentar mais adequado.

Bowen (1995) sintetizou informações sobre a qualidade de diferentes fontes alimentícias primárias (detritos, algas, macrófitas e invertebrados) com base na quantidade de proteína e conteúdo energético, considerando estes fatores os principais responsáveis pelo crescimento dos organismos. O autor comparou a quantidade de proteínas e de energia das principais fontes alimentares aquáticas para os peixes (invertebrados, macrófitas, detritos e fitoplâncton) evidenciando que dentre estas a mais rica em proteínas correspondeu aos invertebrados, seguida de algas e de macrófitas aquáticas, respectivamente. Seus achados reafirmam a importância do uso de invertebrados como fonte de alimento para as fases iniciais de desenvolvimento dos peixes na piscicultura.

Embora o segundo recurso de maior conteúdo proteico sejam os organismos fitoplanctônicos, algumas macrófitas podem atingir o nível proteico similar ao de algumas espécies fitoplanctônicas (BOWEN, 2005).

O alimento majoritariamente utilizado no cultivo de organismos zooplanctônicos são as suspensões algais. Porém, o valor nutricional destas pode variar, dependendo do meio de cultura em que são cultivadas (GUEDES & MALCATA, 2012). Dentre as principais algas cultivadas em larga escala para alimentação de organismos zooplanctônicos destacam-se *Chlorella* spp constituída por 51–58% de proteínas, 12–17% de carboidratos e 14–22% de lipídios e *Scenedesmus obliquus* com 50–56%, 10–17% e 12–14% de proteínas, carboidratos e lipídios, respectivamente (BECKER, 2007).

Além da avaliação nutricional também são necessários testes que avaliem a aceitabilidade dos alimentos pelos organismos em questão (HENRY-SILVA & CAMARGO, 2002). Galloway et al. (2014) concluíram que 86 a 94% da dieta de cladóceros é composta por fitoplâncton, 1 a 9% de detritos orgânicos e 1 a 3% de bactérias, sendo portanto as microalgas a principal fonte nutricional desses organismos. Assim, o uso das microalgas é indispensável em cultivos laboratoriais intensivos de zooplâncton em larga escala (GUEVARA, 2003). Devido ao seu alto valor nutricional e por constituírem o principal alimento natural dos organismos zooplanctônicos, a substituição total das algas não é recomendada (BRITO et al., 2011).

Um dos problemas mais comuns nos cultivos laboratoriais (“indoor”) de organismos zooplanctônicos, em larga escala, são os altos custos dispendidos com o cultivo de algas para alimentá-los (BROWN, 2002; HASAN & CHAKRABARTI, 2009). Por esta razão o zooplâncton oriundo desse método de cultivo normalmente só é utilizado como alimento para espécies de peixes com hábito bastante seletivo e de alto valor comercial (JOMORI, 2001). Isso porque o uso de zooplâncton selvagem, tanto diretamente como alimento quanto como inóculo para outros cultivos tem grande probabilidade de conter patógenos ou predadores que, se inoculados diretamente nos tanques de cultivo de peixes podem causar mortalidade dos mesmos (GUEVARA, 2003).

Uma das técnicas utilizadas para aumentar a produção secundária do zooplâncton consiste no uso de fertilizantes orgânicos ou inorgânicos para o aumento da concentração de nutrientes na água (SANTANA, et al., 2007). Correia (1998) destaca a importância dos detritos orgânicos que podem ser utilizados diretamente pelos organismos, como fonte alimentar. No presente estudo este fato é corroborado, visto que a utilização de dietas mistas com diferentes proporções de algas e de detritos de macrófitas para a alimentação dos cladóceros cultivados resultou em crescimento individual ou populacional semelhante ou até ligeiramente superior aos observados nos organismos da mesma espécie, alimentados apenas com algas.

Em geral, os experimentos realizados no presente estudo evidenciaram que a utilização de macrófitas como complemento alimentar para os cladóceros *Daphnia laevis* e *Moina micrura* resultaram em crescimento corporal e em fecundidades semelhantes ou até superiores àqueles obtidos apenas com a dieta algal. As respostas, no entanto, variaram tanto em relação às espécies de macrófitas, quanto em relação às espécies de cladóceros testadas. Em geral a aceitabilidade das macrófitas como alimento por *Daphnia laevis* foi superior à de *Moina micrura*, como evidenciado pelo melhor desempenho da primeira para todas as proporções de algas e macrófitas, de ambas as espécies testadas.

Nos tratamentos em que um quarto ou a metade da biomassa algal foi substituída pela biomassa de *P. stratiotes*, *Moina micrura* e *Daphnia laevis*, respectivamente, apresentaram desempenhos semelhantes ou até superiores em relação à taxa de crescimento, fecundidade, comprimento final e crescimento populacional. Contudo, mesmo nos tratamentos em que a proporção desta macrófita foi mais elevada do que a de algas ou em que *D. laevis* foi alimentada somente com *P. stratiotes*, o tamanho final deste cladóceros foi semelhante e, embora a fecundidade tenha sido apenas a metade daquelas obtidas para as demais combinações, consideramos que o cultivo em larga escala seria viável para a produção de alimento para alevinos de peixes, que poderiam ser fornecidos como alimento na fase de neonatos ou juvenis.

Os níveis de proteínas quantificados nos cladóceros cultivados demonstraram que para *D. laevis* o tratamento com macrófita resultou em um teor médio de proteínas menor do que quando este cladóceros foi alimentado apenas com algas, porém, os valores obtidos

para esta espécie foram superiores aos obtidos para *M. micrura*. Possivelmente os maiores valores de proteínas obtidos por *D. laevis* relacionam-se ao maior tamanho dos indivíduos desta espécie, o que poderia lhes conferir maior eficiência na captura das partículas de macrófitas como alimento, o que por enquanto é apenas uma hipótese, que não foi ainda testada no presente estudo, ou decorrente do fato de que esta espécie por si só apresente uma elevada qualidade proteica, mesmo quando cultivada em dieta mista como aquela utilizando iguais proporções de algas e de biomassa de *P. stratiotes* como fonte alimentar. No caso da *Moina micrura*, a utilização da macrófita aumentou a qualidade proteica dos indivíduos. Portanto, considera-se o uso das macrófitas como suplemento alimentar vantajoso pelas possibilidades de diminuição de custo e de otimização dos cultivos desses organismos.

Pistia stratiotes tem sido reconhecida como uma macrófita de alto valor nutricional (HENRY-SILVA & CAMARGO, 2002) tendo também sido demonstrado que para uma mesma espécie o valor nutricional pode variar, dependendo do ambiente em que se desenvolve ou do meio em que é cultivada (LENG et al., 1995). Em nosso estudo *P. stratiotes* aparentemente teve maior valor nutricional do que *S. minima*. Uma provável explicação seriam diferenças fisiológicas intrínsecas a cada espécie. Outra possibilidade seria pela própria ecologia destas espécies, isto é por possuírem exigências nutricionais diferentes. Alguns estudos mostram que espécies do gênero *Salvinia* são mais eficientes em locais com menor quantidade de nutrientes e *Pistia stratiotes* já apresenta vantagens em locais com maior concentração de nutrientes (VICTÓRIO, 2009). Assim, considerando-se a influência do ambiente justifica-se que a composição bioquímica de *Salvinia minima* seja nutricionalmente inferior à de *Pistia stratiotes*, por ser menos exigente.

o menor desempenho de *M. micrura* quando comparado ao de *D. laevis*, pode ser devido ao seu menor tamanho, o que pode ter interferido com a sua capacidade de filtração de partículas (GOULDEN et al., 1982). O tamanho das partículas a serem consumidas é também um fator relevante (PAGANO, 2008). Espécies de menor tamanho não tem elevada eficiência de filtração para partículas maiores (BERN, 1994). Sendo assim *D. laevis*, por ser uma espécie de maior tamanho, pode ter tido maior eficiência de filtração de ambas partículas, algas e de macrófitas trituradas, do que *Moina micrura*.

Outro fator que pode ter diferenciado as macrófitas quanto à adequação como alimento se refere à quantidade de fibras em sua constituição. As fibras podem reduzir o valor calórico e também dificultar a trituração da biomassa seca da macrófita resultando em concentração mais elevada de partículas de maior tamanho. Possivelmente, esta seria uma das razões que levaram ao menor desempenho de *M. micrura* quando alimentada com as proporções crescentes de macrófitas.

Similarmente, a menor quantidade de extrato etéreo apresentada por *S. minima* deve ter contribuído para o menor valor nutricional desta espécie, quando comparada com *Pistia stratiotes*. Já é amplamente reconhecido que a quantidade de lipídios nos produtores primários irá afetar o desempenho dos organismos consumidores, principalmente em crescimento e fecundidade (BRET et al., 2006), tal como observado no presente estudo. Sipaúba-Tavares et al. (2014), que testaram diferentes combinações alimentares para o cladóceros *Diaphanosoma birgei*, também obtiveram uma relação positiva entre a quantidade de lipídios na dieta e o aumento nas taxas de crescimento.

A macrófita *S. minima* também apresentou menor quantidade de proteínas do que *P. stratiotes*, apesar de seu maior conteúdo energético, condições essenciais para o metabolismo e crescimento dos invertebrados que dela se alimentam (BOWEN et al., 1995). Entretanto, no presente estudo, a combinação da maior quantidade de lipídios e proteínas resultou em melhor desempenho em crescimento e reprodução dos cladóceros do que o maior valor calórico.

Uma possível vantagem para o uso das macrófitas, quando se refere ao cultivo em larga escala em tanques de piscicultura, é que seus detritos entram rapidamente em decomposição por meio da ação microbiana (HICKENBICK et al., 2004) enriquecendo o meio de cultivo. Em ambientes naturais detritos e bactérias fazem parte do recurso alimentar podendo, portanto, influenciar na produção secundária dos organismos zooplanctônicos (SHERR & SHERR, 2002 & HLAILI et al., 2013). Kankaala et al. (2006) e Taipale et al. (2012) avaliaram a importância das bactérias na alimentação de organismos zooplanctônicos constatando que a presença das mesmas pode incrementar o crescimento e a reprodução do zooplâncton. Portanto, no presente estudo, a presença de macrófitas trituradas pode ter contribuído para o aumento das bactérias, uma fonte adicional de

alimento aos cladóceros.

Para a utilização das macrófitas deve-se, no entanto, atentar para o local de obtenção da biomassa das macrófitas, devido à alta capacidade das mesmas em absorver poluentes. Por esta razão não se recomenda o uso de biomassa originária de locais contaminados por metais ou agrotóxicos, os quais podem ser tóxicos para os organismos zooplanctônicos e para os próprios peixes. No caso de macrófitas oriundas dos próprios tanques de Aquicultura, estas são geralmente adequadas, por existir muito cuidado na seleção destes locais, em relação a possíveis contaminantes. Portanto, sugere-se que as macrófitas que são retiradas dos tanques dos sistemas de tratamentos “wetlands”, sejam aproveitadas em atividades de piscicultura, por terem crescido em ambientes nutricionalmente enriquecidos. A integração das duas aplicações, a utilização das macrófitas como forma de tratamento para amenizar os efeitos da poluição proveniente da própria atividade de aquicultura (HENARES & CAMARGO, 2014) e o reaproveitamento da biomassa de plantas crescidas livres de contaminação, como suplemento alimentar pode servir como estímulo para que cada vez mais se utilizem estas biotecnologias.

5 Conclusão

Os resultados do presente estudo indicam que existe um grande potencial da utilização de macrófitas como recurso alimentar em cultivos do zooplâncton em larga escala, e que para as espécies *Daphnia laevis* e *Moina micrura* o uso da biomassa seca e triturada da macrófita *Pistia stratiotes* apresentou um desempenho satisfatório para sua utilização. Além do aumento da produção de neonatos e comprimento médio dos indivíduos e a diminuição de custo dos cultivos, a possibilidade do reaproveitamento das macrófitas dos sistemas de tratamento de efluentes de Piscicultura constituem por si só uma forma de manejo. Esta aplicação, além de vantajosa economicamente é também ambientalmente importante tendo em vista a elevada carga de nutrientes advinda de atividades de Piscicultura, que é transferida para os ecossistemas aquáticos adjacentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2005. *Ecotoxicologia aquática – toxicidade crônica – Método de ensaio com Ceriodaphnia spp (Crustacea, Cladocera)*. NBR 13373: Rio de Janeiro, 15 p.
- AOCS- Official Procedure Am 5-04, 2009. Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists, 1997. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16th ed. Washington: AOC.
- ASTM. American Society for Testing and Materials, 2004. ASTM E 711 – 87 Standard Test Method for Gross Calorific Value of Refuse-Derived Fuel by the Bomb Calorimeter, 8 p.
- BECKER, E.W., 2007. Micro-algae as a source of protein. *Biotechnology Advances*, vol.25, no. 2, p. 207–210.
- BERN, L., 1994. Particle selection over a broad size range by crustacean zooplankton. *Freshwater Biology*, vol. 32, p. 105–112.
- BOCK, L.C., e PADOVANI, R.C., 2000. Considerações sobre a reprodução artificial e alevinagem de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) em viveiros. *Acta Scientiarum*, vol. 22, no. 2, p. 495–501.
- BOWEN, S.H., LUTZ, E. V., e AHLGREN, M.O., 1995. Dietary Protein and Energy as Determinants of Food Quality: Trophic Strategies Compared. *Ecological Society of America*, vol. 76, no. 3, p. 899–907.
- BRETT, M.T., MULLER-NAVARRA, D. C., BALLANTYNE, A. P, RAVET, J. L., e GOLDMAN, C. R., 2006. *Daphnia* fatty acid composition reflects that of their diet. *Limnology and Oceanography*, vol. 51, no. 5, p. 2428–2437.
- BRITO, D., BRITO, R., e PEREIRA, G., 2011. Supervivencia de *Dendrocephalus spartaenovae* (Crustacea : Anostraca : Thamnocephalidae) alimentado con un cultivo mixto de microalgas. *Zootecnia Tropical*, vol. 29, no. 1, p. 61–68.
- BROWN, M. R., 2002. Nutritional value of microalgae for aquaculture. In: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M. G., Simoes, N. (Eds.). Avances em Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Cancún, Quintana Roo, México.

- CORREIA, E.S., 1998. Influência da alimentação natural no cultivo semi-intensivo do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879). 1998. 136 f. *Tese de Doutorado*, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos.
- DE MOTT, W.R., 1986. The role of taste in food selection by freshwater zooplankton. *Oecologia*, vol. 69, no. 3, p. 334–340.
- DIEMER O., NEU D. H., SARY C., FINKLER J.K., BOSCOLO W.R., FEIDEN A., 2012. *Artemia* sp. na alimentação de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*). *Ciência Animal Brasileira*, vol. 13, no. 2.
- FREITAS, E, C., 2013. Avaliação dos efeitos neurotóxicos de cianotoxinas em cladóceros com ênfase na utilização de um biomarcador bioquímico para sua detecção. 2013. 219 f. *Tese de Doutorado*, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- FURUYA, W. M., 2001. *Espécies nativas: fundamentos da moderna aquicultura*. Ed. ULBRA, Canoas, RS, 83-90.
- GALLOWAY, A.W.E., TAIPALE, S. J., HILTUNEN, M., PELTOMAA, E., STRANDBERG, U., BRETT, M. T., e KANKAALA, P., 2014. Diet-specific biomarkers show that high-quality phytoplankton fuels herbivorous zooplankton in large boreal lakes. *Freshwater Biology*, vol. 59, no. 9, p. 1902–1915.
- GÓMEZ–CERÓN, A. E., PECILLO, E. S, PINTA, A. X., CERÓN, S. M., e DELGADO, J. E., 2013. Evaluación de dos tipos de zooplancton (*Artemia* sp y Copépodos) en la primera alimentación de sábalo (*Brycon melanopterus*). *Revista de Investigación Pecuaria*, vol. 2, no. 1, p. 38–44.
- GOULDEN, C.E., HENRY, L.L., e TESSIER, A.J., 1982. Body size, energy reserves, and competitive ability in three species of Cladocera. *Ecology*, vol. 63, p. 1780-1789.
- GRAEFF, A., VIANNA, A. G., TONETTA, D. e PRUNER, E. N., 2007. Avaliação do potencial nutritivo da macrófitas aquática *Lemna minor* por meio da análise da composição química e por sua utilização em ração para carpa comum (*Cyprinus carpio L*) na fase recria. *Evidência*, vol. 7, nº. 1, p. 37-50.
- GRODIZINSKI, W., KLEKOWSKI, R.Z. & DUNCAN, A. (eds)., 1975. *Methods for Ecological Bioenergetics*. IBP Handbook no. 24, Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- GUEDES, A.C., e MALCATA, F.X., 2012. Nutritional Value and Uses of Microalgae in Aquaculture. In Z. Mushlisin, (ed.), *Aquaculture*. p. 59–78.
- GUERREIRO, L., DIAS, J., FORNARI, D., RIBEIRO, R., e ZANONI, M., 2011. Desempenho de pós-larvas de cascudo preto (*Rhinelepis aspera*), alimentadas com náuplios

- de Artemia e ração oferecida em saches. *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 32, no. 2, p. 781–788.
- GUEVARA, M.J.P., 2003. Enriquecimento de zooplâncton com óleo de peixe na larvicultura de Pacu, *Piaractus mesopotamicus* e Curimbatá *Prochilodus lineatus*. 2003, 126 f. *Dissertação de mestrado*. Universidade Federal de Lavras.
- HASAN, M.R., e CHAKRABARTI, R., 2009. *Use of algae and aquatic macrophytes as feed in small-scale aquaculture*. 1st ed. FAO, Rome.
- HENARES, M. N. P. e CAMARGO, A. F. C., 2014. Treatment efficiency of effluent of prawn culture by wetland with floating aquatic macrophytes arranged in series. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 74, no 4, p. 906-912.
- HENRY-SILVA, G.G., e CAMARGO, A.F.M., 2002. Valor nutritivo de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta*) utilizadas no tratamento de efluentes de aquicultura. *Acta Scientiarum*, vol. 24, no. 2, p. 519–526.
- HICKENBICK, G.R., FERRO, A.L., e ABREU, P.C., 2004. Produção de detrito de macrófitas emergentes em uma marisma do estuário da Lagoa dos Patos : taxas de decomposição e dinâmica microbiana. *Atlântica*, vol. 26, no. 1, p. 61–75.
- HLAILI, A.S., NIQUIL, N., e LEGENDRE, L., 2013. Planktonic food webs revisited: Reanalysis of results from the linear inverse approach. *Progress in Oceanography*, vol. 120, p. 216–229.
- JOMORI, R.K., 2001. Desenvolvimento, sobrevivência e aspectos econômicos da produção de alevinos de Pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), diretamente em viveiros ou com diferentes períodos de larvicultura em laboratório. 2001, 80 f. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Estadual Paulista.
- KANKAALA, P., TAIPALE, S., SONNINEM, E., GREY, J., ARVOLA, L., e JONES, R., 2006. Experimental d13C evidence for a contribution of methane to pelagic food webs in lakes. *Limnology and Oceanography*, vol. 51, no. 6, p. 2821–2827.
- KLEINLEIN, W.A., 2010. Caracterização Energética de Biomassas Amazônicas. *Dissertação de Mestrado*. 2010, 63f. Universidade Federal do Pará.
- LENG, R. A., STAMBOLIE, J. H., e BELL, R., 1995. Duckweed - a potential high-protein feed resource for domestic animals and fish. *Livestock Research for Rural Development*, vol. 7, no. 1, p. 14.
- LUZ, R. K., e ZANIBONI-FILHO, E. Z., 2001. Utilização de diferentes dietas na primeira alimentação do mandi- amarelo (*Pimelodus maculatus* , Lacépède). *Acta Scientiarum*, vol. 23, no. 2, p. 483–489.

- MACKERETH, F.J.H., HERON, J. & TALLING, J.F., 1989. *Water Analysis: Some Revised Methods for Limnologists*. FBA Scientific Publication no. 36, 2nd ed. Ambleside, 120 pp.
- MAEHRE, H.K., HAMRE, K., e ELVEVOLL, E.O., 2013. Nutrient evaluation of rotifers and zooplankton: feed for marine fish larvae. *Aquaculture Nutrition*, vol. 19, no. 3, p. 301–311.
- OTERO, A. p. et al., 2013. Efecto del alimento sobre variables productivas de dos especies de Cladóceros bajo condiciones de laboratorio. *Revista MVZ Córdoba*, vol. 18, p. 3642–3647.
- PAGANO, M., 2008. Feeding of tropical cladocerans (*Moina micrura*, *Diaphanosoma excisum*) and rotifer (*Brachionus calyciflorus*) on natural phytoplankton: effect of phytoplankton size-structure. *Journal of Plankton Research*, vol. 30, no. 4, p. 401–414.
- PALAFIX, P., 2005. Perspectivas de la *Lemna* sp. para la alimentación de peces. *Revista eletrônica de Veterinaria*, vol. 6, no. 3, p. 1–6.
- POMPÊO, M., 2008. Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas. *Oecologia Brasiliensis*, vol.12, no. 3, p. 406–424.
- PRIETO, M., 2001. Aspectos reproductivos del cladóceros *Moinodaphnia* sp. en condiciones de laboratorio. *Revista Medicina Veterinaria y Zootecnia - Cordoba*, vol. 6, no. 2, p. 102–110.
- ROY, S., BISWAS, J.K., e KUMAR, S., 2014. Nutrient Removal from Waste Water by Macrophytes – An Eco-Friendly Approach to Waste Water Treatment and Management. *Energy and Environment Research*, vol. 4, no. 2, p. 55–63.
- SANTANA, W.M., LEAL, A.,L., M. Z., CASTRO, P. F., e CORREIA, E. S., 2007. Respostas planctônica e bentônica a diferentes fertilizações no cultivo do camarão *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante , 1967). *Boletim do Instituto de Pesca*, vol. 34, no. 1, p. 21–27.
- SANTOS, E. P., 1978. *Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura*. São Paulo: Hucitec, Ed. da Universidade de São Paulo, 129 p.
- SCHULTZ, R., e DIBBLE, E., 2011. Effects of invasive macrophytes on freshwater fish and macroinvertebrate communities: the role of invasive plant traits. *Hydrobiologia*, vol. 684, no. 1, p. 1–14.
- SHERR, E.B., e SHERR, B.F., 2002. Significance of predation by protists in aquatic microbial food webs. *Antonie van Leeuwenhoek*, vol. 81, p. 293–308.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, O., 2003. *Produção de plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos*. São Carlos, Rima, 106 p.

