

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**PREFERÊNCIA ALIMENTAR E EFICIÊNCIA DA CARPA  
CAPIM (*Ctenopharyngodon idella*) NO CONTROLE DE  
MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM MESOCOSMOS**

**Adilson Ferreira da Silva**

Biólogo

**2014**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**PREFERÊNCIA ALIMENTAR E EFICIÊNCIA DA CARPA  
CAPIM (*Ctenopharyngodon idella*) NO CONTROLE DE  
MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM MESOCOSMOS**

**Adilson Ferreira da Silva**

**Orientador: Prof. Dr. Robinson Antonio Pitelli**

**Co-Orientador: Prof. Dr. Claudinei da Cruz**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em AGRONOMIA (Produção Vegetal).

**2014**

## EPÍGRAFE

O único lugar onde o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário.

*Albert Einstein*

## DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação ao meu filho Kevin Eduardo Ramos Ferreira por algumas ausências pontuais.

A minha esposa Ana Paula Ramos de Oliveira pela paciência e auxílio nos períodos mais difíceis.

A minha mãe Ana Ferreira da Silva e aos meus irmãos Michele de Jesus Santos e Cleiton de Jesus Santos pelo auxílio.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por tudo em minha vida, por ter iluminado minha meu caminho em mais uma jornada.

Ao Prof. Dr. Robinson Antonio Pitelli pela paciência, ensinamentos e por disponibilizar o laboratório para elaboração dos experimentos.

Ao Prof. Dr. Claudinei da Cruz pelos ensinamentos, não apenas os acadêmicos como também os de vida, pela paciência, pelos churrascos e pela relação de amizade.

Agradeço a família NEPEAM, pelos momentos descontraídos, pelas divergências de opiniões e por: Silvia Patrícia Carraschi (Pico); Roberto Barbúio (SO DA); Alfredo Kohite Ferez Yamauchi (Japonês); Cynthia Venâncio Ikefuti (Mara); Nathália Costa Garlich (Gaúcha); Natália Reglini (Linda); Ana Carolina Frascá (Tcheizinha); Taíse Florêncio (Tchei); Maiara Galatti Tedesque (Molusca); Ronaldo Gonçalves Pereira (Ronald) e Alessandro Antonio Claro de Souza (Lê) meus agradecimentos e respeito.

<b>SUMÁRIO</b>	<b>Páginas</b>
ÍNDICE DE TABELAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1.INTRODUÇÃO.....	1
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1.Macrófitas aquáticas.....	4
2.2.Controle biológico.....	6
2.3.Carpa capim ( <i>Ctenopharyngodon idella</i> ).....	8
3.MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1.Experimento 01.....	13
3.2. Experimento 02 e 03.....	15
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1.Experimento 01.....	20
4.3.Experimento 02.....	24
4.4.Experimento 03.....	29
5.CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

**ÍNDICE DE TABELAS**

Tabela 01 – Disposição dos tratamentos para estudo da preferência alimentar da carpa capim pelas macrófitas aquáticas submersas.	16
Tabela 02 – Disposição dos tratamentos para estudos da preferência alimentar da carpa capim exposta a macrófitas.	17
Tabela 03 – Média e desvio padrão dos valores de consumo, consumo de biomassa por peso inicial de peixes e porcentagem de controle das macrófitas <i>C. demersum</i> , <i>E. najas</i> e <i>E. densa</i> durante o período experimental.	21
Tabela 04– Média e desvio padrão dos valores do ganho em comprimento total (GCT) e ganho em biomassa total (GBT) pelos indivíduos de carpa capim após consumo do <i>C. demersum</i> , <i>E. densa</i> e <i>E. najas</i> .	21
Tabela 05 - Média e desvio padrão dos valores de ganho de biomassa dos peixes, biomassa restante úmida e seca das macrófitas após consumo da carpa capim.	22
Tabela 06 – Média e desvio padrão dos valores de sobra, consumo, consumo individual, consumo de biomassa por peso inicial de peixes e porcentagem de controle das macrófitas <i>C. demersum</i> , <i>E. najas</i> e <i>E. densa</i> isoladas e combinadas durante o período experimental.	27
Tabela 07 – Média e desvio padrão dos valores de sobra, consumo, consumo de biomassa por indivíduo, consumo de biomassa por peso inicial de peixe, controle e controle por Henderson e Tilton do peixe carpa capim exposto a macrófitas submersas <i>C. demersum</i> (CD), <i>E. densa</i> (ED), <i>E. najas</i> (EN) e <i>H. verticillata</i> (HV) durante o período experimental.	33
Tabela 08 – Média e desvio padrão dos valores do ganho em comprimento total (GCT) e ganho em biomassa total (GBT) da carpa capim após consumo do <i>C. demersum</i> (CD), <i>E. densa</i> (ED), <i>E. najas</i> (EN), <i>H. verticillata</i> (HV) e das quatro macrófitas juntas após o período experimental.	34

**ÍNDICE DE FIGURA**

Figura 01 – Fotografia da disposição das plantas nos mesocosmos (a), retirada da planta predada pela carpa capim (b) e da pesagem em balança semi analítica (c).	14
Figura 02 – fotografia da biometria dos peixes no início e final do período experimental.	15
Figura 03 – fotografia da fixação das plantas nos mesocosmos (a, b), retirada da planta predada pela carpa capim (c), pesagem das plantas para novo período de forrageamento (d) e aspectos das plantas antes da predação pelos peixes (e).	18
Figura 04 – Quantidades de macrófitas correspondente ao consumo (a), consumo de biomassa por peso inicial de peixe (b) e controle (c), durante o período experimental.	20
Figura 05 - Valores mensurados das variáveis de qualidade da água: temperatura (a); oxigênio dissolvido (b); condutividade elétrica (c) e pH (d).	23
Figura 06 – Quantidades acumuladas de consumo de macrófitas nos mesocosmos (a), sobra (b), consumo individual (c) e consumo de biomassa por peso inicial de peixes (d).	25
Figura 07 – Média dos valores de ganhos de comprimento total (a) e ganho de biomassa total (b), da carpa capim exposta as macrófitas <i>C. demersum</i> , <i>E. densa</i> e <i>E. najas</i> isoladas e combinados após o período experimental.	28
Figura 08 – Quantidades de macrófitas remanescentes (sobra) (a), consumo (b), consumo de biomassa por individuo (c), consumo de biomassa por peso inicial de peixes (d), controle (e) e controle com base equação de Henderson e Tilton (f), durante o período experimental.	30
Figura 09 – Variáveis acumuladas de macrófitas nos 81 dias de sobra (a), consumo (b), consumo de biomassa por indivíduo (c) e consumo de biomassa por peso inicial de peixes (d).	31



## PREFERÊNCIA ALIMENTAR E EFICIÊNCIA DA CARPA CAPIM (*Ctenopharyngodon idella*) NO CONTROLE DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM MESOCOSMOS

**RESUMO** – As plantas aquáticas podem constituir problemas em muitos corpos hídricos, sendo necessário empregar técnicas de controle. A utilização do peixe carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) é uma técnica consagrada de controle biológico em muitos países. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a preferência alimentar e a eficiência de controle da carpa capim diploide, pelas macrófitas aquáticas submersas *Ceratophyllum demersum*, *Egeria densa*, *Egeria najas* e *Hydrilla verticillata* isoladas e combinadas em condição de mesocosmos. Para tanto, foram realizados 3 experimentos. No primeiro experimento foi realizada a oferta e o plantio das macrófitas *C. demersum*, *E. densa* e *E. najas* em microcosmos de 250 litros em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 5 repetições. No segundo e terceiro experimento as plantas foram ofertadas isoladas e associadas em condição de mesocosmos de 2000 L. No segundo experimento foi utilizada as plantas: *C. demersum*; *E. densa* e *E. najas* e no terceiro experimento: *C. demersum*; *E. densa*; *E. najas* e *H. verticillata* em delineamento em blocos casualizados (DBC) em triplicata. No primeiro experimento ocorreu maior controle e ganho em biomassa de peixe nos tratamentos com a menor quantidade de peixes. No segundo experimento a planta mais predada pela carpa capim foi a *E. najas* e *C. demersum* quando ofertadas isoladamente, e quando oferecidas em conjunto a ordem de preferência alimentar foi *C. demersum* > *E. najas* > *E. densa*. No terceiro experimento a planta mais consumida tanto isolada quanto combinada foi a *H. verticillata* e a menos consumida foi a *E. densa*. Assim, conclui-se que a carpa capim (*C. idella*) como agente de controle biológico apresentou elevada eficiência devido a sua maior preferência pela *H. verticillata*, seguida pela *E. najas* e *C. demersum* e com menor intensidade pela *E. densa* em condição de mesocosmos, o que torna a carpa capim uma ótima ferramenta de controle biológico.