- SIPAÚBA-TAVARES, L.H., 2004. Cultivo em massa de plâncton de água doce utilizado na alimentação de larvas de peixes: custo/benefício e dificuldades de manutenção. *Revista Eletrônica de Ingeniería en Producción Acuícola*, vol. 1, no. 1.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H., IBARRA, L.C.C., e FIORESI, T.B., 2009. Cultivo de *Ankistrodesmus gracilis* (REISCH) Korsikov (Chlorophyta) em laboratório utilizando meio CHU e de macrófita com NPK. *Boletim do Instituto de Pesca*, vol. 35, no. 1, p. 111–118.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H., TRUZZI, B. S., e BERCHIELLI-MORAIS, F.A., 2014. Growth and development time of subtropical Cladocera *Diaphanosoma birgei* Korinek, 1981, fed with different microalgal diets. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 74, no. 2, p.464–471.
- SMITH, P. K., KROHN, P. I., HERMANSON, G.T, MALLIA, A. K, GARTNER, F. H., PROVENZANO, M. D., FUJIMOTO, E.K., GOEKE, N. M, OLSON, B.J., e KLENK, D. C., 1985. Measurement of protein using bicinchoninic acid. *Analytical Biochemistry*, vol. 150, p. 76-85.
- TAIPALE, S.J. BRETT, M. T., PULKKINEN, K., e KAINZ, M. J., 2012. The influence of bacteria-dominated diets on *Daphnia magna* somatic growth, reproduction, and lipid composition. *Microbial Ecology*, vol. 82, no. 1, p. 50–62.
- THOMAZ, S. M., MORMUL, R. P., e MICHELAN, T. S., 2014. Propagule pressure, invasibility of freshwater ecosystems by macrophytes and their ecological impacts: a review of tropical freshwater ecosystems. *Hydrobiologia*. Doi: 10.1007/s10750-014-2044-9.
- VICTÓRIO, S. S., 2009. Interação ecológica entre duas espécies de macrófitas aquáticas flutuantes *Pistia stratiotes* L. e *Salvinia molesta* (Michell). *Dissertação de Mestrado*. 2009, 46f. Universidade Estadual de São Paulo.

3.2. O valor nutricional da biomassa da macrófita *Pistia stratiotes* como um dos ingredientes em rações para peixes: uma vantagem econômica e ambiental?

RESUMO

A qualidade da ração utilizada é um fator essencial para a otimização e o aumento da produção na piscicultura. A disponibilidade de fontes proteicas que contemplem o requerimento de aminoácidos essenciais e não essenciais e com balanceamento adequado dos mesmos é de grande importância para o crescimento e desenvolvimento do peixe. Esta é uma das razões pela qual o uso de recursos proteicos de origem animal tem aumentado marcadamente. Contudo, por se tratar de um recurso escasso, são cada vez mais requeridos estudos que contemplem a substituição da proteína animal por proteína vegetal. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade da utilização da macrófita *Pistia stratiotes* como fonte de proteína vegetal na criação de alevinos de *Oreochromis niloticus*, a tilápia do Nilo. Para isso foram testados diferentes níveis de inclusão da biomassa seca e triturada desta macrófita em rações de peixes. Foram confeccionadas dietas isoenergéticas com níveis de inclusão de 5, 10, 15 e 20% da macrófita *Pistia stratiotes* em sua formulação e quantificados os aminoácidos como um indicador da qualidade de suas proteínas. Avaliaram-se ainda os benefícios econômicos que o uso da biomassa dessa planta poderia representar. Os alevinos de tilápia foram mantidos em aquários em laboratório, com temperatura controlada e aeração constante. Os peixes foram alimentados *ad libitum* três vezes ao dia (8, 12 e 17 horas). Os aminoácidos essenciais atingiram os seguintes teores relativos: arginina 1,372%; histidina 0,36%; isoleucina 0,855%; leucina 1,505%; lisina 1,016%; metionina 0,298; fenilalanina 1,021%; treonina 0,849; triptofano 0,3 e valina 1,077. Os resultados indicaram que a ração mais barata é a que contém 15% da macrófita *Pistia stratiotes* custando R\$1,44 por quilograma. A ração controle teve o custo total de R\$1,61 por kg e a de custo mais elevado foi aquela contendo 20% de biomassa da macrófita *P. stratiotes*, custando R\$2,16 o kilo. O maior ganho médio de peso ($2,52 \pm 0,5$ g) e maior sobrevivência (87,5%) foram obtidos para a ração que incluiu 15 % de biomassa da macrófita *Pistia stratiotes* na sua composição. Por outro lado o menor ganho médio de peso (0,77 g) e menor sobrevivência (20, 85%) foram obtidos para 20% de inclusão da biomassa da macrófita na ração. Pode-se concluir com base neste estudo, que a inclusão da biomassa da macrófita *Pistia stratiotes* como um ingrediente na ração para alevinos de *Oreochromis niloticus* em 15% do peso total da ração é viável, e economicamente vantajosa.

Palavras-chaves: Macrófita, Valor nutricional, Manejo ambiental, Alimentação de alevinos.

1. Introdução

O aumento da produtividade aquática com o propósito de atender à crescente demanda humana por recursos alimentares tanto em aspectos quantitativos como qualitativos é uma das principais preocupações e desafios de governos e cientistas no mundo todo, na busca de meios alternativos para o aumento da produção e do valor nutricional dos alimentos (GJEDREM, et al., 2012). Destaca-se a importância da produção de proteína animal proveniente da aquicultura, que tem apresentado aumento considerável, com taxa média de crescimento de 6,1% ao ano. Aproximadamente 61,6% da produção são oriundos de ambientes dulcícolas, predominando a produção de peixes (FAO, 2012).

O Brasil possui grande potencial para atividades de aquicultura em geral, especialmente por apresentar condições ambientais bastante favoráveis, já ocupando o 12º lugar na produção mundial (KUBTIZA, 1999 & FAO, 2012). A qualidade da ração utilizada é um fator essencial para a otimização e aumento de produção na piscicultura e pode representar 50% dos gastos totais do empreendimento, sendo as fontes de proteínas as principais responsáveis pelos altos custos (EL-SAYED, 1999, CRAIG & HELFRICH, 2002).

A disponibilidade de fontes proteicas que contemplem o requerimento de aminoácidos essenciais e não-essenciais além do balanceamento adequado é de grande importância para o crescimento e desenvolvimento dos peixes. Os aminoácidos são constantemente sintetizados e utilizados para a formação e substituição de proteínas, reafirmando a importância de uma dieta proteica de qualidade (WILSON, 2002). O grande problema é que com o crescimento da produção das atividades de aquicultura, a demanda por recursos proteicos de origem animal aumentou significativamente, no entanto, trata-se de um recurso cada vez mais escasso (NAYLOR et al., 2009).

Alguns estudos visando a substituição da proteína animal pela proteína vegetal tem sido realizados. Lovatto et al. (2014) encontraram resultados positivos do uso de

concentrados de semente de girassol como fontes proteicas em substituição parcial à farinha de carne e ossos. Lund et al. (2012) também mostraram a possibilidade de substituição da farinha de peixe marrom por proteína vegetal, oriunda da ervilha, enquanto Oliveira – Castilho et al. (2011) demonstraram o potencial de substituição da farinha de peixe pelo feijão na alimentação de alevinos de tilápia, sem alterações no crescimento.

Porém, uma revisão feita por Hardy (2010) mostrou os problemas e desafios representados pelo uso de proteínas vegetais na dieta de peixes, entre eles, o custo mais elevado do quilograma da proteína vegetal quando comparada ao da proteína animal, o que têm consequências diretas de elevação no custo da ração. Outro problema associado é a qualidade dessa proteína, que geralmente é determinada pela proporção relativa de seus de aminoácidos podendo se tornar um fator nutricional limitante. Faltam ainda muitas informações sobre a presença de características anti-nutricionais das plantas utilizadas, que podem ter consequências negativas para os peixes, como por exemplo, uma menor digestibilidade. Associado à baixa digestibilidade da proteína vegetal pelos peixes existe também o problema do aumento da produção de excretas com consequente elevação do aporte de nutrientes nos ambientes aquáticos. Estudos para o avanço no conhecimento sobre o uso de proteínas vegetais na aquicultura e na minimização de danos ao ambiente são altamente relevantes (FRANCIS et al., 2001).

O aporte de nutrientes lançados nos ecossistemas aquáticos por meio de efluentes da piscicultura é preocupante, pois estes podem agravar o problema da eutrofização (ROSA et al., 2013). Piscicultores buscam alternativas para redução na quantidade de efluentes e o tratamento adequado, com o intuito de minimizar os danos ao ambiente. O emprego de métodos que possam ser aplicados tanto em grandes sistemas de produção quanto em pequenos sistemas de criação possibilita o reuso da água ou o descarte de efluentes menos danosos ao ambiente. Dentre as principais alternativas já colocadas em prática podem ser citadas a integração da produção de peixes com o cultivo de arroz e a utilização de tanques de sedimentação para remoção dos sólidos suspensos e da matéria orgânica (MACEDO & SIPAÚBA-TAVARES, 2010).

Outra alternativa, já testada, corresponde à utilização das macrófitas aquáticas em sistemas de tratamento de poluentes urbanos para absorção de nutrientes, promovendo a

remoção do excesso destes (TANNER & HEADLEY, 2011). O uso das macrófitas aquáticas para despoluição tem também grande potencialidade pela alta capacidade de absorção de nutrientes pelas macrófitas que, quando em meio nutricionalmente favorável apresentam uma alta produção vegetativa (FRANÇA, 2014). Segundo Henry-Silva e Camargo (2006), as macrófitas *Pistia stratiotes* e *Eichhornia crassipes* possuem grande potencial para uso no tratamento de efluentes, devido às suas elevadas taxas de absorção de nutrientes, com conseqüente aumento de sua biomassa. Técnicas e alternativas de aproveitamento de biomassa podem torná-las uma importante matéria prima.

Neste contexto o presente trabalho teve como objetivo analisar o valor nutricional da biomassa da macrófita *Pistia stratiotes* em termos de análises de sua composição bioquímica e de sua adequação como fonte de proteína vegetal por meio da inclusão de diferentes níveis de sua biomassa em rações de peixes, além de uma análise econômica dos benefícios que essa planta pode trazer quando integrada ao sistema de Piscicultura.

2. Materiais e métodos

2.1 Formulação de rações para peixes utilizando a biomassa de *Pistia stratiotes*

Foram elaboradas diversas rações (alimento inerte) utilizando como um dos ingredientes a biomassa seca e triturada da macrófita *Pistia stratiotes*. Para isso esta espécie foi cultivada em dois tanques circulares, de concreto, com 3 metros de diâmetro e 0,5 m de altura, preenchidos com água até a altura de 0,4m. Os tanques localizam-se na Estação Experimental do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva da Universidade Federal de São Carlos, campus de São Carlos. O experimento de cultivo teve a duração de 6 meses (novembro de 2013 a abril de 2014) até que cerca de 6 kg de biomassa seca e triturada desta macrófita fossem obtidos. O meio de cultivo utilizado foi água de fonte natural, enriquecida com 3 g^{L⁻¹} do fertilizante comercial NPK (20, 5, 20 (SIPAÚBA-TAVARES, 2009). As fertilizações foram semanais e a cada 20 dias foi realizada a colheita das macrófitas.

Após colheita as macrófitas foram deixadas ao ar livre, sob o sol, para secar por aproximadamente, 24 horas e então transferidas para estufa de secagem na temperatura de 60° C, por 48 horas. Após seca a biomassa das macrófitas foi triturada em liquidificador até constituir um pó fino e então armazenada sob refrigeração para sua posterior utilização na formulação das rações.

As rações foram formuladas pelo programa Super Crac 5.7 e preparadas no Centro de Aqüicultura da Universidade Estadual Paulista, campus de Jaboticabal, SP (CAUNESP). Foram preparadas cinco diferentes rações, sendo uma controle, sem a inclusão de *P. stratiotes*, e as demais com níveis de inclusão de 5, 10, 15 e 20% desta macrófita. Todas as rações foram suplementadas com os aminoácidos essenciais artificiais Lisina e Dimetionina. Os ingredientes foram triturados em moinhos de faca em estrela, selecionados através de peneira de 2 mm de abertura de malha e pesados. Em seguida, foram misturados para homogeneização, após o que os ingredientes foram umedecidos para peletização das rações e armazenados em freezer até sua utilização (FABREGAT, 2009).

Tabela 1: Ingredientes utilizados e respectivas proporções para 1 kg de cada uma das diferentes rações formuladas

	Controle	5%	10%	15%	20%
Milho Grão 7,92%	2,088	1,9651	1,8306	1,7889	0,1569
Milho farinha Glutem	0,9	0,705	0,6463	0,8416	0,9
Farelo Soja 45%	0,9	0,9	0,9	0,5	0,6046
Farinha Peixe 54 %	0,7552	0,8893	0,8564	0,8318	0,7913
Arroz casca	0,2226	0,1454	0,0623	0,0215	0,0
Amido	0,05	0,05	0,05	0,05	1,3506
L-Lisina	0,0341	0,026	0,0247	0,0336	0,032
Premixfish 0.5%	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
BHT	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
DL- Metionina	0,0001	0,0001	0,001	0,0052	0,067
Inerte	-	0,0191	0,0787	0,1274	0,0545
Óleo de soja	-	-	-	-	0,0542
<i>Pistia stratiotes</i>	-	0,25	0,5	0,75	1
<i>Exigências Nutricionais</i>					
<i>Nutrientes</i>					
calcio %	0,98	1,18	1,18	1,18	1,18
Energia bruta (kcal/kg)	39000	3900	3900	3900	3900
fibra bruta %	3,75	3,8	3,8	3,8	3,9
fosforo total %	0,95	1,05	1,0	1,0	0,91
gordura %	3,45	3,65	3,75	3,75	3,8
lisina total %	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92
met + cistina total %	0,92	0,92	1,0	1,0	1,0
proteína bruta %	32	32	32	32	32

2.2. Delineamento Experimental

Alevinos de *Oreochromis niloticus* (Tilápia do Nilo) foram mantidos em aquários, em laboratório com temperatura controlada e aeração constante tendo sido feitas medições semanais de variáveis físicas e químicas da água (temperatura e pH). Foram utilizados 160 alevinos de *O. niloticus*, medidos e pesados individualmente, no início do experimento. O

experimento foi desenvolvido em 20 aquários de 20 L com 8 alevinos em cada. A renovação da água foi semanal sendo que aproximadamente 2/3 do volume total foi renovado duas vezes por semana para repor as perdas com a evaporação e a limpeza dos resíduos por sifonação.

Os peixes foram alimentados *ad libitum* três vezes ao dia (8:00, 12:00 e 17:00 horas), e a duração do experimento foi de 45 dias. A alimentação com a ração foi realizada de forma que em cada aquário foi colocada inicialmente uma pequena quantidade, e após o arrazoamento do último aquário uma nova distribuição foi realizada, e assim sucessivamente, até que não mais houvesse procura pelo alimento, de modo a evitar sobras.

Durante o experimento a cada 15 dias realizou-se uma biometria (medida de comprimento padrão, comprimento total e peso corporal). Para isso os peixes foram pesados em balança de precisão e medidos com auxílio de régua em ictiômetro.

A partir destas observações e medidas foram calculados os parâmetros de: porcentagem de sobrevivência, crescimento corporal, ganho de massa, $GP (g) = PF - PI$ (em que PF é a média do peso final e PI a média do peso inicial, em gramas), taxa de crescimento específico, ou $TCE (\%/dia) = 100 ((\ln W_t - \ln W_o) / T)$, onde: W_t é o peso final (g), W_o é o peso inicial (g) e T é a tempo de duração do experimento (BONFIM et al., 2010).

Os valores médios do ganho de massa (g) dos alevinos foram comparados entre os tratamentos por meio de análise de variância (One-Way ANOVA), após serem submetidos aos testes de normalidade e de homogeneidade de variâncias de Bartlett. Para complementação da ANOVA foi aplicado o teste estatístico de Tukey que compara as médias dos tratamentos entre si, tendo se adotado o limite de confiança de 95% ($p=0,05$).

2.3 Valoração Econômica das Rações

A valoração econômica das rações foi feita através de um levantamento, feito em novembro de 2014, do valor do kilo dos ingredientes utilizados, em uma empresa de referência, no estado de São Paulo. Com base nos preços obtidos foi estimado o valor de cada ingrediente para a quantidade utilizada nas diferentes rações formuladas, e assim quantificado o custo do kilograma para cada ração.

3. Resultados

3.1 Quantificação de aminoácidos

Na Tabela 2 são apresentados os dados relativos à quantificação de proteínas, aminoácidos lipídios e valor calorífico para a macrófita *Pistia stratiotes*. Para os aminoácidos essenciais foram obtidos os seguintes valores, em ordem decrescente de abundância: leucina 1,505%, arginina 1,372%, valina 1,077, fenilalanina 1,021%, lisina 1,016%, isoleucina 0,855%, treonina 0,849 % histidina 0,36%, triptofano 0,3% e metionina 0,298%.

Tabela 2: Composição Bioquímica da Biomassa Seca e triturada de *Pistia stratiotes* e abundância relativa dos aminoácidos.

Parâmetro	Abreviação	Quantidade (%)	Henry-Silva et al (2006)
Matéria-Seca	MS	93,83	-
Proteína bruta	PB	26,99	15,01
Metionina	Met	0,298	0,08
Cistina	Cys	0,384	0,09
Metionina + Cistina	M+C	0,682	-
Lisina	Lys	1,016	0,85
Treonina	Thr	0,849	0,75
Triptofano	Trp	0,3	0,13
Arginina	Arg	1,372	0,97
Isoleucina	Ile	0,855	0,78
Leucina	Leu	1,505	1,40
Valina	Val	1,077	1,07
Histidina	His	0,36	0,30
Fenilalanina	Phe	1,021	0,91
Glicina	Gly	1,16	0,97
Serina	Ser	0,959	0,75
Prolina	Pro	0,962	0,75
Alanina	Ala	1,154	1,10
Ácido Aspártico	Asp	1,977	-
Ácido Glutâmico	Glu	2,197	1,79

3.2 Valoração Econômica das Rações

Na Tabela 3 são apresentados os custos dos diferentes ingredientes e o valor total (em R\$) calculado para cada ração formulada expressa em de cada tratamento por kilo. Os resultados indicam que a ração mais barata é a que contem 15% da macrófita *Pistia stratiotes* custando R\$ 1,44 o kilo, seguida das rações de 10% e 5% de inclusão da macrófita com custos de R\$ 1,50 e R\$ 1,55 por kilo, respectivamente. A ração controle teve o custo total de R\$ 1,61 o kilo e a que apresentou o maior custo foi a de 20% de *P. stratiotes*, custando R\$ 2,16 o kilo.

Tabela 3: Valoração econômica dos ingredientes utilizados para a ração controle e para as rações com diferentes níveis de inclusão da biomassa da macrófita *Pistia stratiotes* e o valor total de cada ração, calculado por kg, em reais.

Ingredientes	Valor do kg no mercado (R\$)	Controle (R\$)	5% (R\$)	10% (R\$)	15% (R\$)	20% (R\$)
Milho (grão) 7,92%	0,65	1,36	1,28	1,19	1,16	0,10
Milho (farinha glútem)	0,66	0,9	0,47	0,43	0,56	0,59
Farelo de soja 45%	1,3	1,17	1,17	1,17	0,65	0,79
Farinha de peixe	3,8	2,87	3,38	3,25	3,16	3,01
Casca de arroz	0,3	0,07	0,04	0,02	0,01	0,00
Amido	1,5	0,13	0,13	0,13	0,13	3,38
L-lisina	15,2	0,52	0,40	0,38	0,51	0,49
premixfish 0,5%	19,3	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
BHT	16,2	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
DL- metionina	19,8	0,00	0,00	0,02	0,10	1,33
Alimento inerte	0,48	0,48	0,01	0,04	0,06	0,03
Óleo de soja	3,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18
Valor para 1kg		RS1,61	RS1,55	RS1,50	RS1,44	RS2,16

3.3 Crescimento de Alevinos de *Oreochromis niloticus* (tilápia do Nilo)

Os valores médios de ganho de peso, a taxa de crescimento específica, a porcentagem de sobrevivência e os valores do crescimento obtidos para os diferentes tratamentos são apresentados na Tabela 4. O maior ganho de peso, que correspondeu a 2,52 g em um intervalo de 10 dias, foi obtido para o tratamento com a ração que incluiu 15% da biomassa da macrófita *P. stratiotes* na sua formulação. Por outro lado o menor ganho foi obtido em indivíduos alimentados com a ração que incluiu 20% da biomassa desta macrófita. Na Figura 1 são comparadas as curvas com os valores médios dos ganhos de peso, em gramas, dos alevinos alimentados com as diferentes rações formuladas. Os alevinos alimentados com as rações em que houve 15% de inclusão da biomassa das macrófitas apresentaram ganhos de peso significativamente superiores aos obtidos para os outros tratamentos ($P < 0,05$).

A mesma tendência foi observada para as outras variáveis, sendo os maiores valores médios da taxa de crescimento, porcentagem de sobrevivência e de comprimento corporal obtidos para os indivíduos alimentados com a ração que incluiu 15% da macrófita *P. stratiotes*, seguidos dos indivíduos alimentados pela ração com 10% desta macrófita. Por outro lado os menores valores foram encontrados para os alevinos alimentados com a ração que incluiu em sua composição 20% de biomassa de *P. stratiotes*. Para todas as repetições do tratamento com 20% houve um elevado índice da mortalidade, e apenas em uma réplica houve sobrevivência até o final do experimento.

Tabela 4: Valores médios iniciais e finais \pm desvio padrão do comprimento (cm) e do peso (g) corporal, da taxa específica de crescimento e da sobrevivência de alevinos de *Oreochromis niloticus* (tilápia do Nilo) alimentados com rações que incluíram diferentes proporções de biomassa da macrófita *Pistia stratiotes* na sua composição.