**Palavras-chave:** *Ceratophyllum demersum*, Controle, *Egeria densa*, *Egeria najas*, *Hydrilla verticillata*

## FEED PREFERENCE AND EFFICIENCY OF GRASS CARP (*Ctenopharyngodon idella*) IN CONTROL OF MACROPHYTES IN MESOCOSMS

**ABSTRACT** – The macrophytes may be problems in many water bodies, being necessary to employ control technique. The use of grass carp fish (*Ctenopharyngodon idella*) is an established biological control technique in many countries. The aim of this study was to evaluate the efficiency of food preference and control of diploid grass carp exposed the macrophytes *Ceratophyllum demersum*, *Egeria densa*, *Egeria najas* and *Hydrilla verticillata* isolated and combined condition micro and mesocosms. To this, three experiments were conducted. The first experiment was the supply and planting of macrophytes *C. demersum*, *E. densa* and *E. najas* in microcosms of 250 liters with five repetitions in completely randomized design (CRD). In the second and third experiment plants were offered in isolated and combined condition mesocosms 2000 L. In the second experiment the plant *C. demersum*, *E. densa* and *E. najas* was used, in the third experiment the macrophyte *C. demersum*, *E. densa*, *E. najas* and *H. verticillata* in a randomized block design (RBD) in triplicate. In the first experiment the treatment with lower quantity of fish were what to show the bigger consumption and to get in weight in conditions of microcosms. In the second experiment the plant more predated by grass carp was *E. najas* and *C. demersum* when offered alone, and when offered together the order of food preference was *C. demersum* > *E. najas* > *E. densa*. In the third experiment the plant most consumed either alone or in combination was the *H. verticillata* and the least consumed was *E. densa*. Thus, it is concluded that use of grass carp (*C. idella*) as a biological control agent has advantages for having high rates of consumption and in greater preference for *H. verticillata*, followed by *E. najas* and *C. demersum* and lower intensity in the *E. densa* in mesocosms condition, which makes the grass carp one great tool for biological control.

**Keywords** - *Ceratophyllum demersum*, Control, *Egeria densa*, *Egeria najas*, *Hydrilla verticillata*

## 1. INTRODUÇÃO

As plantas aquáticas são componentes importantes em corpos hídricos, pois desempenham papel fundamental no estoque de energia e carbono nas bases das pirâmides alimentares, promovem heterogeneidade espacial e temporal e servem como habitats e refúgio para muitos organismos (PITELLI et al., 2011), no entanto, a vegetação aquática passa a ser considerada como daninha quando seu crescimento acentuado causa problemas para a utilização dos ecossistemas, como: entupimento das grades de hidrelétrica; perda d'água por evapotranspiração excessiva; dificuldade nos usos múltiplos da água; acúmulo de lixo; abrigo de vetores de doenças; entre outros impactos (MARTINS et al., 2008; PITELLI et al., 2011).

Entre as macrófitas aquáticas, as submersas causam grandes preocupações como exemplo, o *Ceratophyllum demersum*, *Egeria densa*, *Egeria najas* e *Hydrilla verticillata*. O *C. demersum*, é uma planta aquática monocotiledônea, pertencente à família Ceratophyllaceae, nativa da América tropical, que se propaga por sementes e principalmente, por fragmentação do caule, esta planta é invasora em vários países, pois, forma densa população que dificulta o fluxo d'água entre outros usos múltiplos, podendo se desenvolver em águas com profundidade de 0,5 a 8,5 metros (CROSS et al., 2003).

Ambas as macrófitas submersas *E. densa* e *E. najas*, pertencem a família Hydrocharitaceae e são nativas da América do Sul, no Brasil é nativa da região Sudeste e encontrada em todo o mundo, principalmente em regiões de clima tropical, em muitos países são caracterizadas como invasoras muito agressivas, formando uma cobertura vegetal densa, na maioria das vezes pouco diversificadas. Possuem alta capacidade fotossintética, boa capacidade de dispersão de fragmentos vegetativos e alta sobrevivência (KAHARA & VERMAAT, 2003). A *H. verticillata* é uma macrófita submersa enraizada, monocotiledônea pertencente à família Hydrocharitaceae, nativa da Ásia e Austrália, sendo muitas vezes confundida com a *Egeria densa* e *Egeria najas* (COOK & LUOND, 1982).

O problema com macrófitas submersas aumentou expressivamente com a introdução de peixes carnívoros exóticos como o tucunaré (*Cichla* spp), corvina (*Plagioscion squamosissimus*), perca listrada (*Morone saxatilis*) e o achigã (*Micropterus salmoides*) através da rápida e expressiva redução da herbivoria, com consequência no controle biológico natural das plantas submersas, surgindo a partir

desse momento, a necessidade da aplicação de métodos de controle ou manejo (CORRÊA et al., 2003; GETTYS et al., 2009).

No Brasil o controle de macrófitas aquáticas submersas é muito difícil devido à ausência de regulamentação para o controle químico, no mecânico a dificuldade está nas limitações de profundidade, irregularidade dos contornos dos corpos hídricos e presença de obstáculos que dificultam a operação da colhedeira como os “paliteiros” e o biológico depende de planejamento para evitar uma série de problemas, como a predação de plantas não alvos, ineficiência do agente de controle biológico e a possibilidade do agente se tornar um invasor exótico e outros (OLIVEIRA & MACHADO, 2009).

O controle biológico com os peixes pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tilápia (*Oreochromis niloticus*), assim como, peixe-boi (*Trichechus inunguis*), pato (*Cairina moschada*), ganso (*Branta canadensis*), fungo (*Fusarium graminearum*), inseto (*Hydrellia pakistanae*), caramujo (*Pomacea canaliculata*) e plantas competidoras (*H. verticillata*; *E. najas*; *E. densa*; *C. demersum*, dentre outras) podem ser utilizados, porém, quando se utiliza técnicas consagradas, a carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) ganha destaque, por ser amplamente utilizada no controle de macrófitas em vários países e continente (GRODOWITZ et al., 1997; BORGES & PITELLI, 2004; VENTURINI et al., 2006; GETTYS et al., 2009).

Este peixe é capaz de consumir grandes quantidades de macrófitas aquáticas e, sob condições favoráveis um peixe adulto pode consumir mais que seu próprio peso em biomassa vegetal diariamente (GETTYS et al., 2009).

A carpa capim é um peixe herbívoro, pertencente à família Cyprinidae, é nativo de grandes rios da costa leste da Ásia que desembocam no Pacífico, e foi introduzido em muitos locais do mundo, como na América do Sul e do Norte, Ásia, África e Austrália para o controle de macrófitas aquáticas e para aumentar a produção de peixes por meio do policultivo (CHILTON & MUONEKE, 1992; OPUSZYNSKI & SCHIREMAN, 1995).

No entanto, existe uma grande preocupação no uso deste organismo como agente de controle biológico devido à sua possível reprodução natural e introdução de parasitas, doenças e outros organismos, com relação a sua desova e reprodução natural, que acontecem em grandes rios túrbidos e turbulentos com lagos marginal bastante vegetados. Em contra partida, a carpa capim necessita de uma série de

condições abióticas para que ocorra a sua reprodução natural, limitada a poucos corpos hídricos (STANLEY et al., 1978; OSBORNE, 1982).

As documentações sobre algumas carpas (*C. idella*) férteis e seu sucesso reprodutivo no ambiente natural, não tem comprovado a formação de populações auto-sustentáveis e prejudiciais (PIETRAZ et al., 2006). Baseado em sua distribuição limitada até o momento, não há razões clara para considerar a carpa capim (diploide) como espécie invasora. Este peixe é criado no Brasil há bastante tempo em piscicultura e também não há relato de invasão biológica relacionada a este organismo.