Tratamento	Ganho de massa (g)	Taxa de crescimento específico (%/dia)	Sobrevivência (%)	Comprimento inicial (cm)	Comprimento final (cm)	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)
Controle	1,41 \pm 0,38 ^b	1,61	81,25	4,48 \pm 0,1	5,51 \pm 0,3	1,63 \pm 0,17	3,1 \pm 0,5
5%	1,44 \pm 0,37 ^b	1,69	68,75	4,43 \pm 0,15	5,6 \pm 0,37	1,64 \pm 0,14	3,50 \pm 0,17
10%	2,10 \pm 0,29 ^{ab}	1,85	65,7	4,45 \pm 0,11	5,8 \pm 0,31	1,63 \pm 0,22	3,74 \pm 0,3
15%	2,52 \pm 0,50 ^a	2,09	87,5	4,4 \pm 0,12	6,05 \pm 0,35	1,61 \pm 0,15	4,13 \pm 0,8
20%*	0,77 ^b	0,88	20,85	4,38 \pm 0,05	4,65	1,59	2,37

Valores de ganho de peso elevados às mesmas potências literais não apresentaram diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

*apenas em uma réplica houve sobrevivência até o final do experimento.

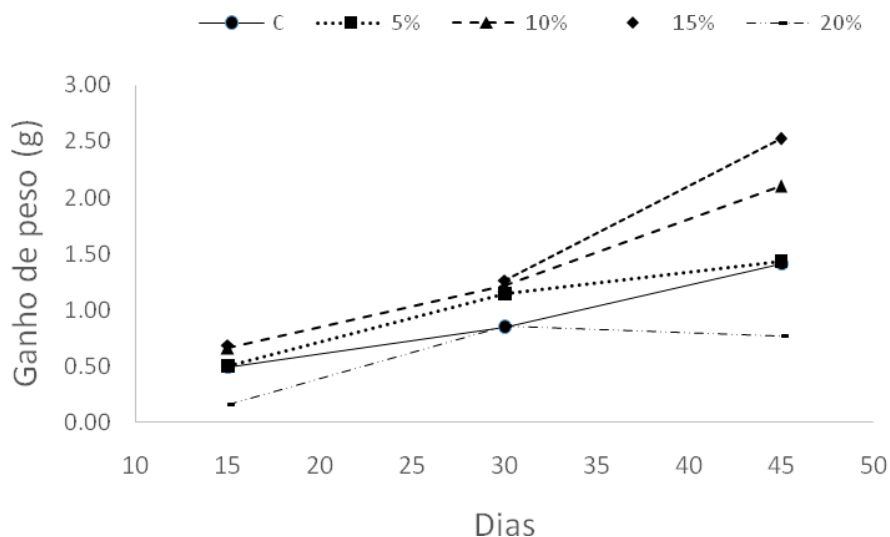


Figura 1: Valores médios de ganho de peso, em gramas, para os alevinos de *Oreochromis niloticus* (tilápia) alimentados com rações em que foram incorporadas diferentes proporções da biomassa de *Pistia stratiotes*.

4. Discussão

A qualidade da proteína é o fator determinante no crescimento dos peixes, porém o excesso pode ocasionar um desbalanceamento dos aminoácidos e afetar o crescimento (ARARIPE et al., 2011). Sendo assim, os aminoácidos são os verdadeiros responsáveis pelo crescimento, por isso a importância da análise destes compostos, para a avaliação da qualidade do alimento (ROLLIN et al., 2007).

Os aminoácidos lisina, treonina e metionina tem grande relevância para o crescimento dos peixes, e contribuem para um maior rendimento na produção líquida do filé de peixe, pela importante atuação destes na formação das fibras musculares sendo, portanto, um fator de grande relevância econômica para a Piscicultura (RIGHETTI et al., 2011). Apesar do maior destaque e maior quantidade de estudos para esses aminoácidos, Wilson (2002) destaca que todos os aminoácidos essenciais são indispensáveis.

Comparando-se a composição química de *Pistia stratiotes* reportada por Henry-Silva et al. (2006), com a composição desta mesma macrófita no presente estudo, verificou-se que esta última apresentou maior quantidade de proteína, e também quantidades e qualidade superiores de aminoácidos essenciais na Piscicultura, como: lisina, metionina, triptofano e treonina. Este fato evidencia que a qualidade nutricional desta macrófita pode variar marcadamente de acordo com as condições de cultivo ou seu ambiente de origem.

As quantidades dos aminoácidos nos principais ingredientes utilizados na formulação das rações-padrão para peixe e naquelas que tiveram a incorporação de diferentes proporções da macrófita *P. stratiotes* no presente estudo são apresentadas na Tabela 5, juntamente com os dados de FURUYA (2010).

No presente estudo as rações foram suplementadas com o aminoácido lisina. A lisina tem sido um dos aminoácidos mais estudados, devido à sua grande importância no crescimento dos peixes. Análises feitas em carcaças de peixes apresentam altos valores de lisina e conseqüentemente as fontes de proteínas para a Piscicultura, como por ex., a farinha de peixes, possuem elevados valores de lisina. Portanto, quando ocorre substituição da proteína animal pela proteína vegetal a lisina se torna um dos principais fatores limitantes,

sendo necessária a adição de lisina fabricada comercialmente, para não afetar o desempenho dos peixes (MAI et al., 2006; BONFIM et al., 2010). A macrófita *Pistia stratiotes* contém menor quantidade de lisina quando comparada com outras fontes de proteína animal, porém é uma das que possui maior quantidade de lisina dentre as proteínas vegetais, excetuando-se o farelo de algodão e o de soja. Segundo Cheng et al., (2003) ocorre a diminuição de excretas nitrogenadas e de fósforo solúvel quando as rações que utilizam maiores quantidades de proteínas vegetais são suplementadas com lisina.

A metionina também é um fator limitante quando a proteína vegetal é utilizada na formulação das rações (MAI et al., 2006). Alguns estudos apontam a importância da suplementação com DL-metionina sintética onde a proteína de soja substitui a proteína de peixe (MAMBRINI et al., 1999; MAMAUAG et al., 2012). O triptofano é também bastante importante quando os peixes estão expostos a situações de estresse, por atenuar esse efeito, sendo portanto, um aspecto nutricional relevante na piscicultura (LEPAGE et al., 2002; HOGLUND et al., 2007)

Os teores dos aminoácidos essenciais isoleucina, histidina, fenilalanina e leucina desta macrófita são inferiores aos registrados em fontes proteicas animais e nas fontes vegetais como o farelo de algodão e de soja. Para os aminoácidos arginina, valina e treonina a macrófita *P. stratiotes* também apresenta menores quantidades do que o glúten de milho. Portanto, as quantidades de aminoácidos da *P. stratiotes* são inferiores às das proteínas animais, porém intermediárias quando comparados às proteínas vegetais sendo, portanto, superiores à maioria dos ingredientes de origem vegetal.

Piedras et al. (2004), que apresentou os níveis de proteínas e de energia ideais na alimentação de peixes sugere, que, mesmo que a quantidade e qualidade da proteína seja decisiva no ganho de peso, seu aproveitamento está diretamente relacionado com o conteúdo energético, o que demonstra a importância das rações possuírem também um nível de energia balanceado. O valor energético determinado para *Pistia stratiotes* no presente trabalho foi semelhante ao de algumas matérias primas utilizadas em rações, como reportados na literatura.

Para uma ração de qualidade, também se deve atentar para que esta tenha uma quantidade estabelecida de fibras, pois, principalmente o excesso pode ser prejudicial, razão pela qual se recomenda no máximo, 5% de fibras na composição final da ração (FURUYA, 2010). Bergamim et al. (2013) determinaram a porcentagem de fibra bruta de matérias primas utilizadas como fonte de proteína vegetal em rações de peixes, tendo encontrado que o farelo de canola possui 32,5%, o farelo de girassol 33,2% e o farelo de soja 21,6% de fibras. A macrófita *P. stratiotes*, no presente estudo apresentou menores quantidades de fibras quando comparada a essas fontes de proteína vegetal, um aspecto que pode ser considerado um fator favorável ao seu uso, já que a fibra pode ser um componente de difícil digestão, levando a um menor tempo de retenção do alimento no organismo do peixe e possivelmente a uma menor absorção (MEURER et al., 2003).

Tabela 5: Quantidades de aminoácidos encontrados em *Pistia stratiotes* no presente estudo e em ingredientes bastante utilizados como fontes de proteína vegetal e animal na formulação das rações de peixes (modificado de Furuya, 2010).

Parâmetros	EB Kcal/ kg	Aminoácido (%)											
		Arg:	His:	Ile:	Leu:	Lys:	Met	Met +cys	Phe	Phe +tyr	Thr	Trp	Val
Alimento													
Algodão farelo	4340	4,47	1,09	1,28	2,37	1,72	0,24	0,69	2,12	2,74	1,40	nd	1,91
Arroz, farelo 2	4098	0,92	0,33	0,42	0,81	0,64	0,07	0,21	0,58	0,84	0,49	0,10	0,65
Arroz, quirera 2	3808	0,41	0,17	0,32	0,67	0,30	0,11	0,21	0,50	0,72	0,28	nd	0,43
Milho, glúten 60	5105	1,47	1,15	2,54	11,13	1,04	1,19	1,81	3,97	6,91	1,91	nd	2,49
Milho, grão	3826	0,38	0,23	0,23	0,86	0,20	0,12	0,24	0,38	0,68	0,26	0,04	0,33
Peixe, farinha	3901	3,42	1,15	2,24	3,79	4,04	1,40	2,00	2,20	3,65	2,17	0,27	2,87
Penas, farinha	4930	5,71	0,49	3,90	6,63	2,94	0,47	4,93	3,84	4,96	3,87	0,43	5,58
Sangue, farinha convencional	4756	3,96	4,96	0,76	12,49	8,45	1,05	1,89	nd	9,91	4,61	nd	7,60
Soja, farelo	4210	3,36	1,17	2,18	3,67	3,10	0,50	1,06	2,23	3,44	1,66	0,53	2,24
Trigo, farelo 11	4032	0,96	0,39	0,53	0,73	0,67	0,20	0,41	0,61	1,00	0,48	0,18	0,63
Vísceras, farinha 13	4744	4,55	1,25	2,63	4,58	5,01	1,34	2,61	2,51	4,05	2,46	0,52	3,28
<i>Pistia stratiotes</i> (presente estudo)	3770	1,372	0,36	0,855	1,505	1,016	0,298	0,682	1,021	-	0,849	0,3	1,077

Em relação aos teores de aminoácidos o presente estudo evidenciou a potencialidade de *Pistia stratiotes* como fonte de proteína vegetal na Piscicultura, podendo a utilização de sua biomassa como ingrediente da ração vir a contribuir para a minimização dos custos.

Além da análise da composição bioquímica como indicadora da qualidade nutricional de dos ingredientes, para a comprovação final de que um dado alimento é adequado para ser utilizado na Piscicultura, recomenda-se que o desempenho dos peixes alimentados com as rações fabricadas com os mesmos seja também avaliado (HARDY, 2010).

Os resultados encontrados no presente trabalho indicam que o maior de ganho de peso, sobrevivência e taxas de crescimento, podem ser obtidos com rações que contenham níveis moderados de biomassa de macrófitas. A incorporação de uma proporção de biomassa de macrófita acima de 15% resultou em diminuição significativa nos parâmetros avaliados e em elevada mortalidade, mostrando que o excesso deste ingrediente pode levar ao desbalanceamento nutricional. A ocorrência de características anti-nutricionais é comum em alimentos de origem vegetal como já verificado, por exemplo, para a soja (PERES et al., 2003; FONTINELI & NETO, 2007).

As respostas não satisfatórias associadas ao excesso de *P. stratiotes* (20%) na ração formulada podem estar relacionadas à sua baixa digestibilidade, ou seja, uma boa parte da proteína não é aproveitada pelo animal e é excretada. Isto foi em parte verificado por Henry-Silva et al. (2006) que obtiveram um valor de aproximadamente 53% de digestibilidade para *Pistia stratiotes*. Esses autores também avaliaram a utilização da biomassa de *P. stratiotes* como matéria prima para ração de peixes, porém com menor sucesso comparado ao obtido para a ração formulada e testada no presente estudo. Uma explicação para este fato pode ser a diferença na quantidade de aminoácidos que foi inferior no cultivo realizado por estes autores, além da não suplementação com aminoácidos essenciais (lisina e metionina). Outra possibilidade é que o nível de inclusão da biomassa desta macrófita tenha sido muito elevado, já que o nível de inclusão foi de 30%, o qual de acordo com os resultados do presente estudo seria prejudicial.

Com base nos dados obtidos no presente estudo sugere-se que a incorporação da biomassa desta macrófita nas rações a serem formuladas para os alevinos de *O. niloticus* seja feita em níveis entre 10% ou 15%, pois além de terem resultado em desempenhos superiores aos obtidos com a ração controle, representa uma vantagem econômica, visto que nas atividades da Piscicultura, grande parte dos custos são relativos à aquisição de ingredientes com adequada qualidade proteica para a confecção das rações.

Um dos problemas colaterais resultantes de atividades de Piscicultura, bastante discutido atualmente, refere-se ao aumento nas concentrações de nitrogênio e fósforo nos ecossistemas aquáticos que recebem efluentes de Piscicultura, resultando em aceleração do processo de eutrofização (ZANIBONI-FILHO, 1997). O uso das macrófitas para absorção do excesso de nutrientes nos efluentes constitui uma tecnologia de baixo custo para o tratamento de efluentes de Piscicultura, permitindo minimizar significativamente o impacto desta atividade no meio ambiente (HENARES et al., 2009; SILVA et al., 2014) como já apontado por Henry-Silva & Camargo (2006) para *P. stratiotes*.

A possibilidade da utilização da biomassa da macrófita *Pistia stratiotes* como suplemento alimentar na Piscicultura acoplado ao cultivo e manejo dos próprios sistemas de tratamentos dos efluentes dos tanques de Aquicultura, representaria um ganho duplo para os ecossistemas aquáticos destinados à Piscicultura, desta forma constituindo além da vantagem econômica, também uma vantagem ambiental, dada a melhoria na qualidade da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARARIPE, M. N. B. A., ARARIPE, H. G. A., LOPES, J. B., BRAGA, T. E. A., FERREIRA, A. H. C. F., e ABREU, M. L. T., 2011. Redução da proteína bruta com suplementação de aminoácidos em rações para alevinos de tambatinga. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 40, n^o. 9, p. 1845–1850.

- BERGAMIN, G. T., VEIVERBERG, C. A., SIQUEIRA, L. V., EGGERS, D. P., e RADÜNZ NETO, J., 2013. Digestibilidade aparente de farelos vegetais tratados para remoção de antinutrientes em dietas para jundiá. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 48, n.º. 8, p. 928–934.
- BOMFIM, M. A. D., LANNA, E. A. T., DONZELE, J. L., QUADROS, M., RIBEIRO, F. B., e SOUSA, M. P., 2010. Níveis de lisina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nylo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 30, n.º. 1, p. 1–8.
- CHENG, Z. J., HARDY, R. W., e USRY, J. L., 2003. Plant protein ingredients with lysine supplementation reduce dietary protein level in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets, and reduce ammonia nitrogen and soluble phosphorus excretion. *Aquaculture*, vol. 218, p.1-4.
- CRAIG, S., e HELFRICH, L. A., 2002. Understanding Fish Nutrition , Feeds , and Feeding. *Virginia Cooperative Extension*, p. 120–156.
- EL-SAYED, A. F. M., 1999. Alternative dietary protein sources fish for farmed. *Aquaculture*, vol. 179, p. 149–168.
- FAO, Y., 2012. *Fishery and Aquaculture Statistics*. A. M. Mathiesen, Ed. FAO., p. 76.
- FONTINELLI, E., e NETO, J. R., 2007. Suplementação em aminoácidos , para pós-larvas de jundiá. *Revista Brasileira de Agrociência*, vol. 13, n.º. 2, p. 225–229.
- FABREGAT, T. E. H. P., 2009. Fontes de fibra na alimentação de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Tese de Doutorado*, UNESP, Joticabal.
- FRANÇA, J. B. A., 2014. Tratamento de Efluente doméstico com macrofitas aquáticas para reúso na fertirrigação. *Irriga*, vol. 1, p. 85–93.
- FRANCIS, G., MAKKAR, H. P., e BECKER, K., 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternative fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture*, vol. 199, p. 197–227.
- FURUYA, W. M. *Tabelas Brasileiras para a Nutrição de Tilápias*. 21. ed. [S.l.]: Toledo: GMF, 2010. p. 101
- GJEDREM, T., ROBINSON, N., e RYE, M., 2012. The importance of selective breeding in aquaculture to meet future demands for animal protein: A review. *Aquaculture*, vol. 350-353, p. 117–129.
- HARDY, R. W., 2010. Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. *Aquaculture Research*, vol. 41, n.º. 5, p. 770–776.

- HENARES, M. N. P., PINTTO, F. R., CRUZ, C., e AMARAL, L. A., 2009. Remoção de *Escherichia coli* de efluentes de carcinicultura removal of *Escherichia coli* of shrimp effluent by free-floating aquatic. *Ars Veterinária*, vol. 25, n^o. 16, p. 147–150.
- HENRY-SILVA, G. G., CAMARGO, A. F. M., e PEZZATO, L. E., 2006. Digestibilidade aparente de macrófitas aquáticas pela tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) e qualidade da água em relação às concentrações de nutrientes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 35, n^o. 3, p. 641–646.
- HENRY-SILVA, G. G., CAMARGO, A. F. M., 2006. efficiency of aquatic macrophytes to treat nile tilapia pond effluents. *Scientia Agricola.*, vol. 63, n^o. 5, p. 433–438.
- HÖGLUND, E., SØRENSEN, C., BAKKE, M. J., NILSSON, G. E., e OVERLI, O., 2007. Attenuation of stress-induced anorexia in brown trout (*Salmo trutta*) by pre-treatment with dietary l-tryptophan. *The British Journal of Nutrition*, vol. 97, n^o. 4, p. 786–789.
- KUBTIZA, F., 1999. Tanques-rede, Rações e Impacto Ambiental. *Panorama da Aquicultura*, vol. 9, n^o. 51.
- LePAGE, O., TOTTMAR, O., e WINBERG, S., 2002. Elevated dietary intake of L - tryptophan counteracts the stress-induced elevation of plasma cortisol in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *The Journal of Experimental Biology*, p. 3679–3687.
- LOVATTO, N. D. M., SILVA, L. P. DA, LOUREIRO, B. B., GOULART, F. R., PRETTO, A., SPERONI, C. S., e LORO, V. L., 2014. Efeitos de dietas contendo concentrados proteicos vegetais no desempenho e atividade de enzimas digestivas de jundiá (*Rhamdia quelen*). *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 35, n^o. 2, p. 1071.
- LUND, I., DALSGAARD, J., RASMUSSEN, H. T., HOLM, J., e JOKUMSEN, A., 2012. Replacement of fish meal with a matrix of organic plant proteins in organic trout (*Oncorhynchus mykiss*) feed, and the effects on nutrient utilization and fish performance. *Aquaculture*, p. 259–266.
- MACEDO, C. F. e SIPAÚBA- TAVARES, L. H., 2010. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura : consequências e recomendações. *Boletim do Instituto de Pesca*, vol. 36, n^o. 2, p. 149–163.
- MAI, K., AI, Q., DUAN, Q., ZHANG, C., LI, H., WAN, J., e LIUFU, Z., 2006. Dietary lysine requirement of juvenile Japanese seabass, *Lateolabrax japonicus*. *Aquaculture*, vol. 258, p. 535–542.
- MAMAUAG, R. E. P., GAO, J., NGUYEN, B. T., E RAGAZA, J. A., KOSHIO, S., ISHIKAWA, M., e YOKOYAMA, S. (2012). Supplementations of dl -Methionine and Methionine Dipeptide in Diets are Effective for the Development and Growth of Larvae and Juvenile Red Sea Bream , *Pagrus major*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 43 n^o. 3, 362–374.

- MAMBRINI, M., ROEM, A. J., CARVÈDI, J. P., LALLÈS, J. P., e KAUSHIK, S. J. (1999). Effects of replacing fish meal with soy protein concentrate and of DL-methionine supplementation in high-energy , extruded diets on the growth and nutrient utilization of rainbow trout , *Oncorhynchus mykiss*. The online version of this article , along wit. *Journal of Animal Science*, 2990–2999.
- MEURER, F., HAYASHI, C., e BOSCOLO, W. R. (2003). Fibra Bruta para Alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* , L) Crude Fiber for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L) Fingerlings. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32, n° 2, 256–261.
- NAYLOR, R. L. , HARDY, R. W., BUREAU, D. P., CHIU, A., ELLIOTT, M., FARRELL, A. P., FORSTER, I. GATLIN, D. M., GOLDBURG, R., HUA, K. e NICHOLS, P. D., 2009. Feeding aquaculture in an era of finite resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 106, n° 42, p. 18040–18040.
- OLIVERA-CASTILLO, L., PINO-AGUILAR, M., LARA-FLORES, M., GRANADOS-PUERTO, S., MONTERO-MUÑOZ, J., OLVERA-NOVOA, M. A., e GRANT, G., 2011. Substitution of fish meal with raw or treated cowpea (*Vigna unguiculata* L Walp, IT86-D719) meal in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry. *Aquaculture Nutrition*, vol. 17, n° 2.
- PERES, H., LIM, C., e KLESIUS, P. H., 2003. Nutritional value of heat-treated soybean meal for channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, vol. 225, n° 1-4, p. 67–82.
- PIEDRAS, S. R. N., POUHEY, J. L. O. F., e RUTZ, F. (2004). Digestível na dieta sobre o desempenho de alevinos de peixe-rei. *Revista Brasileira de Agrociência*, vol. 10, n° 1, p. 97–101.
- RIGHETTI, J. S., FURUYA, W. M., CONEJERO, C. I., SAKAGUTI, T., VIDAL, V. L. O., e MICHELLATO, M., 2011. Redução da proteína em dietas para tilápias-do-nilo por meio da suplementação de aminoácidos com base no conceito de proteína ideal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 40, n° 3, p. 469–476.
- ROLLIN, X., MAMBRINI, M., ABOUDI, T., LARONDELLE, Y., e KAUSHIK, S. J., 2007. The optimum dietary indispensable amino acid pattern for growing Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fry. *British Journal of Nutrition*, vol. 90, n° 5, p. 865.
- ROSA, R. D. S., AGUIAR, A. C. F., BOËCHAT, I. G., e GÜCKER, B., 2013. Impacts of fish farm pollution on ecosystem structure and function of tropical headwater streams. *Environmental Pollution*, vol. 174, p. 204–13.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H., IBARRA, L.C.C., e FIORESI, T.B., 2009. Cultivo de *Ankistrodesmus gracilis* (REISCH) Korsikov (Chlorophyta) em laboratório

- utilizando meio CHU e de macrófita com NPK. *Boletim do Instituto de Pesca*, vol 35, nº. 1, p. 111–118.
- SILVA, A. D. R., SANTOS, R. B., BRUNO, A. M. D. S. S., GENTELINI, A. L., SILVA, A. H. G., e SOARES, E. C., 2014. Eficiência do aguapé sobre variáveis limnológicas em canais de abastecimento utilizados no cultivo de tambaqui. *Acta Amazonica*, vol. 44, nº. 2, p. 255–262.
- TANNER, C. C., e HEADLEY, T. R., 2011. Components of floating emergent macrophyte treatment wetlands influencing removal of stormwater pollutants. *Ecological Engineering*, vol. 37, nº. 3, p. 474–486.
- WILSON, R.P., 2002. *Aminoacid and proteins*. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. (Ed.). *Fish nutrition*. 3rd ed. San Diego: Academic Press, p.49–179
- ZANIBONI-FILHO, E., BARBOSA, N. D., e GONÇALVES, S. M., 1997. Caracterização e tratamento do efluente das estações de Piscicultura. *Revista Unimar*, vol. 19, no. 2, p. 537–548.

4. Conclusões Gerais

- As análises nutricionais demonstraram que as macrófitas possuem potencial para ser utilizadas como fontes alimentares em cultivo de zooplâncton, o que foi corroborado tanto pelos testes alimentares individuais como populacionais. A biomassa da macrófita *Pistia stratiotes* contém maiores teores de lipídios e proteínas do que a de *Salvinia minima*, a qual contém maior quantidade de fibras e maior conteúdo energético.
- A macrófita *Pistia stratiotes* foi mais eficiente como recurso alimentar, demonstrando possuir um grande potencial para substituir, em proporções intermediárias, as algas nos cultivos em larga escala.
- A macrófita *Pistia stratiotes* possui proteínas com qualidade comparável às de outras fontes proteicas vegetais bastante utilizadas como matéria prima para rações.
- A priori recomenda-se o uso de *Pistia stratiotes* como matéria prima na fabricação de rações para peixes, em proporções de 10% e 15 %, considerando-se os benefícios para o crescimento dos peixes e para a minimização dos custos, por ser uma matéria prima que teve o menor custo de produção final.
- O aproveitamento das macrófitas como suplemento alimentar tem grande relevância no contexto atual, pela possibilidade de utilização destas nos tratamentos de efluentes oriundos de atividades de aquicultura para a melhoria da qualidade da água por meio dos pântanos artificiais (“wetlands”), constituindo uma forma de manejo da biomassa descartada após o tratamento, podendo resultar em benefícios na produção e também econômicos e ambientais.

ANEXOS

Seção 3.1

Tabela 1. Variação do Tamanho Corporal (μm) e longevidade alcançada por *Daphnia laevis* durante os 11 primeiros dias de cultivo em laboratório para 10 réplicas do tratamento controle, alimentadas apenas com suspensão algal.

Tabela 2. Variação na fecundidade de (número de neonatas produzidas por indivíduo) *Daphnia laevis* nas diferentes ninhadas ao longo do ciclo

Controle	Indivíduos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	Desvio Padrão
	1	720	700	660	700	680	640	660	660	700	680	680	24.94
	2	880	840	820	940	900	800	760	800	860	840	844	53.17
	3	1000	920	860	1100	1060	1020	-	1040	900	1100	1000	87.75
	4	1160	1000	900	1280	1240	1200	-	1220	920	1320	1137.778	157.30
	5	1300	-	1100	1360	1400	1360	-	1340	1000	1600	1307.5	184.53
	6	1600	-	1180	1560	1440	1500	-	1680	1040	1660	1457.5	231.38
	7	1600	-	1220	1660	1720	1700	-	1760	1060	1700	1552.5	262.28
	8	1640	-	1360	1720	1740	1800	-	1800	1100	1760	1615	252.70
	9	1700	-	1580	1800	1800	1840	-	1900	1100	1780	1687.5	256.11
	10	1800	-	1600	1840	1760	2000	-	1980	1100	1820	1737.5	286.54
	11	1820	-	1700	1840	1780	2000	-	1960	1100	1920	1765	286.01
Longevidade		16	5	20	30	31	28	2	21	19	29	20.1	10.18

de vida s e fecundidade total por indivíduo até a morte para 10 réplicas do tratamento controle, alimentadas apenas com suspensão algal.

Controle	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Total	
1			4		7		4		2		7			3													27
2																											0
3				5		6		5		7		14															37
4		6		5	8	9	9	4	2		15		10		2		16		5	10	6		9				116
5		4		9	9		10		2				3		2		9		10		4		9		5		76
6		5	12		14		13		12		15		10		3		12		5	7							108
7																											0
8	6		8		16		12		10		16		12		9												89
9																											0
10		6		9	9	7		13		7		16				1	3	13		9	8						101
																											554

Tabela 3. Variação do Tamanho Corporal (μm) e longevidade alcançada para *Daphnia laevis* durante os 11 primeiros dias de cultivo em laboratório para 10 réplicas no tratamento TAP, onde foram alimentadas com 75% de suspensão algal e 25% da biomassa seca e triturada da macrófita *Pistia stratiotes*.

Tratamento AP (TAP)	Indivíduos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	Desvio Padrão
	1	700	680	700	660	700	700	740	680	720	680	696	22,70585
	2	900	920	900	920	860	860	940	920	920	900	904	26,33122
	3	1060	1180	1140	980	1100	1060	1120	1040	1120	1160	1096	60,95536
	4	1200	1400	1440	1040	1440	1200	1200	1200	1400	1340	1286	135,9902
	5	1240	1500	1700	1200	1600	1400	1280	1360	1480	1480	1424	159,3877
	6	1480	1620	1780	1360	1620	1500	-	1580	1560	1580	1564,444	115,2292
	7	1500	1800	1820	1600	1700	1740	-	1800	1700	1760	1713,333	104,8809
	8	1640	1880	1860	1640	1800	1760	-	-	1800	1760	1767,5	89,40278
	9	1680	1920	1900	1840	1920	1800	-	-	1800	1800	1832,5	81,37216
	10	1800	1940	1980	1900	1900	1800	-	-	1860	1900	1885	63,01927
	11	1840	1940	1980	2000	1920	m	-	-	m	1920	1933,333	56,09516
Longevidade		20	25	20	31	16	11	6	8	12	22		

Tabela 4. Variação na fecundidade de (número de neonatas produzidas por indivíduo) *Daphnia laevis* nas diferentes ninhadas ao longo do ciclo de vida e fecundidade total por indivíduo até a morte para 10 réplicas do tratamento onde foram alimentadas com 75% de suspensão algal e 25% da biomassa seca e triturada da macrófita *Pistia stratiotes* (TAP).

Tratamento AP (TAP)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Total	
1			5	9	11	2	10	5	10	1	17	0	3														73
2			6	13	12	13	7	14						1			6										72
3		4	6	10	13	4	8	2	10		14		9		1												81
4			7	13	14	4	1	13		7				4		9	2	8									82
5			5	12	11	15	7	9																			59
6			4	5	9																						18
7																											0
8			7																								7
9			6	10	10																						26
10			2	11	10	14	8	17	7					10	3	3											85

Tabela 5. Variação do Tamanho Corporal (μm) e longevidade alcançada para *Daphnia laevis* durante os 11 primeiros dias de cultivo em laboratório para 10 réplicas no tratamento TBP, onde foram alimentadas com 50% suspensão algas e 50% da macrófita *Pistia stratiotes*

Tratamento BP (TAP)	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	Desvio Padrão
1	680	700	720	720	700	680	660	700	680	700	694	18,97367	
2	880	840	820	940	900	800	760	800	900	840	848	55,93647	
3	1000	940	1180	1060	1040	1180	860	1160	980	1060	1046	106,2701	
4	1160	1040	1420	1160	1220	1500	1120	1400	1100	1300	1242	155,0484	
5	1320	1300	1600	1200	1400	1480	1240	1520	1120	1320	1350	150,037	
6	1600	1580	1660	1540	1440	1720	1400	1640	1500	1560	1564	98,79271	
7	1600	1580	1820	1560	1700	1720	1400	1840	-	1600	1646,667	138,2027	
8	1600	1600	1820	1640	1780	1800	1480	1900	-	1760	1708,889	134,9485	
9	1700	1700	2000	1700	1840	1900	1600	1920	-	1780	1793,333	130,384	
10	1960	1860	2050	1820	2000	1960	1740	2000	-	1900	1921,111	99,55456	
11	1980	1800	2075	1840	2000	2000	1800	2000	-	1920	1935	100	
Longevidade	23	30	22	27	20	15	29	23	7	25			

Tabela 6. Variação na fecundidade de (número de neonatas produzidas por indivíduo) *Daphnia laevis* nas diferentes ninhadas ao longo do ciclo de vida e fecundidade total por indivíduo até a morte para 10 réplicas do tratamento TBP, onde foram alimentadas com 50% suspensão algas e 50% da macrófita *Pistia stratiotes*.

Tratamento BP (TAP)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Total	
1	5	9	16	11	4	7	14	6	4																		76
2		2	8	12	1	9	1	8	14	4	7	1	9	6	6	2	1										91
3		5	9	11	9	5	9	16	2	7	5																78
4		2	4	7	12	13	4	5	15	10							7	7									86
5		4	3	9	16	2	5	19	7																		65
6		5	9	9	12	17	8																				60
7		4	5	7	9	6	8	5	9	13	5	2	8	5	3												89
8		8	15	10	19	8	12	5	2	5																	84
9		2																									2
10		3	5	12	3	10	3	10	13	5	3	4	10														81

Tabela 7. Variação do Tamanho Corporal (μm) e longevidade alcançada para *Daphnia laevis* durante os 11 primeiros dias de cultivo em laboratório para 10 réplicas no tratamento TCP, onde foram alimentadas com 25% suspensão algas e 75% da macrófita *Pistia stratiotes*.

Tratamento CP (TAP)	Indivíduos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	Desvio Padrão
	1	680	740	680	660	700	680	660	680	640	700	682	27,40641
	2	1040	900	1160	1000	940	1180	1120	1140	1060	1120	1066	95,24238
	3	1300	1200	1280	1240	980	1280	1240	1200	1080	1220	1202	99,53224
	4	1600	1400	1400	1440	1040	1420	1400	1300	1140	1400	1354	159,1784
	5	1640	1500	1460	1600	1080	1460	1500	1460	1160	1500	1436	178,0886
	6	1700	1600	1800	1740	1100	1760	1540	1500	1200	1700	1564	239,4067
	7	1740	1720	1720	1800	1020	1560	1600	1600	1240	1740	1574	251,4049
	8	1840	1740	1740	1900	1080	1720	1640	1600	1320	1740	1632	249,6575
	9	1840	1800	1860	1980	1140	1800	1780	1720	1360	1960	1724	266,9665
	10	1900	1800	1960	2125	1160	1900	1880	1740	1400	2075	1794	299,2751
	11	1860	1880	2000	1700	1200	1900	1840	1860	m	2100	1815,556	255,6908
Longevidade		25	29	90	19	12	25	22	91	13	22		

Tabela 8. Variação na fecundidade de (número de neonatas produzidas por indivíduo) *Daphnia laevis* nas diferentes ninhadas ao longo do ciclo de vida e fecundidade total por indivíduo até a morte para 10 réplicas do tratamento TCP, onde foram alimentadas com 25% suspensão algas e 75% da macrófita *Pistia stratiotes*.

Tratamento CP (TAP)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1		6	6	13	3	6	2	3	7	9	11	9					9	16								100	
2			5		5	7	6	1	13	2	8		14		4		5	1	13		7		7	2			100
3				7		8		10	2	2	5	13		6		3	8	5		9		7		3			88
4		11	5		14	9	9		12	6	8	9	14	3													100
5																											0
6		10		6		6		8		7	7	17		4				9	5	7							86
7			6	4	2		13		7	4	6	9	9	10		4											74
8				4		10		6		10	2	7		17		4		4	11		8		7		2	2	94
9																											0
10			2		14	8		8	2		5	5		2		5											51

Tabela9. Variação do Tamanho Corporal (μm) e longevidade alcançada para *Daphnia laevis* durante os 11 primeiros dias de cultivo em laboratório para 10 réplicas no tratamento TDP, onde foram alimentadas com 100% da macrófita *Pistia stratiotes*.

Tratamento DP (TAP)	Indivíduos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	Desvio Padrão
	1	820	800	720	740	680	700	700	660	700	680	720	52,49339
	2	1120	900	1040	1080	860	1100	960	900	920	800	968	110,4335
	3	1260	1200	1240	1300	0	1200	1200	1060	1160	980	1060	384,2453
	4	1400	1400	1400	1520	-	1360	1480	1200	1420	1200	1375,556	110,353
	5	1500	1460	1440	1640	-	1480	1540	1280	1520	1360	1468,889	103,9765
	6	-	-	-	1620	-	920	1600	1300	1620	1580	1440	282,8427
	7	-	-	-	-	-	1600	1680	1360	1640	1480	1552	130,8434
	8	-	-	-	-	-	1600	1620	1440	1660	1520	1568	87,86353
	9	-	-	-	-	-	1660	1680	1600	1760	1620	1664	62,28965
	10	-	-	-	-	-	1700	1720	1640	1800	1720	1716	57,27128
	11	-	-	-	-	-	1760	1780	1660	m	1720	1730	52,91503
Longevidade		7	7	6	7	5	31	26	27	11	30		

Tabela10. Variação na fecundidade de (número de neonatas produzidas por indivíduo) *Daphnia laevis* nas diferentes ninhadas ao longo do ciclo de vida s e fecundidade total por indivíduo até a morte para 10 réplicas do tratamento TDP, onde foram alimentadas com 100% da macrófita *Pistia stratiotes*.

Tratamento DP (TAP)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Total	
1		5																									5
2																											0
3																											0
4																											0
5		6																									6
6		4	1	1	5	6	4		6	0	0	5	11		2		3		8		3	2	1		1	6	69
7		4		4		5		1	5	0	1	12	5				2		7		4						50
8		1		1		6	3		5	2	5	10	4	11	2		2	2	4		2	1					61
9			3		11																						14
10				1	7	6	2	2	5	4	2	6	9	3	1T		3		8		6			2			66

Tabela 11. Variação do Tamanho Corporal (μm) e longevidade alcançada para *Daphnia laevis* durante os 11 primeiros dias de cultivo em laboratório para 10 réplicas no tratamento TAS, onde foram alimentadas com 75% de suspensão algal e 25% da biomassa seca e triturada da macrófita *Salvinia minima*.

Tratamento AS (TAS)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	Desvio padrão
1	900	800	800	820	880	840	860	820	840	1040	860	71,18052
2	1080	960	940	920	1100	1080	900	900	1000	960	984	77,05698
3	1260	1180	1100	1060	1360	1160	900	1040	1200	1160	1142	126,6491
4	-	1420	1220	1240	1500	1360	920	1060	1400	1340	1273,333	185,4724
5	-	1400	1440	1380	1640	1360	1080	1120	1400	1380	1355,556	167,5642
6	-	1500	-	1400	1620	1460	1300	1160	1500	1460	1425	140,5093
7	-	1520	-	1540	1800	1500	1500	1160	1560	1400	1497,5	177,7438
8	-	1720	-	1560	1800	1680	1520	1200	1680	-	1594,286	197,8937
9	-	1740	-	m	1800	1720	1640	1220	1720	-	1640	212,0377
10	-	1820	-	M	1820	1760	1720	1240	1760	-	1686,667	222,2311
11	-	1840	-	M	1880	1760	1780	1240	1900	-	1733,333	247,7633
Longevidade	3	18	6	9	20	12	25	17	23	8		

Tabela 12. Variação na fecundidade de (número de neonatas produzidas por indivíduo) *Daphnia laevis* nas diferentes ninhadas ao longo do ciclo de vida e fecundidade total por indivíduo até a morte para 10 réplicas do tratamento TAS, onde foram alimentadas com 100% da macrófita *Salvinia minima*

Tratamento AS (TAS)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Total	
1																							0
2		5	7	13		4		17		16		5											67
3																							0
4			3	5		3																	11
5				7	10		1	14		9		2		6									49
6			6	4	10		10																30
7					5	7	8		9		5		5		8								47
8																							0
9			4	5	9		11	13		16		7		11	4		2		2				84
10			6																				6

Tabela 13. Variação do Tamanho Corporal (μm) e longevidade alcançada para *Daphnia laevis* durante os 11 primeiros dias de cultivo em laboratório para 10 réplicas no tratamento TBS, onde foram alimentadas com 50% de suspensão algas e 50% da macrófita *Salvinia minima*.

Tratamento BS (TBS)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	Desvio padrão
1	1100	960	860	800	860	1100	800	880	1060	860	928	118,5842
2	1400	1100	1000	800	980	1060	960	1100	1260	1060	1072	164,9781
3	1400	1260	1140	M	1140	1300	1120	1380	1500	M	1280	140,6109
4	1600	1500	1200	M	1400	1500	1300	1660	1520	M	1460	152,6902
5	1780	1480	1300	M	1560	1600	1400	1740	1600	M	1557,5	161,9303
6	1780	1620	1400	M	1700	1600	1420	1700	1720	M	1617,5	139,9745
7	M	1720	1400	M	1600	1540	M	M	1520	M	1556	116,9615
8	M	1740	1460	M	1700	1720	M	M	1860	M	1696	145,8767
9	M	1780	M		M	1760	M	M	1920	m	1820	87,17798
10	M	1800	M	M	M	1840	M	M	1980	M	1873,333	94,51631
11	M	1920	M	M	M	1880	M	M	1840	M	1880	40
Longevidade	7	21	9	3	8	21	7	7	21	3		

Tabela 14. Variação na fecundidade de (número de neonatas produzidas por indivíduo) *Daphnia laevis* nas diferentes ninhadas ao longo do ciclo de vida e fecundidade total por indivíduo até a morte para 10 réplicas do tratamento TBS, onde foram alimentadas com 50% de suspensão algas e 50% da macrófita *Salvinia minima*.

Tratamento BS (TBS)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Total	
1			3																				3
2		6	5	5	9	7		10		9	10		7		4								72
3			2	2	8																		12
4			7																				7
5				1	5																		6
6			7	8		10	3	9	2	8	7		7		7	4		2					74
7																							0
8																							0
9			2	9		13		12				10	8		6								60
10				5																			5

Tabela 15. Variação do Tamanho Corporal (μm) e longevidade alcançada para *Daphnia laevis* durante os 11 primeiros dias de cultivo em laboratório para 10 réplicas no tratamento TCS, onde foram alimentadas com 25% de suspensão algas e 75% da macrófita *Salvinia minima*.

Tratamento CS (TCS)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	Desvio padrão
1	860	860	860	880	800	920	800	780	840	1000	860	64,63573
2	920	1040	960	1000	900	900	840	1000	920	1260	974	116,6381
3	1100	1220	1180	1140	960	1160	960	1100	1100	1300	1122	105,5988
4	1100	1360	1160	1360	1000	1260	900	1180	1340	1440	1210	174,1647
5	1200	1300	1300	1200	1000	1160	920	1100	1380	1340	1190	149,4434
6	1300	1320	1500	1500	1100	1360	1000	-	1400	1500	1331,111	178,6368
7	1440	-	1400	1500	1200	1200	1000	-	1440	1500	1335	181,0288
8	1500	-	1240	1680	1440	-	1040	-	-	1620	1420	241,3297
9	1560	-	1580	1740	1520	-	1140	-	-	-	1508	222,0811
10	1620	-	1760	1800	1580	-	1180	-	-	-	1588	246,0081
11	1780	-	1800	1700	1580	-	1180	-	-	-	1608	254,4013
Longevidade	14	7	13	13	19	8	16	6	8	9		

Tabela 16. Variação na fecundidade de (número de neonatas produzidas por indivíduo) *Daphnia laevis* nas diferentes ninhadas ao longo do ciclo de vida e fecundidade total por indivíduo até a morte para 10 réplicas do tratamento TCS, onde foram alimentadas com 25% de suspensão algas e 75% da macrófita *Salvinia minima*.

Tratamento CS (TCS)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Total	
1		2	3	7		4	4	8	3														31
2		2	4																				6
3		2	4		7	3	8	1															25
4			3	12		6		7															28
5				8		3	4	1	8		7		6										37
6																							0
7																							0
8																							0
9																							0
10			1	6																			7

Tabela 17. Variação do Tamanho Corporal (μm) e longevidade alcançada para *Daphnia laevis* durante os 11 primeiros dias de cultivo em laboratório para 10 réplicas no tratamento TDS, onde foram alimentadas com 100% da macrófita *Salvinia minima*.

Tratamento DS (TDS)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	Desvio padrão
1	980	1040	900	860	920	840	900	800	1040	1000	928	83,90471
2	1100	1040	1100	1100	940	960	1100	900	1020	1000	1026	74,86284
3	1240	1200	1060	1040	980	1100	1200	940	1180	1200	1114	105,0079
4	1400	1120	1000	1220	1020	1240	1320	980	1040	1200	1154	144,5453
5	1400	1380	1160	1400	1080	1300	1440	980	1380	1400	1292	160,6099
6	1480	1460	1280	1580	1060	1400	1520	M	1520	1400	1411,111	158,149
7	1500	1480	1300	1580	1080	1440	1560	960	1560	1600	1406	222,92
8	1600	1600	1460	1660	1180	1500	1740	1000	1560	1600	1490	228,4732
9	1680	1660	1500	1660	1160	1560	1780	1080	1580	1600	1526	227,8499
10	1740	1740	1620	1640	1160	1680	1820	1120	1640	0	1416	552,0708
11	1640	1620	1600	1640	1180	1620	1840	1500	1700	0	1434	531,501
Longevidade	22	17	18	21	17	22	22	17	22	10		

Tabela 18. Variação na fecundidade de (número de neonatas produzidas por indivíduo) *Daphnia laevis* nas diferentes ninhadas ao longo do ciclo de vida e fecundidade total por indivíduo até a morte para 10 réplicas do tratamento TDS, onde foram alimentadas com com 100% da macrófita *Salvinia minima*.

Tratamento DS (TDS)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1		2	4		9	3	3	2	8	2	6		2	3	4							48
2		2	1	3		8	1	4	3	4	4	3		1								34
3					6			6	3	5		5		2								27
4		3	2	4		4	1	5	2	5		6		6	5							43
5																						0
6			1	5		6	1	2		7	2	2	3		6		3					38
7				3		10		5	2	7	3	8		4	2	6						50
8																						0
9				4		3	3	3	4	8	3	3	3		3		4					41
10				1	3																	4

Tabela 19. Variação do Tamanho Corporal (μm) e longevidade alcançada por *Moina micrura* durante os 7 dias de cultivo em laboratório para 10 réplicas do tratamento controle, alimentadas apenas com suspensão algal.

Controle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	Desvio padrão
1	480	480	500	500	500	500	460	480	480	460	484	15,77621
2	560	580	560	620	580	600	580	560	540	560	574	23,19004
3	800	660	820	860	880	860	800	840	840	780	814	62,5744
4	840	720	900	900	920	900	860	900	880	820	864	59,47922
5	980	740	-	1040	1000	980	940	1000	980	980	960	86,60254
6	1040	-	-	920	1080	1100	980	1040	1000	1020	1022,5	57,00877
7	1100	-	-	1080	-	-	1000	1100	1080	1040	1066,667	39,32768
Longevidade	8	5	4	8	6	6	7	7	7	7		

Tabela 20. Variação na fecundidade de (número de neonatas produzidas por indivíduo) *Moina micrura* nas diferentes ninhadas ao longo do ciclo de vida e fecundidade total por indivíduo até a morte para 10 réplicas do tratamento controle, alimentadas apenas com suspensão algal.

Controle	5	6	7	8	
1	7	8	11	9	35
2	0				0
3	11	12	10		33
4	6	13	10	9	38
5	7	16			23
6	7	18			25
7	8	10	15		33
8	9	13	6		28
9	8	19	12		39
10	7	13	13		33

Tabela 21. Variação do Tamanho Corporal (μm) e longevidade alcançada por *Moina micrura* durante os 7 dias de cultivo em laboratório para 10 réplicas do tratamento TAP, onde foram alimentadas com 75% de suspensão algal e 25% da macrófita *Pistia stratiotes*.

Tratamento AP (TAP)		2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	Desvio padrão
1	480	480	460	500	460	500	480	460	480	500	480	16,32993
2	560	640	600	560	560	580	580	560	600	620	586	28,36273
3	820	900	860	820	720	880	820	820	880	800	832	51,81162
4	880	900	920	840	760	880	880	880	860	900	870	44,47221
5	980	1040	1020	980	740	1000	1000	1000	980	1000	974	84,35375
6	1000	940	1060	1020	-	1060	-	1000	1040	1040	1020	40
7	1000	1100	1000	1100	-	1080	-	1060	960	1080	1047,5	53,38539
Longevidade	8	7	7	7	5	7	5	7	7	8	6,8	

Tabela 22. Variação na fecundidade de (número de neonatas produzidas por indivíduo) *Moina micrura* nas diferentes ninhadas ao longo do ciclo de vida e fecundidade total por indivíduo até a morte para 10 réplicas do tratamento TAP, onde foram alimentadas apenas com 75% suspensão algal e 25% de *Pistia stratiotes*.

Tratamento AP (TAP)	5	6	7	8	
1	10	20	15	3	48
2	8	16	13		37
3	9	17	10		36
4	6	11	12		29
5					
6	7	16	11		34
7	6	9			15
8	8	13	11		32
9	7	16	6		29
10	8	14	12	4	38

Tabela 23. Variação do Tamanho Corporal (μm) e longevidade alcançada por *Moina micrura* durante os 7 dias de cultivo em laboratório para 10 réplicas do tratamento TBP, onde foram alimentadas com 50% de suspensão algal e 50% da macrófita *Pistia stratiotes*.

Tratamento BP (TBP)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	Desvio padrão
1	500	480	460	500	460	500	480	460	480	500	482	17,5119
2	600	540	560	580	560	620	540	580	580	600	576	26,33122
3	780	800	800	800	820	840	820	840	800	820	812	19,32184
4	780	840	820	880	860	840	840	860	820	900	844	33,73096
5	-	920	980	960	960	980	960	1000	940	980	964,4444	24,03701
6	-	980	1000	1020	980	1000	1000	-	-	1020	1000	16,32993
7	-	-	980	1060	-	-	-	-	-	960	1000	52,91503
Longevidade	4	6	7	8	6	6	6	5	5	7	6	

Tabela 24. Variação na fecundidade de (número de neonatas produzidas por indivíduo) *Moina micrura* nas diferentes ninhadas ao longo do ciclo de vida e fecundidade total por indivíduo até a morte para 10 réplicas do tratamento TBP, onde foram alimentadas apenas com 50% suspensão algal e 50% de *Pistia stratiotes*.

Tratamento BP (TBP)	5	6	7	8
1				
2	8	11		19
3	7	17	6	30
4	7	13	10	3
5	9	12		21
6	6	11		17
7	10	13		23
8	8	11	12	31
9	5	6		11
10	9	16		25

Tabela 25. Variação do Tamanho Corporal (μm) e longevidade alcançada por *Moina micrura* durante os 7 dias de cultivo em laboratório para 10 réplicas do tratamento TCP, onde foram alimentadas com 25% de suspensão algal e 75% da macrófita *Pistia stratiotes*.

Tratamento CP (TCP)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	Desvio padrão
1	480	480	500	480	500	460	460	480	460	520	482,2222	21,08185
2	600	540	580	580	600	560	540	580	560	580	571,1111	22,60777
3	800	780	840	800	820	800	800	800	780	720	793,3333	33,16625
4	860	800	820	820	840	800	800	820	760	720	802,2222	41,76655
5	920	960	980	920	920	880	880	900	860	740	895,5556	69,84109
6	920	960	980	960	960	-	900	960	860	-	934,2857	42,7618
7	-	960	-	940	960	-	-	960	960	-	955	10
Longevidade	7	7	7	7	5	7	5	7	7	7		

Tabela 26. Variação na fecundidade de (número de neonatas produzidas por indivíduo) *Moina micrura* nas diferentes ninhadas ao longo do ciclo de vida e fecundidade total por indivíduo até a morte para 10 réplicas do tratamento TCP, onde foram alimentadas apenas com 25% suspensão algal e 75% de *Pistia stratiotes*

Tratamento CP (TCP)	5	6	7	8
1	6			6
2	2			2
3	6			6
4	8	10	7	25
5	5	6	10	21
6	0			0
7	4	5		9
8	8	9		17
9	4	3	3	10
10	0			0

Tabela 27. Variação do Tamanho Corporal (μm) e longevidade alcançada por *Moina micrura* durante os 7 dias de cultivo em laboratório para 10 réplicas do tratamento TDP, onde foram alimentadas com 100% da macrófita *Pistia stratiotes*..

Tratamento DP (TDP)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	Desvio padrão
1	480	500	500	480	460	460	440	500	500	480	480	21,08185
2	560	540	580	560	600	640	580	600	600	580	584	27,96824
3	640	640	780	720	660	800	640	640	800	700	702	68,9283
4	640	640	780	760	740	800	700	-	800	740	733,3333	61,64414
5	660	-	800	800	780	820	-	-	-	820	780	55,37749
Longevidade	5	4	5	5	5	5	4	3	4	5		

Tabela 28. Variação do Tamanho Corporal (μm) e longevidade alcançada por *Moina micrura* durante os 7 dias de cultivo em laboratório para 10 réplicas do tratamento TAS, onde foram alimentadas com 75% de suspensão algal e 25% da macrófita *Salvinia mínima*.

Tratamento AS (TDS)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	Desvio padrão
1	480	500	500	500	500	480	460	500	500	520	494,00	16,46545
2	560	600	640	520	580	560	620	580	580	620	586,00	35,33962
3	680	700	720	640	700	680	720	680	680	720	692,00	25,29822
4	-	-	-	-	820	800	-	-	-	-	810,00	14,14214
5	-	-	-	-	900	920	-	-	-	-	910,00	14,14214
6	-	-	-	-	920	940	-	-	-	-	930,00	14,14214
7	-	-	-	-	920	940	-	-	-	-	930,00	14,14214
Longevidade	3	3	3	3	7	7	3	3	3	3		

Tabela 29. Variação na fecundidade de (número de neonatas produzidas por indivíduo) *Moina micrura* nas diferentes ninhadas ao longo do ciclo de vida e fecundidade total por indivíduo até a morte para 10 réplicas do tratamento TAS, onde foram alimentadas apenas com 75% suspensão algal e 25% de *Salvinia mínima*.

Tratamento AS (TDS)	4	5	6	7
1				
2				
3				
4				
5	5	5	7	8
6	5	0	5	6
7				
8				
9	4			4
10	14	5	12	14

Tabela 30. Variação do Tamanho Corporal (μm) e longevidade alcançada por *Moina micrura* durante os 7 dias de cultivo em laboratório para 10 réplicas do tratamento TBS, onde foram alimentadas com 50% de suspensão algal e 50% da macrófita *Salvinia mínima*.

Tratamento BS (TBS)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	Desvio padrão
1	480	500	500	500	500	480	460	500	500	520	494,00	16,46545
2	540	620	600	580	580	600	520	520	580	600	574,00	35,33962
3	660	700	720	680	660	700	620	640	660	720	676,00	33,73096
4	-	-	820	860	-	760	-	-	-	800	810,00	41,63332
5	-	-	900	900	-	760	-	-	-	-	830,00	80,82904
6	-	-	900	940	-	760	-	-	-	-	850,00	94,51631
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0
Longevidade	3	3	6	6	3	6	3	3	3	4		

Tabela 31. Variação na fecundidade de (número de neonatas produzidas por indivíduo) *Moina micrura* nas diferentes ninhadas ao longo do ciclo de vida e fecundidade total por indivíduo até a morte para 10 réplicas do tratamento TBS, onde foram alimentadas apenas com 50% suspensão algal e 50% de *Salvinia mínima*.

Tratamento BS (TBS)	4	5	6	7
1				
2	5	0		5
3	4	0		4
4	2	0		2
5				
6	3	0	0	3
7	5		5	2
8		0		0
9	4	0	5	3
10	23	0	10	5

Tabela 32. Variação do Tamanho Corporal (μm) e longevidade alcançada por *Moina micrura* durante os 7 dias de cultivo em laboratório para 10 réplicas do tratamento TCS, onde foram alimentadas com 25% de suspensão algal e 75% da macrófita *Salvinia mínima*.

Tratamento CS (TCS)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	Desvio padrão
1	460	500	480	480	460	480	500	480	500	500	484,00	15,77621
2	540	600	520	500	520	-	600	500	580	580	548,89	41,36558
3	680	700	640	640	620	-	720	620	720	720	673,33	43,58899
4	-	820	-	-	-	-	-	-	-	-	820,00	0
5	-	880	-	-	-	-	-	-	-	-	880,00	0
6	-	900	-	-	-	-	-	-	-	-	900,00	0
7	-	900	-	-	-	-	-	-	-	-	900	
Longevidade	3	7	3	3	3	1	3	3	3	3		

Tabela 33. Variação do Tamanho Corporal (μm) e longevidade alcançada por *Moina micrura* durante os 7 dias de cultivo em laboratório para 10 réplicas do tratamento TDS, onde foram alimentadas com 100% da macrófita *Salvinia mínima*.

Tratamento DS (TDS)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	Desvio padrão
1	480	500	520	500	520	480	460	500	460	500	492,00	21,49935
2	540	-	600	580	600	500	520	-	560	600	562,50	39,18819
3	640	-	720	700	700	620	640	-	700	700	677,50	37,70184
4	640	-	780	760	740	800	700	-	800	740	745,00	54,24811
5	-	-	-	-	-	-	-	-	860	-	860,00	0
6	-	-	-	-	-	-	-	-	900	-	900,00	0
7	-	-	-	-	-	-	-	-	900	-	900,00	0
Longevidade	4	1	4	4	4	4	4	1	7	3		

Tabela 34. Variação na fecundidade de (número de neonatas produzidas por indivíduo) *Moina micrura* nas diferentes ninhadas ao longo do ciclo de vida e fecundidade total por indivíduo até a morte para 10 réplicas do tratamento TDS, onde foram alimentadas apenas com 100% de *Salvinia mínima*.

Tratamento DS (TDS)	4	5	6	7
1				
2				
3				
4	4	3	0	7
5				
6				
7				
8				
9				
10				

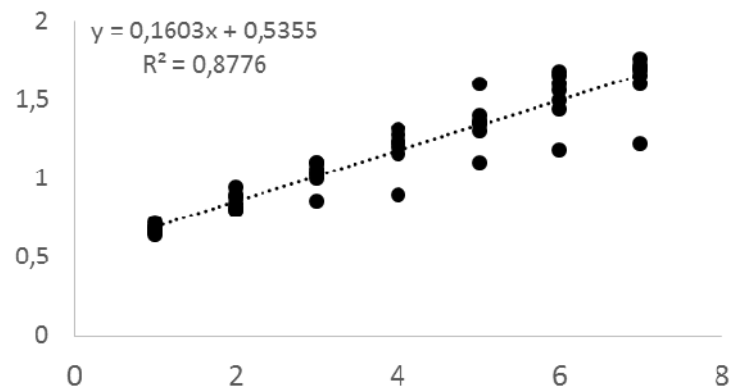


Figura 1. Ajuste linear do crescimento dos organismos zooplancônicos, utilizando os 7 primeiros dias para *Daphnia laevis* no tratamento controle (apenas alga).

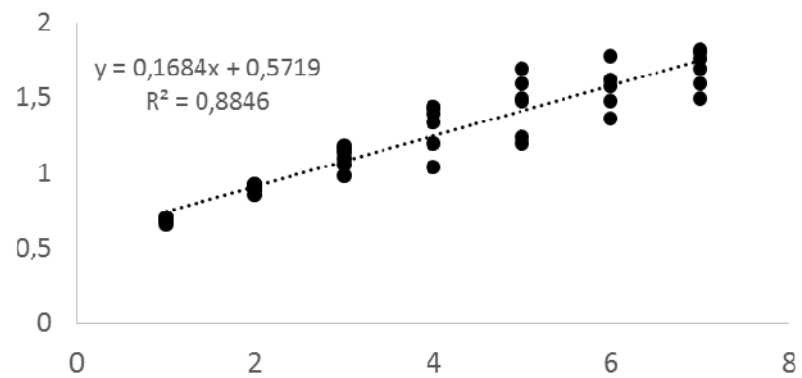


Figura 2. Ajuste linear do crescimento dos organismos zooplancônicos, utilizando os 7 primeiros dias para *Daphnia laevis* no tratamento no tratamento TAP, com 75% Suspensão algal e 25% *Pistia stratiotes*.

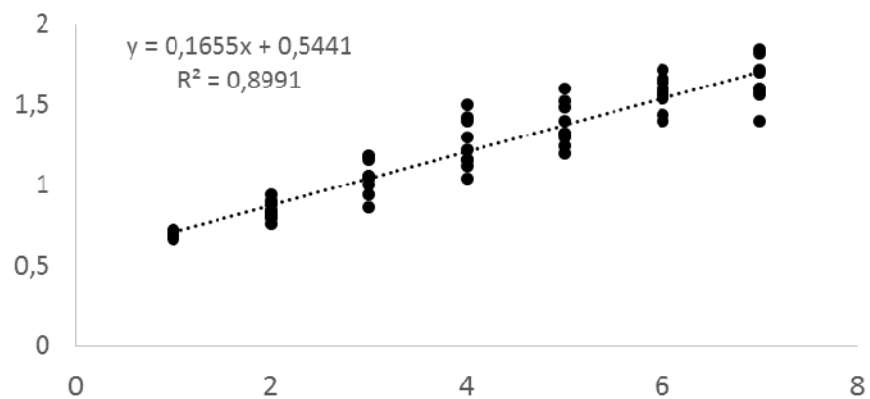


Figura 3. Ajuste linear do crescimento dos organismos zooplancônicos, utilizando os 7 primeiros dias para *Daphnia laevis* no tratamento no tratamento TBP, com 50% de suspensão algal e 50% *Pistia stratiotes*.

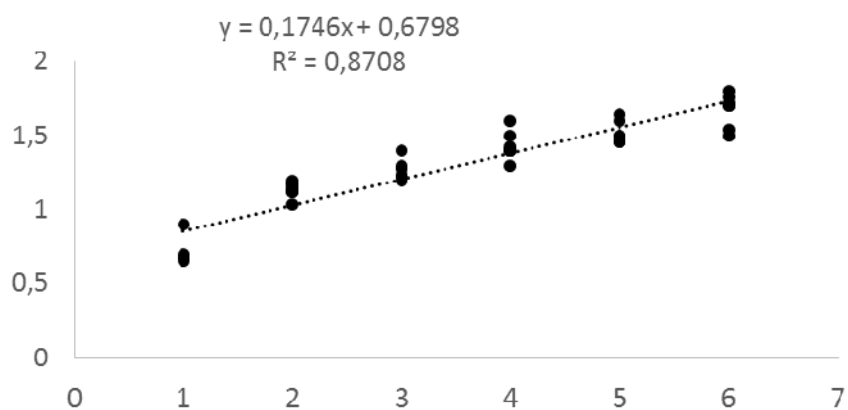


Figura 4. Ajuste linear do crescimento dos organismos zooplancônicos, utilizando os 7 primeiros dias para *Daphnia laevis* no tratamento no tratamento TCP, com 25% suspensão algal e 75% *Pistia stratiotes*.

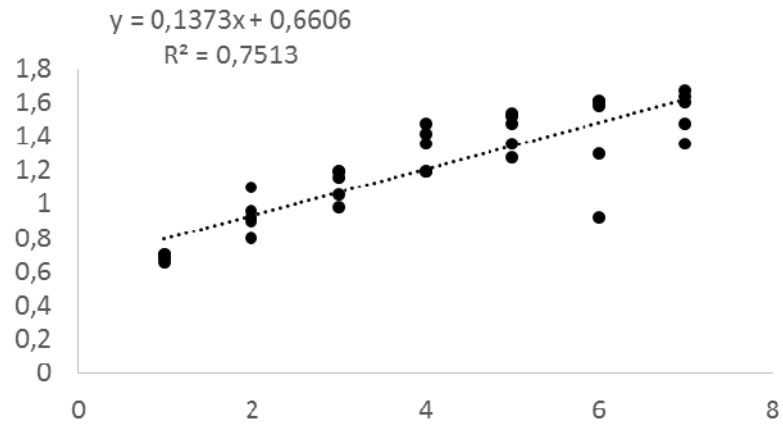


Figura 5. Ajuste linear do crescimento dos organismos zooplancônicos, utilizando os 7 primeiros dias para *Daphnia laevis* no tratamento no tratamento TDP, com 100% *Pistia stratiotes*.

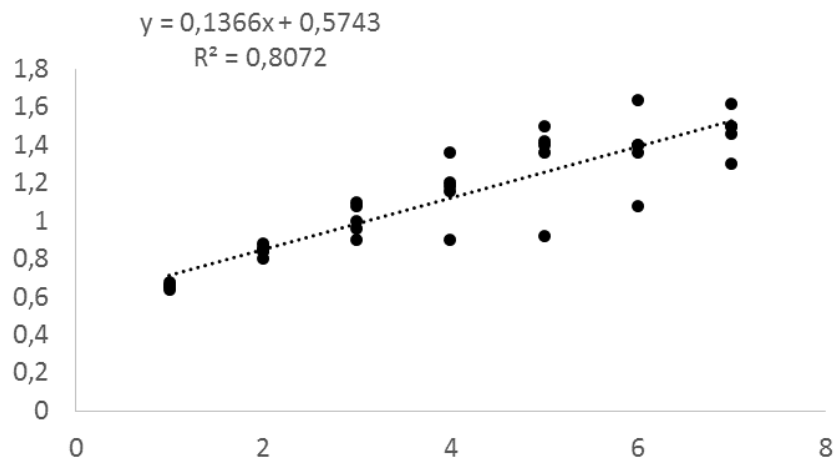


Figura 6. Ajuste linear do crescimento dos organismos zooplancônicos, utilizando os 7 primeiros dias para *Daphnia laevis* no tratamento no tratamento TAS, com 75% suspensão algal e 25% *Salvinia mínima*.

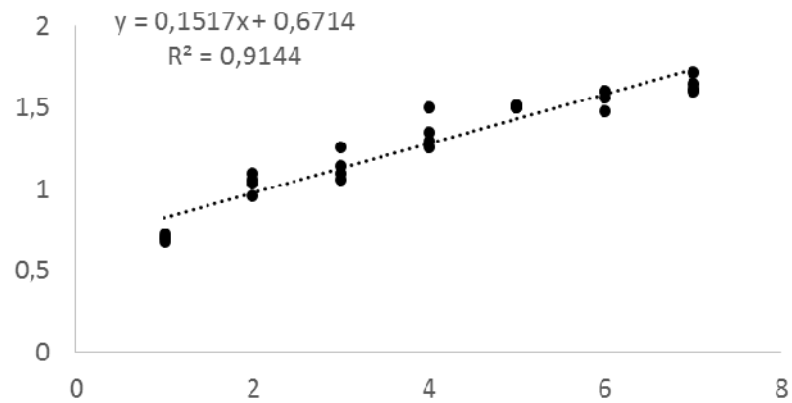


Figura 7. Ajuste linear do crescimento dos organismos zooplantônicos utilizando os 7 primeiros dias para *Daphnia laevis* no tratamento no tratamento TBS, com 50% suspensão algal e 50% *Salvinia mínima*.

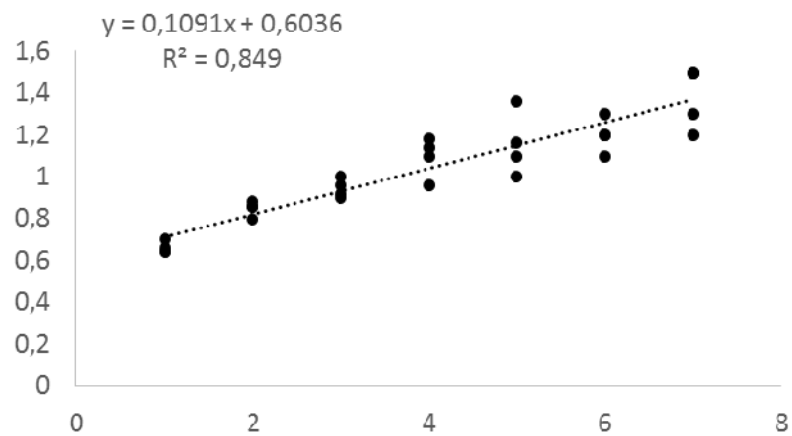


Figura 8. Ajuste linear do crescimento dos organismos zooplantônicos, utilizando os 7 primeiros dias para *Daphnia laevis* no tratamento no tratamento TCS, com 25% suspensão algal e 75% *Salvinia mínima*.

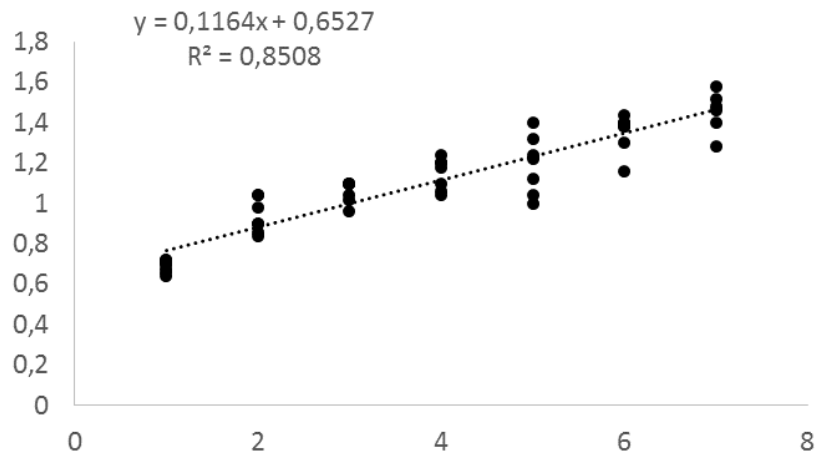


Figura 9. Ajuste linear do crescimento dos organismos zooplancônicos utilizando os 7 primeiros dias para *Daphnia laevis* no tratamento no tratamento TDS, com 100% *Salvinia mínima*.

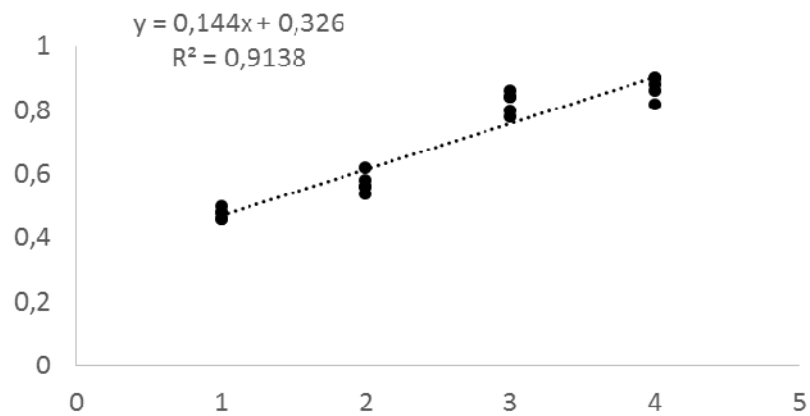


Figura 10. Ajuste linear do crescimento dos organismos zooplancônicos, utilizando os 4 primeiros dias para *Moina micrura* no tratamento controle (apenas alga).

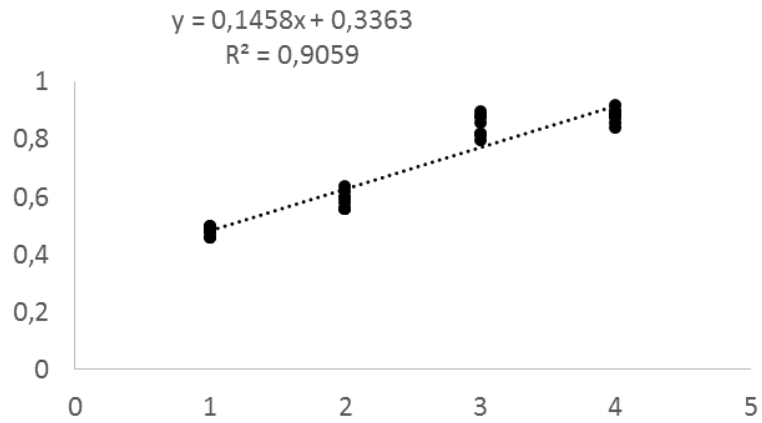


Figura 11. Ajuste linear do crescimento dos organismos zooplancônicos, utilizando os 4 primeiros dias para *Moina micrura* no tratamento no tratamento TAS, com 75% suspensão algal e 25% *Pistia stratiotes*.

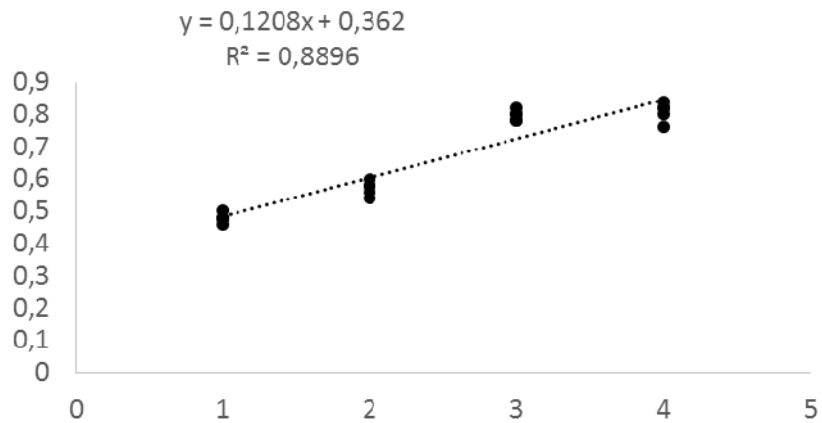


Figura 12. Ajuste linear do crescimento dos organismos zooplancônicos, utilizando os 4 primeiros dias para *Moina micrura* no tratamento no tratamento TBS, com 50% suspensão algal e 50% *Pistia stratiotes*.

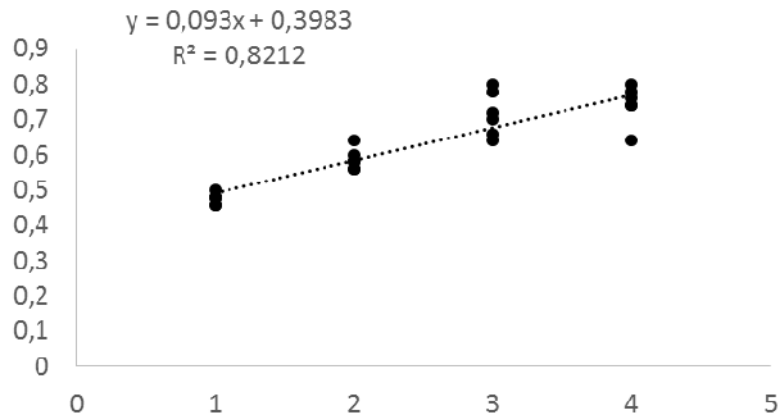


Figura 13. Ajuste linear do crescimento dos organismos zooplanc­t­onicos, utilizando os 4 primeiros dias para *Moina micrura* no tratamento no tratamento TCS, com 25% de suspens­o algal e 75% *Pistia stratiotes*.

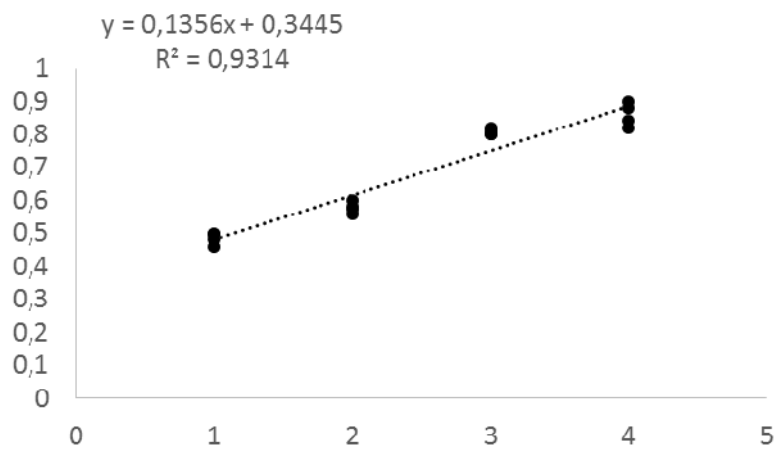


Figura 14. Ajuste linear do crescimento dos organismos zooplanc­t­onicos, utilizando os 4 primeiros dias para *Moina micrura* no tratamento no tratamento TDS, com 100% *Pistia stratiotes*.

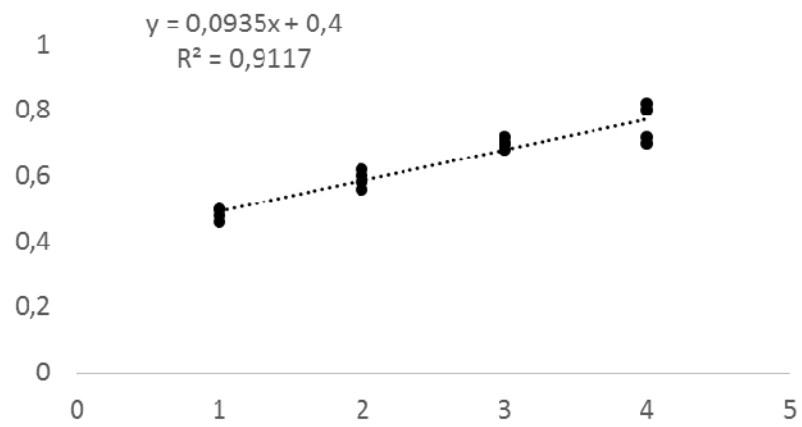


Figura 15. Ajuste linear do crescimento dos organismos zooplancctônicos, utilizando os 4 primeiros dias para *Moina micrura* no tratamento no tratamento TAS, com 75% de suspensão algal e 25% *Salvinia mínima*.

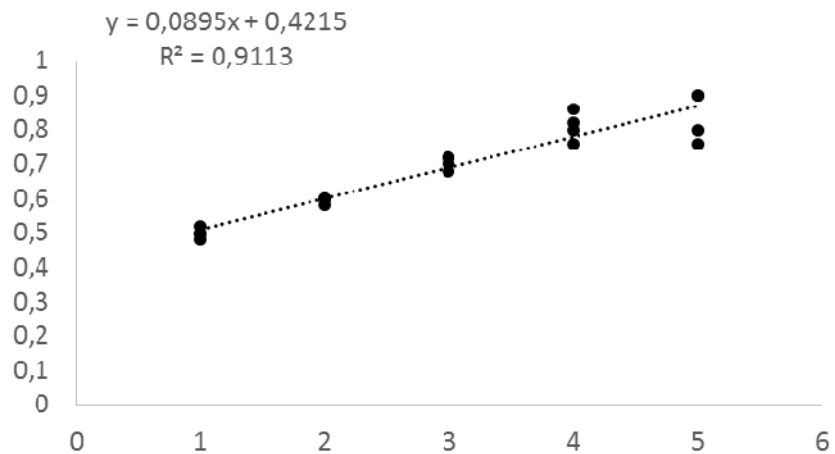


Figura 16. Ajuste linear do crescimento dos organismos zooplancctônicos, utilizando os 4 primeiros dias para *Moina micrura* no tratamento no tratamento TBS, com 50% suspensão algal e 50% *Salvinia mínima*.

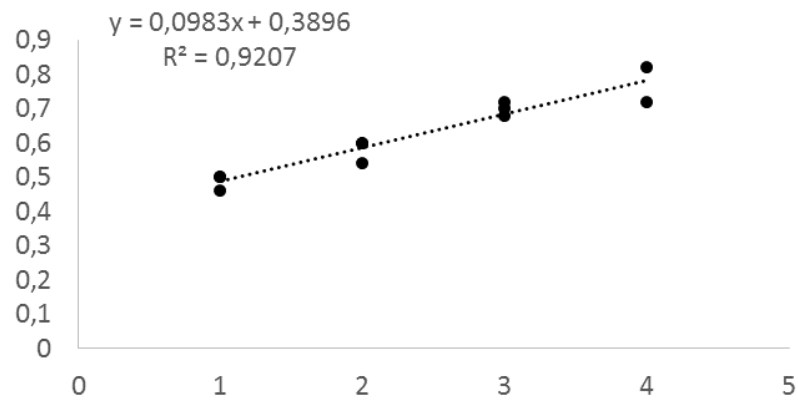


Figura 17. Ajuste linear do crescimento dos organismos zooplancctônicos, utilizando os 4 primeiros dias para *Moina micrura* no tratamento no tratamento TCS, com 25% de suspensão algal e 75% *Salvinia mínima*.

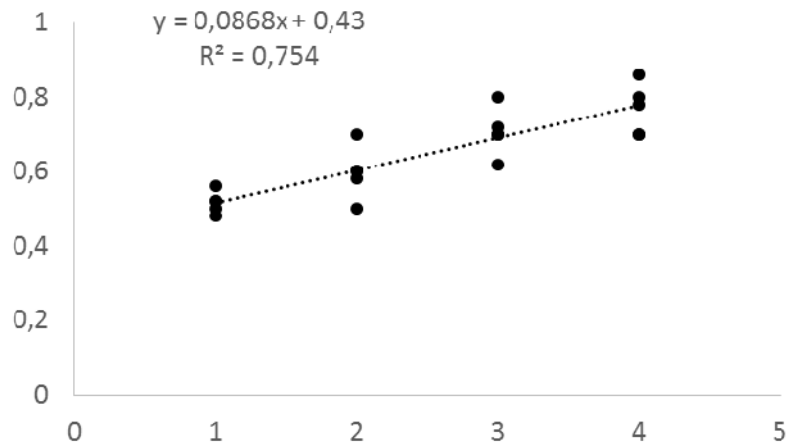


Figura 18. Ajuste linear do crescimento dos organismos zooplancctônicos, utilizando os 4 primeiros dias para *Moina micrura* no tratamento no tratamento TDS, com 100% *Salvinia mínima*.

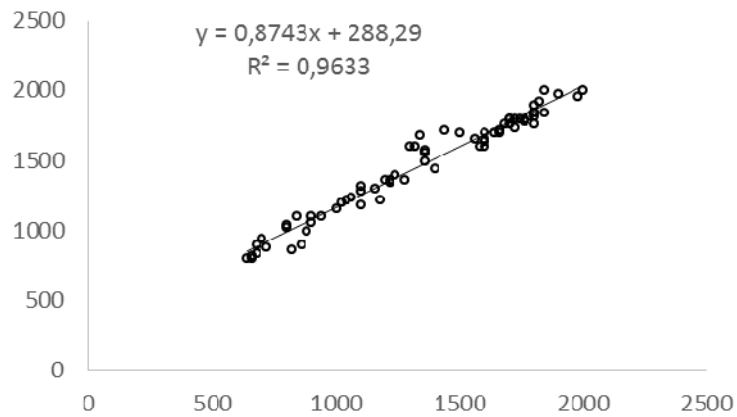


Figura 19. Ajuste pelo método dos mínimos quadrados aplicado às relações lineares obtidas pela transformação de Ford-Walford para *Daphnia laevis* no tratamento controle (apenas alga).

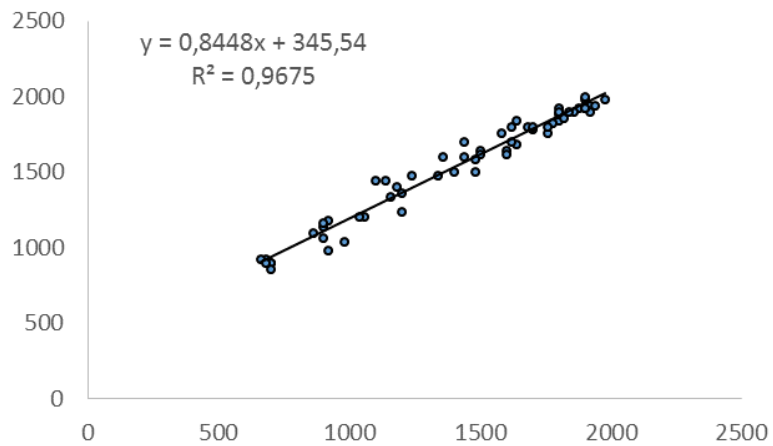


Figura 20. Ajuste pelo método dos mínimos quadrados aplicado às relações lineares obtidas pela transformação de Ford-Walford para *Daphnia laevis* no tratamento no tratamento TAP, com 75% Alga e 25% *Pistia stratiotes*.

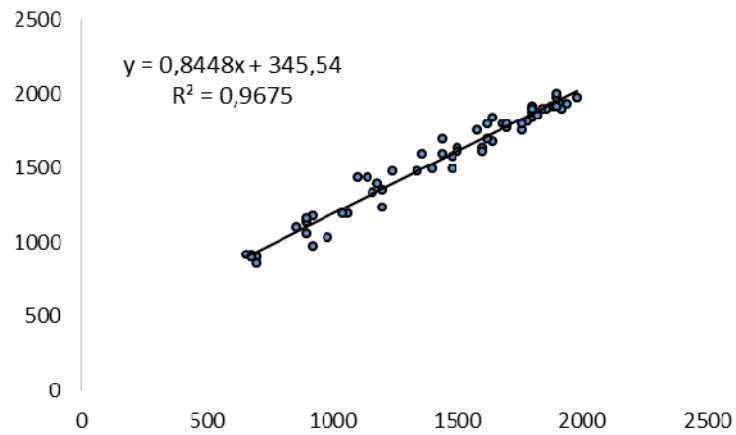


Figura 21. Ajuste pelo método dos mínimos quadrados aplicado às relações lineares obtidas pela transformação de Ford-Walford para *Daphnia laevis* no tratamento no tratamento TBP, com 50% Alga e 50% *Pistia stratiotes*.

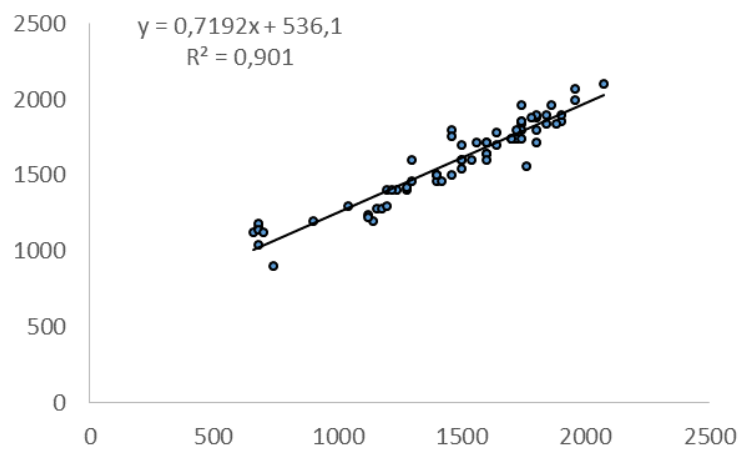


Figura 22. Ajuste pelo método dos mínimos quadrados aplicado às relações lineares obtidas pela transformação de Ford-Walford para *Daphnia laevis* no tratamento no tratamento TCP, com 25% Alga e 75% *Pistia stratiotes*.

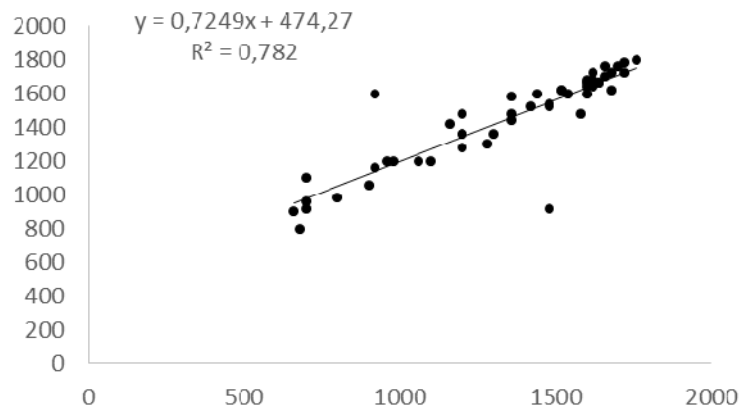


Figura 23. Ajuste pelo método dos mínimos quadrados aplicado às relações lineares obtidas pela transformação de Ford-Walford para *Daphnia laevis* no tratamento no tratamento TDP, com 100% *Pistia stratiotes*.

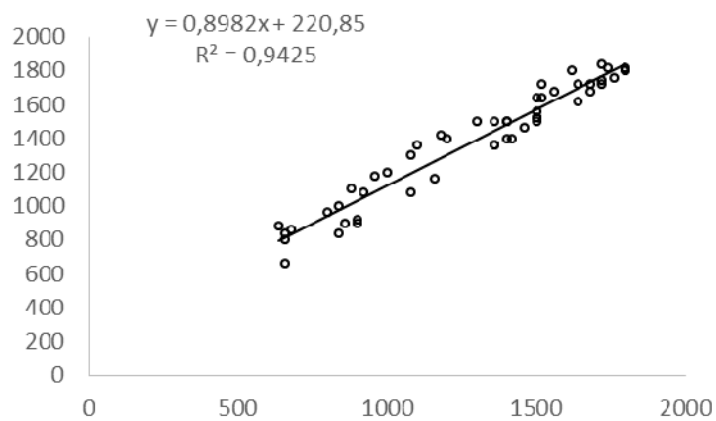


Figura 24. Ajuste pelo método dos mínimos quadrados aplicado às relações lineares obtidas pela transformação de Ford-Walford para *Daphnia laevis* no tratamento no tratamento TAS, com 75% Alga e 25% *Salvinia mínima*.

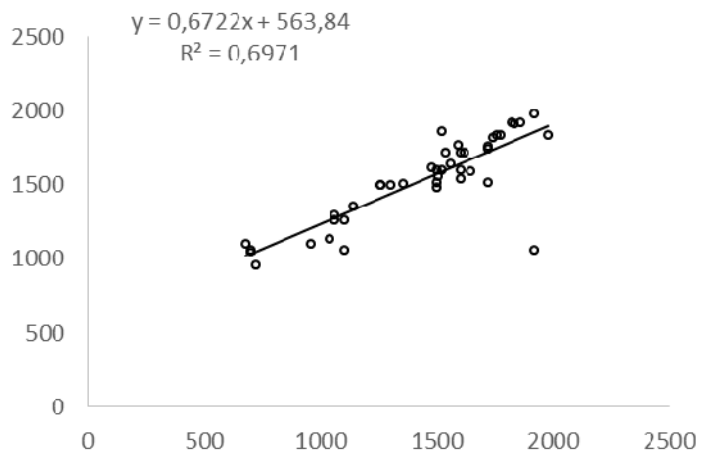


Figura 25. Ajuste pelo método dos mínimos quadrados aplicado às relações lineares obtidas pela transformação de Ford-Walford para *Daphnia laevis* no tratamento no tratamento TBS, com 50% Alga e 50% *Salvinia mínima*.

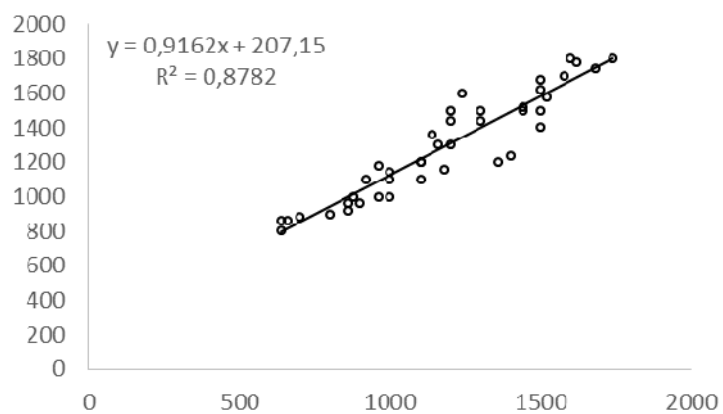


Figura 26. Ajuste pelo método dos mínimos quadrados aplicado às relações lineares obtidas pela transformação de Ford-Walford para *Daphnia laevis* no tratamento no tratamento TCS, com 25% Alga e 75% *Salvinia mínima*.

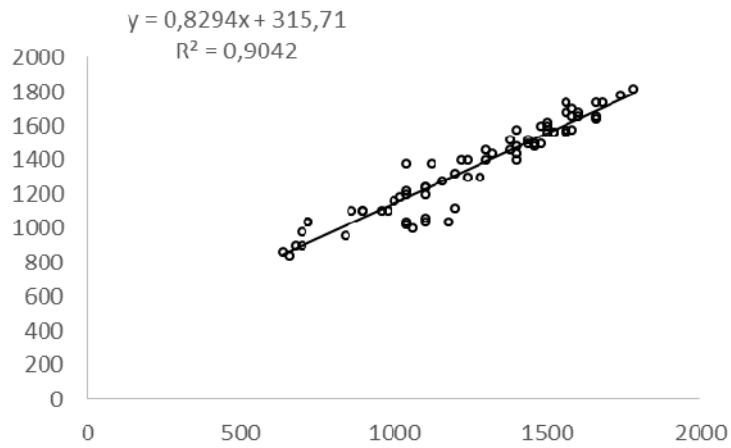


Figura 27. Ajuste pelo método dos mínimos quadrados aplicado às relações lineares obtidas pela transformação de Ford-Walford para *Daphnia laevis* no tratamento no tratamento TDS, com 100% *Salvinia mínima*.

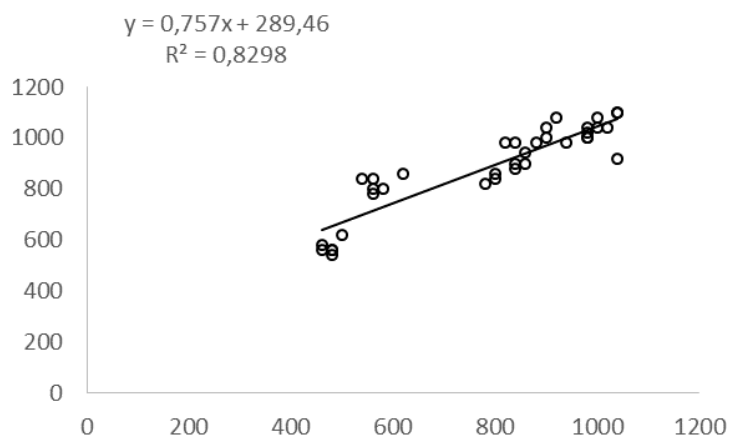


Figura 28. Ajuste pelo método dos mínimos quadrados aplicado às relações lineares obtidas pela transformação de Ford-Walford para *Moina micrura* no tratamento controle (apenas alga).

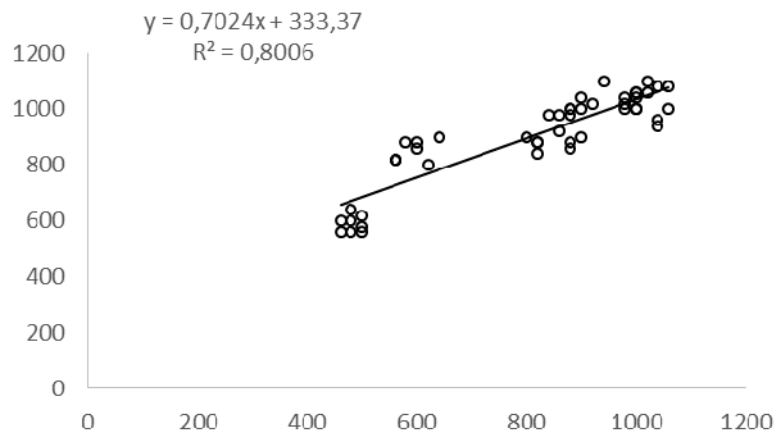


Figura 29. Ajuste pelo método dos mínimos quadrados aplicado às relações lineares obtidas pela transformação de Ford-Walford para *Moina micrura* no tratamento no tratamento TAS, com 75% Alga e 25% *Pistia stratiotes*.

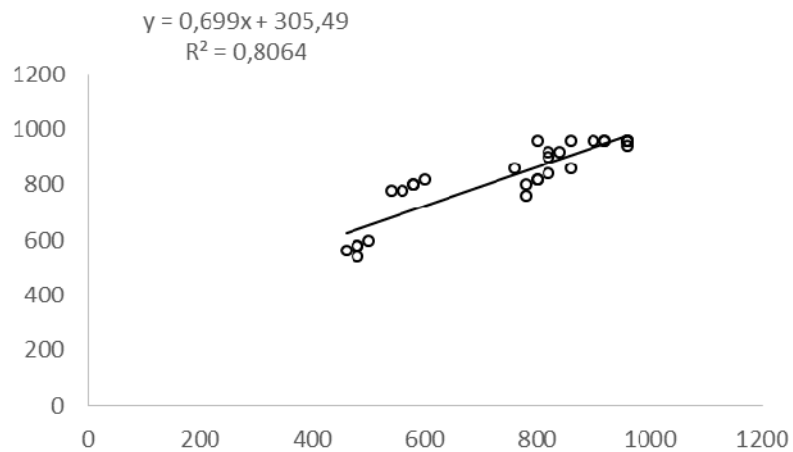


Figura 30. Ajuste pelo método dos mínimos quadrados aplicado às relações lineares obtidas pela transformação de Ford-Walford para *Moina micrura* no tratamento no tratamento TBS, com 50% Alga e 50% *Pistia stratiotes*.

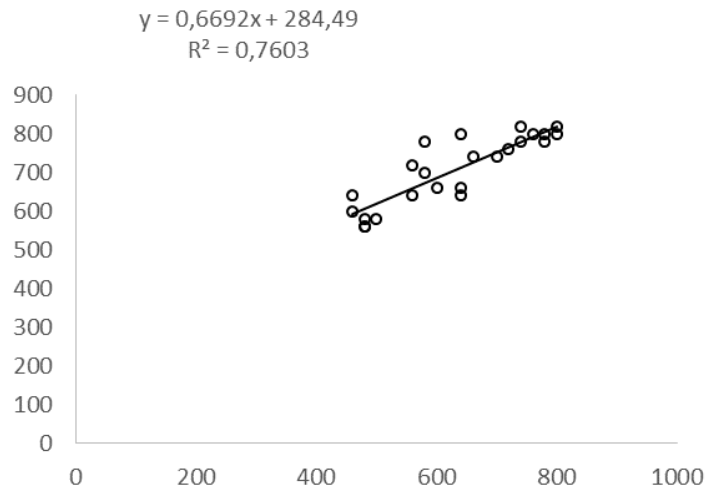


Figura 31. Ajuste pelo método dos mínimos quadrados aplicado às relações lineares obtidas pela transformação de Ford-Walford para *Moina micrura* no tratamento no tratamento TCS, com 25% Alga e 75% *Pistia stratiotes*.

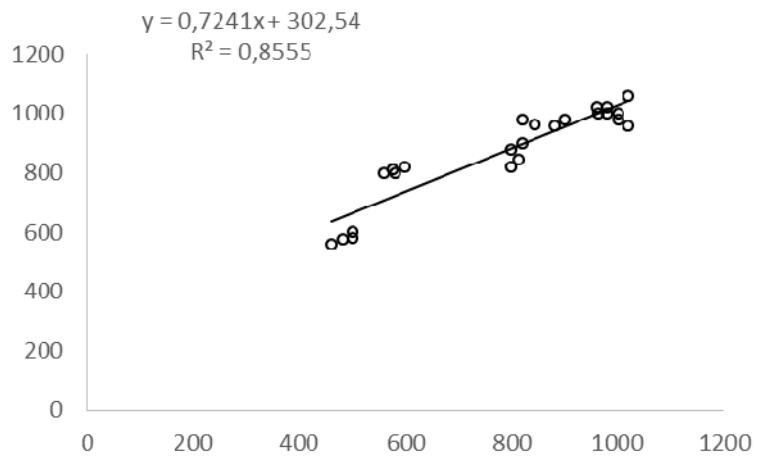


Figura 32. Ajuste pelo método dos mínimos quadrados aplicado às relações lineares obtidas pela transformação de Ford-Walford para *Moina micrura* no tratamento no tratamento TDS, com 100% *Pistia stratiotes*.

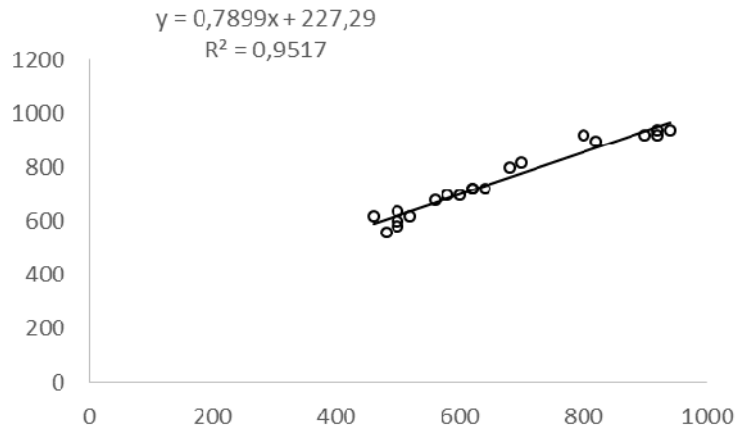


Figura 33. Ajuste pelo método dos mínimos quadrados aplicado às relações lineares obtidas pela transformação de Ford-Walford para *Moina micrura* no tratamento no tratamento TAS, com 75% Alga e 25% *Salvinia mínima*.

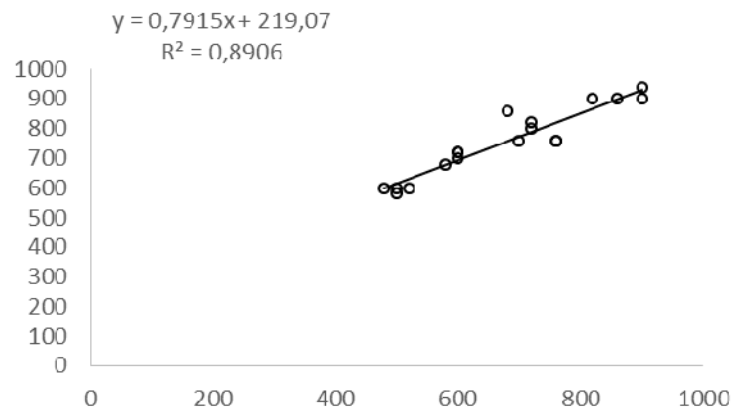


Figura 34. Ajuste pelo método dos mínimos quadrados aplicado às relações lineares obtidas pela transformação de Ford-Walford para *Moina micrura* no tratamento no tratamento TBS, com 50% Alga e 50% *Salvinia mínima*.

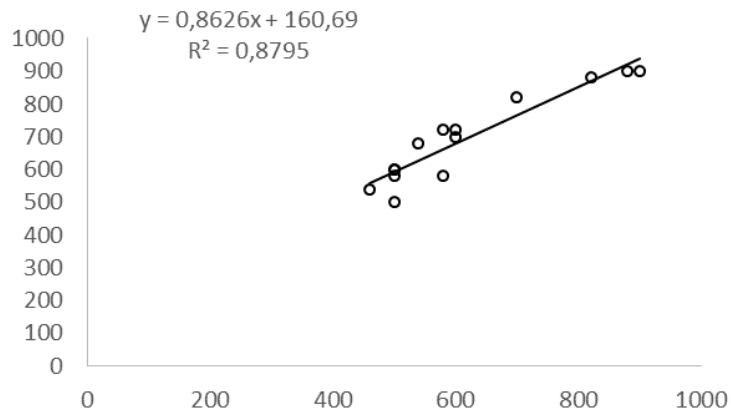


Figura 35. Ajuste pelo método dos mínimos quadrados aplicado às relações lineares obtidas pela transformação de Ford-Walford para *Moina micrura* no tratamento no tratamento TCS, com 25% Alga e 75% *Salvinia mínima*.

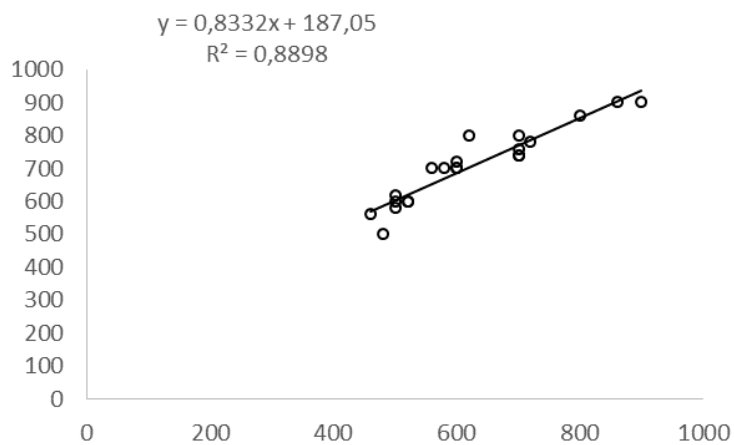


Figura 36. Ajuste pelo método dos mínimos quadrados aplicado às relações lineares obtidas pela transformação de Ford-Walford para *Moina micrura* no tratamento no tratamento TDS, com 100% *Salvinia mínima*.



Fig. 37: A: Individuo de macrófita *Pistia stratiotes*; B: tanques circulares em que as macrófitas foram cultivadas; C: Secagem das macrófitas ao sol.



Fig. 37: Experimentos de crescimento individual utilizando diferentes proporções de macrófitas *Pistia stratiotes* e *Salvinia mínima* em substituição a alga.

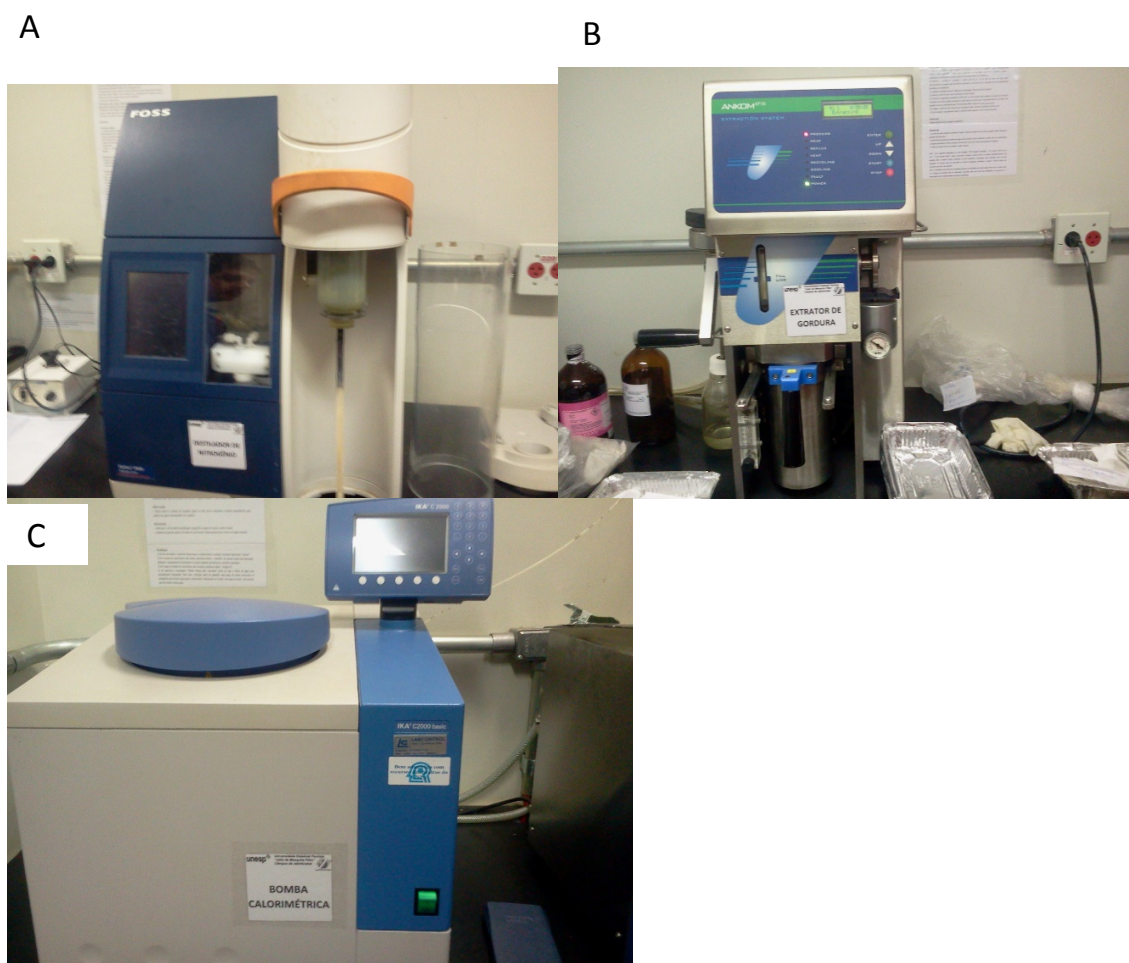


Fig. 38: Aparelhos utilizados nas análises bioquímicas. A: Destilador de nitrogênio FOSS; B: extrator de gordura ANKOM e C: Bomba Calorimétrica IKA C2000 basic.

ANEXOS

Seção 3.2

Tabela 1: Valores obtidos nas biometrias feitas no início, 15, 30 e 45 dias do experimento para o comprimento (cm) e peso fresco (g) dos alevinos de *Oreochromis niloticus* (Tilápia do Nilo) com 4 repetições (A, B,C e D) alimentados com a ração padrão controle (Med: Média; DV: Desvio padrão; CT: comprimento final (cm); CP: Comprimento padrão (cm) P: Peso (g).

Inicial															
Controle A				Controle B				Controle C				Controle D			
Indivíduos	CT	CP	Peso	Indivíduos	CT	CP	Peso	Indivíduos	CT	CP	Peso	Indivíduos	CT	CP	Peso
1	4.3	3,5	1.5	1	4	3.2	1.34	1	4.50	3.50	1.66	1	4.80	3.90	2.22
2	4.5	3.6	1.32	2	4.5	3.5	1.69	2	4.40	3.50	1.55	2	4.50	3.70	1.60
3	4.3	3.4	1.31	3	4.3	3.4	1.23	3	4.60	3.50	1.95	3	4.90	3.90	2.00
4	4.5	3.6	1.2	4	4.2	3.3	1.38	4	4.50	3.60	1.70	4	4.20	3.30	1.62
5	4.7	3.7	1.8	5	4.4	3.5	1.6	5	4.30	3.30	1.31	5	4.40	3.50	2.10
6	4.5	3.5	1.48	6	4.5	3.6	1.55	6	4.40	3.40	1.48	6	4.90	3.90	1.52
7	4.5	3.6	1.53	7	4.4	3.4	1.68	7	4.60	3.70	1.80	7	4.30	3.50	2.00
8	4.5	3.6	1.84	8	4.3	3.4	1.65	8	4.40	3.50	1.50	8	4.50	3.60	1.3
Med	4.48	3.57	1.50	Med	4.325	3.4	1.515	Med	4.46	3.50	1.62	Med	4.56	3.66	1.80
DP	0.13	0.10	0.23	DP	0.16	0.124	0.17	DP	0.11	0.12	0.20	DP	0.27	0.23	0.33
15 dias															
1	4.50	3.3	1.40	1	4.90	3.9	2.00	1	5.10	4	2.47	1	5.50	4.40	2.90
2	4.50	3.5	1.52	2	4.60	3.8	1.82	2	5.50	4.5	3.10	2	5.60	4.50	3.00
3	5.00	4	1.82	3	4.10	3.5	1.35	3	4.20	3.5	-	3	5.20	4.10	2.40
4	4.90	3.8	2.00	4	4.80	3.8	1.82	4	5.30	4.3	2.90	4	4.30	3.50	1.35
5	5.10	4.1	2.25	5	4.30	3.8	1.50	5	4.80	4	1.95	5	5.00	4.00	2.20
6	5.20	4	2.22	Med	4.54		1.698	6	5.10	4	2.20	6	5.30	4.20	2.90
7	5.20	4.2	2.70	DP	0.34		0.27	7	4.60	3.7	1.60	7	5.00	4.00	2.02
8	5.00	4	2.05					8	4.50	3.5	1.73	8	4.50	3.50	1,3
Med	4.925		1.995					Med	4.89		2.28	Med	5.05	4,02	2.39
DP	0.28		0.42					DP	0.44		0.57	DP	0.46	0,4	0.60

30 dias												3			
1	5.00	4.1	2.25	1	5	4	2.35	1	5.2	4.2	2.5	1	5.1	4.1	2.7
2	5.00	4	2.18	2	4.6	3.9	1.6	2	5.7	4.6	3	2	5	4	2.6
3	4.80	3.8	1.87	3	4.8	4	1.95	3	5.6	4.6	2.9	3	5.6	4.5	3.8
4	5.30	4.2	2.19	4	4.7	3.6	1.38	4	6	4.8	3.65	4	5.5	4.6	2.9
5	4.70	3.7	1.97	5	5	4	2.4	5	4.2	3.5	1.5	5	5.3	4	3.4
6	4.80	3.9	2.00	Med	4.82	3.90	1.94	6	5.7	4.5	3.12	6	5.9	4.8	3.6
Med	4.93	3.95	2.08	DP	0.18	0.17	0.45	7	4.9	3.9	1.95	7	4.5	3.6	1,35
DP	0.22	0.19	0.15					8	4.8	4	1.85	Med	5.271429	4.228571	3.166667
								Med	5.26	4.26	2.56	DP	0.46	0.42	0.50
								DP	0.62	0.46	0.73				
45 dias															
1	5,5,	4.5	2.80	1	5.4	4.3	2.85	1	4.5	3.5	1.5	1	5.4	4.3	2.68
2	5.60	4.6	2.94	2	5.5	4.2	2.5	2	5.9	4.7	3.37	2	6	4.9	3.5
3	5.30	4.2	2.50	3	5.5	4.3	2.6	3	5.5	4.4	3	3	6.6	5.4	5.2
4	5.50	4,4	2.53	4	5	4	2,2,	4	6.2	4.9	3.57	4	6	4.9	4.1
5	5.60	4.6	2.82	Med	5.35	4.20	2.65	5	5.2	4	2.52	5	5.2	4.5	2.95
6	5.00	4	1.60	DP	0.24	0.14	0.18	6	6	4.8	3.95	6	5.6	4.5	3.2
Med	5.40	4.38	2.53					7	5.2	4	2.4	Med	5.80	4.75	3.61
DP	0.25	0.27	0.49					8	6.5	5.3	4.8	DP	0.51	0.40	0.92
								Med	5.77	4.57	3.37				
								DP	0.55	0.52	0.92				

Tabela 2: Valores obtidos nas biometrias (comprimento (cm e peso fresco (g)) feitas no início, 15, 30 e 45 dias do experimento para os alevinos de *Oreochromis niloticus* (Tilápia do Nilo) com os 4 repetições (A, B,C e D), alimentados com a ração contendo 5% de *Pistia stratiotes* (MED: Média; DV: Desvio padrão; CT: comprimento final (cm); CP: Comprimento padrão(cm) P: Peso (g)).

Inicial															
tratamento 5% A				Tratamento 5% B				Tratamento 5% C				Tratamento 5% D			
Indivíduos	CT	CP	Peso	Indivíduos	CT	CP	Peso	Indivíduos	CT	CP	Peso	Indivíduos	CT	CP	Peso
1	4.3	3.3	1.48	1	4.2	3.3	1.18	1	4.60	3.60	1.80	1	4.50	3.50	1.79
2	4.1	3.2	1.4	2	4.4	3.4	1.57	2	4.50	3.40	1.61	2	4.60	3.70	1.80
3	4.5	3.5	1.7	3	4.5	3.4	1.65	3	4.30	3.30	1.31	3	4.00	3.00	1.24
4	4.4	3.3	1.75	4	4.6	3.6	1.7	4	4.50	3.50	1.60	4	4.80	3.80	2.06
5	4	3.1	1.5	5	4.5	3.6	1.6	5	4.70	3.80	1.95	5	4.50	3.60	1.65
6	4	3.2	1.25	6	4	3	1.15	6	4.60	3.60	1.75	6	4.40	3.40	1.66
7	4.2	3.1	1.47	7	4.3	3.2	1.57	7	4.60	3.50	1.90	7	4.90	3.90	2.25
	4.5	3.3	1.85	8	4.4	3.4	1.67	8	4.60	3.70	1.70	8	4.70	3.80	1.95
MED	4.25	3.25	1.55	MED	4.36	3.36	1.51	MED	4.55	3.55	1.70	MED	4.55	3.59	1.80
DP	0.21	0.13	0.20	DP	0.19	0.20	0.22	DP	0.12	0.16	0.20	DP	0.28	0.29	0.30
15 dias															
1	5.70	4.7	2.94	1	4.80	3.90	1.82	1	5.00	4.00	2.00	1	5.10	4.10	2.60
2	5.20	3.9	2.38	2	4.90	3.90	1.72	2	4.80	3.90	1.68	2	4.60	3.80	1.44
3	4.50	3.6	1.60	3	4.80	3.80	2.03	3	5.30	4.20	2.80	3	5.40	4.40	2.55
4	4.80	3.8	1.63	4	4.60	3.60		4	5.00	3.90	2.00	4	5.70	4.60	3.00
5	5.20	4	2.35	5	4.80	3.60	1.90	5	4.70	3.80	1.80	5	5.30	4.20	2.42
6	4.50	3.6	1.82	6	5.60	4.70	3.07	6	4.50	3.50	1.45	6	5.40	4.20	2.62
7	4.40	3.5	1.30	7	5.00	4.00	2.30	7	5.50	4.40	2.90	7	4.70	3.80	1.80
MED	4.90	3,8	2.00	MED	4.93	3,75	2.14	MED	4.97	3,94	2.09	MED	5.17	4,05	2.35
															0.54
DP	0.48	0,3	0.57	DP	0.32	0,15	0.50	DP	0.35	0,35	0.55	DP	0.40	0,46	

30 dias																
1	5.50	4.3	2.75	1	5,5,	4.5	2.7	1	6.20	5.00	4.20	1	5.40	4.20	2.73	
2	4.30	3.4		2	4.5	3.6		2	5.50	4.40	3.07	2	5.20	4.00	2.66	
3	5.60	4.6	3.10	3	4.9	3.7	1.9	3	6.10	4.90	3.90	3	6.00	4.50	3.75	
4	4.80	3.7	2.23	4	5.8	4.7	3.2	4	4.90	3.90	2.00	4	5.50	4.50	2.90	
MED	5.05	4.00	2.69	5	4.8	3.8	2.9	5	4.70	3.70	1.90	5	5.00	4.00	1.99	
DP	0.61	0.55	0.44	6	5.9	3.9	2.07	MED	5.48	5.48	3.01	6	5.80	4.60	3.40	
				MED	5.18	4.03	2.55	DP	0.68	0.68	1.06	MED	5.48	4.30	2.91	
				DP	0.63	0.45	0.55					DP	0.37	0.27	0.61	
45 dias																
	5.50	4.5	2.90	1	4.70	3.70	1.65	1	6.5	5.4	4.65	1	5.60	4.60	3.13	
	5.80	4.5	3.05	2	6.40	5.10	4.80	2	4.9	3.9	2.16	2	6.00	4.80	3.36	
	5.50	4.3	2.30	3	5.00	4.00	2.08	3	5.2	4.2	2.23	3	6.00	4.90	3.56	
MED	5.60	4.43	2.75	4	4.70	3.60	1.80	4	5.5	4.5	2.8	4	6.50	5.20	4.00	
DP	0.14	0.09	0.32	5	5.40	4.30	2.60	5	6.5	5.2	4.2	5	5.20	4.20	2.80	
				6	4.20	3.50	1,4	6	6.7	5.6	5.6	MED	5.86	4.74	3.37	
				MED	5.88	4.80	2.59	MED	5.07	4.03	3.61	DP	0.49	0.37	0.45	
				DP	0.78	0.70	1.42	DP	0.76	0.60	1.29					

Tabela 3: Valores obtidos nas biometrias (comprimento (cm e esp (g)) feitas no início, 15, 30 e 45 dias do experimento para os alevinos de *Oreochromis niloticus* (Tilápia do Nilo) com os 4 repetições (A, B,C e D), alimentados com a ração contendo 10% de *Pistia stratiotes* (MED: Média; DV: Desvio padrão; CT: comprimento final (cm); CP: Comprimento padrão(cm) P: Peso (g).

Inicial															
Tratamento com 10% A				Tratamento com 10% B				Tratamento com 10% C				Tratamento com 10% D			
Indivíduos	CT	CP	Peso	Indivíduos	CT	CP	Peso	Indivíduos	CT	CP	Peso	Indivíduos	CT	CP	Peso
1	4.5	3.5	1.63	1	4.5	3.5	1.6	1	4.10	3.10	1.25	1	4.55	3.50	1.31
2	4.3	3.3	1.25	2	4.7	3.6	1.5	2	4.60	3.50	1.90	2	4.70	3.60	1.85
3	4.4	3.3	1.47	3	4.2	3.2	1.83	3	4.60	3.60	1.88	3	4.00	3.00	1.20
4	4.7	3.6	1.9	4	4.2	3.1	1.5	4	4.60	3.52	1.78	4	4.50	3.50	1.65
5	4.5	3.5	1.57	5	4.6	3.5	1.27	5	4.50	3.40	1.65	4	4.70	3.60	1.91
6	4.3	3.4	1.47	6	4.2	3.2	1.8	6	4.20	3.30	1.69	5	4.65	3.40	1.93
7	4.4	3.5	1.65	7	4.5	3.6	1.52	7	4.50	3.40	1.67	6	4.90	3.80	2.15
8	4	3	1.2	8	4.1	3	1.68	8	4.40	3.50	1.45	7	5.00	4.00	2.25
MED	4.39	3.39	1.52	MED	4.38	3.34	1.59	MED	4.44	3.42	1.66	MED	4.63	3.55	1.78
DP	0.20	0.19	0.23	DP	0.23	0.24	0.18	DP	0.19	0.16	0.22	DP	0.30	0.29	0.37
15 dias															
1	5.50	4.50	2.90	1	4.10	3.30	1.33	1	4.50	3.70	1.55	1	4.90	3.90	2.29
2	5.00	3.90	2.10	2	5.50	4.30	2.52	2	4.70	3.80	1.83	2	5.40	4.30	2.92
3	4.50	3.90	-	3	4.40	3.50	1.30	3	4.70	3.70	1.72	3	5.00	3.90	2.21
4	5.20	4.00	2.10	4	5.10	4.10	2.25	4	5.00	4.00	1.70	4	4.50	3.70	1.65
5	5.50	4.50	2.59	5	4.70	3.80	1.75	5	5.50	4.40	3.00	5	5.30	4.30	2.88
5	5.50	4.40	2.70	6	4.90	3.80	2.00	6	4.80	3.90	1.73	6	4.90	4.00	2.33
MED	5.20	4.20	2.48	7	5.50	4.40	3.15	7	4.50	3.60	1.55	MED	5.00	4.02	2.38
DP	0.40	0.30	0.36	8	5.70	4.50	3.10	MED	4.81	3.87	1.87	DP	0.32	0.24	0.47
		3		MED	4.99	3.96	2.18	DP	0.35	0.27	0.51				
				DP	0.57	0.43	0.72								

30 dias																
1	6.00	4.80	3.40	1	4.30	3.50	-	1	4.90	4.00	2.15	1	5.80	4.70	3.50	
2	5.40	4.30	2.56	2	5.00	4.00	2.45	2	4.70	3.80	2.08	2	5.80	4.60	3.28	
3	5.40	4.40	2.44	3	5.00	3.80	2.30	3	6.50	5.40	5.00	3	5.90	4.80	4.20	
4	5.50	4.30	3.35	4	4.40	3.40	-	4	4.50	3.50	-	4	5.20	4.20	3.10	
5	5.30	4.30	2.86	5	5.50	4.40	2.95	5	4.80	3.60	1.66	5	5.00	4.00	2.30	
6	4.50	3.50	-	MED	4.84	3.82	2.57	6	5.50	4.50	3.25	6	4.90	4.00	2.12	
MED	5.35	4.27	2.92	DP	0.49	0.40	0.71	MED	5.15	4.13	2.83	MED	5.43	4.38	3.08	
DP	0.48	0.42	0.44					DP	0.74	0.71	1.35	DP	0.45	0.36	0.77	
45 dias																
1	5.50	4.40	3.15	1	5.7	4.6	3.07	1	5.4	4	2	1	6.50	5.40	5.00	
2	6.60	5.50	5.10	2	6.2	5.1	4.44	2	7.5	6.1	6.97	2	5.50	4.50	3.00	
3	5.60	4.50	2,2,	3	4.7	3.5	-	3	5.9	4.8	3.11	3	6.20	5.10	4.56	
4	6.00	4.90	3.80	4	5.90	4.90	3.90	4	5.4	4.1	2.39	4	5,5,	4.30	3.21	
5	4.50	3.80	-	5	4.60	3.80	1.65	5	6,6,	5.40	4.97	MED	6.07	4.83	3.94	
6	5.70	4.60	3.40	MED	5.42	4.38	3.27	MED	6.05	4.88	3.89	DP	0.51	0.51	0.99	
MED	5.65	4.62	3.86	DP	0.73	0.70	1.22	DP	0.99	0.89	1.85					
DP	0.69	0.56	0.87													

Tabela 4: Valores obtidos nas biometrias (comprimento (cm e pesp (g)) feitas no início, 15, 30 e 45 dias do experimento para os alevinos de *Oreochromis niloticus* (Tilápia do Nilo) com os 4 repetições (A, B,C e D) alimentados com a ração contendo 15% de *Pistia stratiotes* (MED: Média; DV: Desvio padrão; CT: comprimento final (cm); CP: Comprimento padrão(cm) P: Peso (g)).

Inicial											
Tratamento 15% A				Tratamento 15% B				Tratamento 15% C			
Indivíduos	CT	CP	Peso	Indivíduos	CT	CP	Peso	Indivíduos	CT	CP	Peso
1	4.1	3.2	1.42	1	4.7	3.7	1.78	1	4.60	3.60	1.85
2	4	3	1.25	2	4	3.1	1.3	2	4.50	3.60	1.89
3	4	3	1.22	3	4.3	3.4	1.83	3	4.20	3.30	1.35
4	4.6	3.5	1.81	4	4.5	3.5	1.15	4	4.50	3.60	1.87
5	4.5	3.6	1.52	5	4	3.1	1.61	5	4.00	3.10	1.25
6	4.3	3.4	1.95	6	4.4	3.5	1.2	6	4.90	3.90	2.30
7	4.4	3.4	1.46	7	4	3.2	1.86	7	5.00	4.00	2.40
8	4.5	3.5	1.55	8	4.6	3.6	1.5	8	4.70	4.60	1.30
MED	4.30	3.33	1.52	MED	4.31	3.39	1.53	MED	4.55	3.71	1.78
DP	0.24	0.23	0.25	DP	0.29	0.23	0.29	DP	0.33	0.46	0.44
15 dias											
1	5.00	4.20	2.20	1	4.70	3.80	1.85	1	5.10	4.10	2.60
2	5.50	4.50	2.90	2	5.00	4.10	2.50	2	4.60	4.20	-
3	4.50	3.60	1.70	3	5.50	4.20	2.48	3	5.40	4.00	2.55
4	5.10	4.00	2.34	4	5.20	4.40	1.70	4	5.70	4.10	3.00
5	5.20	4.12	2.52	5	5.20	4.00	2.15	5	5.30	4.00	2.42
6	4.50	3.80	-	6	5.10	4.00	2.10	6	5.40	3.20	2.62
7	4.60	3.70	1.58	7	4.60	3.80	1.70	7	4.70	4.80	1.80
8	5.40	4.20	2.50	8	5.40	4.50	2.73	8	4.9	4	
MED	4.98	4.02	2.25	MED	5.09	4.10	2.15	MED	5.14	4.05	2.50
DP	0.40	0.30	0.47	DP	0.31	0.26	0.39	DP	0.38	0.43	0.39

30 Dias											
1	5.8	4.7	3.3	1	5.7	4.6	3.06	1	5,5,	4.40	2.80
2	4.5	3.7	-	2	5.5	4.5	2.8	2	5.40	4.50	2.78
3	5.9	4.8	3.43	3	5.2	4.2	2.55	3	5.90	4.80	3.60
4	5.7	4.6	3.4	4	4.9	4	1.95	4	5.40	4.40	2.60
5	5.7	4.5	3	5	5.5	4.5	2.6	5	6.00	5.00	4.10
6	5	4	2.2	6	5.7	4.5	3.35	6	4.40	3.50	1.65
7	4.6	3.7	1.65	7	4.7	3.9	2.05	7	5.60	4.50	3.20
MED	5.31	4.29	2.83	8	5.3	4.2	2.6	8	6.50	5.50	4.60
DP	0.60	0.47	0.74	MED	5.31	4.30	2.62	MED	5.60	4.58	3.17
				DP	0.36	0.26	0.47	DP	0.66	0.58	0.93
45 Dias											
1	6.20	5.10	4.05	1	6.40	5.10	4.45	1	7.00	5.70	5.16
2	5.50	4.50	2.80	2	5.10	4.00	2.25	2	6.80	4.50	3.25
3	6.50	5.40	4.90	3	6.10	4.90	3.90	3	6.00	5,5,	5.60
4	6.40	5.20	4.06	4	5.90	4.80	3.20	4	6.00	5.00	4.30
5	4.70	3.80	1.50	5	5.80	4.70	3.85	5	7.50	6.00	6.50
6	6.90	5.80	5.80	6	5.40	4.40	2.75	6	7.00	5.80	6.20
MED	5.74	4.97	3.85	7	6.00	4.70	4.65	7	6.2	5.20	4.30
DP	1.06	0.71	1.52	8	5.50	4.40	2.80	MED	6.64	5.37	5.04
				MED	5.78	4.63	3.48	DP	0.58	0.57	1.16
				DP	0.42	0.35	0.86				

Tabela 5: Valores obtidos nas biometrias (comprimento (cm e resp (g)) feitas no início, 15, 30 e 45 dias do experimento para os alevinos de *Oreochromis niloticus* (Tilápia do Nilo) com os 4 repetições (A, B,C e D) alimentados com a ração com 20% de *Pistia stratiotes* (MED: Média; DV: Desvio padrão; CT: comprimento final (cm); CP: Comprimento padrão(cm) P: Peso (g)).

Inicial											
Tratamento 20% A				Tratamento 20% B				Tratamento 20% C			
Indivíduos	CT	CP	Peso	Indivíduos	CT	CP	Peso	Indivíduos	CT	CP	Peso
1	4.7	3.5	1.8	1	4.2	3.1	1.43	1	4.10	3.00	1.28
2	4.4	3.4	1.56	2	4.3	3.3	1.56	2	4.40	3.30	1.52
3	4.5	3.4	1.55	3	4.5	3.5	1.8	3	4.30	3.20	1.55
4	4	3	1.15	4	4.4	3.4	1.7	4	4.40	3.40	1.57
5	4.1	3.2	1.45	5	4.6	3.5	1.9	5	4.90	3.80	1.97
6	4.6	3.5	1.65	6	4.5	3.4	1.65	6	4.50	3.50	1.62
7	4.7	3.6	1.8	7	4.1	3.2	1.45	7	4.30	3.20	1.49
8	4	3	1.27	8	4	3	1.25	8	4.55	3.40	1.63
MED	4.38	3.33	1.53	MED	4.33	3.30	1.59	MED	4.43	3.35	1.58
DP	0.30	0.23	0.23	DP	0.21	0.19	0.21	DP	0.23	0.24	0.19
15 dias											
	Comp T	Comp	Peso		Comp T	Comp	Peso		Comp T	Comp	Peso
1	5.10	4.00	2.10	1	4.80	4.00	1.75	1	4.80	3.80	1.59
2	4.80	3.90	1.92	2	4.70	3.90	1.83	2	4.60	3.60	1.49
3	5.20	4.10	2.47	3	4.20	3.50	1.25	3	5.20	4.30	2.16
MED	5.03	4.00	2.16	4	4.10	3.40	1.32	4	5.10	4.00	2.09
DP	1.85	1.47	0.79	5	4.90	4.00	2.12	5	4.30	3.30	1.25
				6	4.80	3.80	1.83	MED	4.80	3.80	1.72
				7	5.00	4.00	1.85	DP	1.89	1.49	0.71
				8	5.10	4.10	2.06				
				MED	4.70	3.84	1.75				
				DP	0.36	0.26	0.31				

30 dias							
	Comp T	Comp	Peso				
				1	5.3	4.2	2.85
1	5.5	4.4	2.85	2	4.7	3.8	1.82
2	5.5	4.2	2.7	3	5	4	2.2
MED	5.50	4.30	2.78	4	5.4	4.3	2.92
DP	1.56	1.22	0.83	MED	5.10	4.08	2.45
				DP	1.92	1.55	0.95

45 dias							
				1	5.70	4.50	3.30
				2	5.60	4.60	3.00
				3	4.70	3.50	1.60
				4	5.60	4.60	2.90
				MED	4.66	3.80	2.37
				DP	1.35	1.18	0.91



Fig. 1. A: Mistura dos ingredientes umedecidos para preparo da ração; B e C: ração sendo preparada no moedor de carne



Fig 2. Secagem das rações prontas com diferentes níveis de inclusão de *Pistia stratiotes*, secando ao sol.



Fig. 3 Pesagem e medições dos alevinos de Tilápia do experimento testando as diferentes ração com inclusões de *Pistia stratiotes*



Fig.4. Foto do experimento do teste de alimentação de alevinos de Tilápias alimentados com ração controle e rações com níveis de inclusão de 5, 10, 15 e 20% de macrófita *Pistia stratiotes*