Uma análise prévia do comportamento alimentar da carpa capim nos biótipos destas plantas existentes no Brasil é muito importante, sendo que, elas são nativas e teoricamente tem as maiores condições de defesa contra predadores.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a preferência alimentar, eficiência e viabilidade do uso da carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) no controle das macrófitas aquáticas submersas *C. demersum*, *E. densa*, *E. najas* e *H. verticillata* isoladas e combinadas em condição de mesocosmos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Macrófitas aquáticas

Um das primeiras menções ao termo macrófitas aquáticas foi efetuado no ano de 1938 por Wear & Clements, que definiram como plantas herbáceas que se desenvolvem na água, em solos cobertos ou saturados por água (ESTEVES, 1998). Neste grupo estão incluídos os vegetais que vão desde macro-algas (gênero *Chara*) até angiospermas (gênero *Typha*). Estas plantas são consideradas vegetais que, durante o processo evolutivo, retornaram do ambiente terrestre ao aquático, porém, mantiveram características de vegetais terrestres, como a presença de cutícula e estômatos nas plantas aquáticas emersas (ESTEVES, 1998; PITELLI, 2006).

As macrófitas aquáticas são importantes componentes estruturais dos ecossistemas aquáticos e são fundamentais para a dinâmica das biocenoses desses ambientes, estas plantas constituem importantes fontes de carbono e energia na base da cadeia alimentar, proporcionam habitat de alimentação e de refúgio para várias formas jovens de organismos aquáticos, promovem heterogeneidade espacial e temporal que favorece a biodiversidade dos corpos hídricos, fornecem substrato para colonização e crescimento do perifiton e absorvem o excesso de nutrientes dissolvidos na água (PITELLI, 1998; PITELLI et al., 2011).

Quando o equilíbrio do sistema aquático é alterado, especialmente por ação antrópicas, pode ocorrer desenvolvimento excessivo de algumas populações em detrimento de outras, formando colonizações monoespecíficas ou pouco diversificadas, acarretando em efeitos prejudiciais ao ambiente e ao uso múltiplo da água ou do corpo hídrico (PITELLI, 1998; PITELLI et al., 2008).

Diferentes grupos ecológicos de plantas colonizam os corpos hídricos, a sucessão inicia-se com o surgimento de espécies emergentes, seguida das submersas e por fim, as flutuantes (TUNDISI, 1990; THOMAZ, 2002).

As macrófitas aquáticas submersas são caracterizadas como as mais problemáticas, sendo que, reduzem drasticamente o fluxo de água, interfere na dinâmica dos gases oxigênio e carbônico, são rápidas na invasão de novas áreas e de difícil controle (GETTYS, et al., 2009), e dentre as submersas a *Hydrilla verticillata*, *Egeria densa*, *Egeria najas* e *Ceratophyllum demersum* se destacam.

O *C. demersum* é uma planta aquática submersa, monocotiledônea, pertencente à família Ceratophyllaceae, nativa da América tropical, que se propaga por sementes e principalmente, por fragmentação do caule, esta planta é invasora

em vários países, pois forma densas populações que dificultam o fluxo d'água entre outros usos múltiplos, pode se desenvolver em águas com profundidade de 0,5 a 8,5 metros (CROSS et al., 2003).

A *E. densa* é uma macrófita submersa enraizada pertencente a família Hydrocharitaceae, é nativa da América do Sul e no Brasil é nativa da região Sudeste, esta planta é encontrada em todo o mundo como ornamental para aquarofilia, principalmente, em regiões de clima tropical, sendo caracterizada como invasora muito agressiva formando uma cobertura vegetal densa, na maioria das vezes monoespecífica. Possui alta capacidade fotossintética, boa capacidade de dispersão de fragmentos vegetativos e alta sobrevivência (KAHARA & VERMAAT, 2003; PELICICE & AGOSTINHO, 2006).

A *E. najas* pertence também a família Hydrocharitaceae, é nativa da América do Sul, no Brasil é nativa da bacia hidrográfica do rio Paraná, esta planta não tem sido relatada como invasora importante em outras partes do mundo, porém, tem causado grandes problemas no reservatório da usina hidrelétrica de Jupia (MORI et al., 1999), e muito frequente no Pantanal Mato grossense (POTT, 2000) como também, nos reservatórios Mogi-Guaçu, Limoeiro e Água Vermelha (MARTINS et al., 2008), podendo formar uma densa cobertura vegetal. Esta planta possui alta capacidade fotossintética, boa capacidade de dispersão de fragmentos vegetativos e alta sobrevivência (KAHARA & VERMAAT, 2003; PELICICE & AGOSTINHO, 2006).

*H. verticillata* é uma macrófita submersa enraizada, monocotiledônea, também pertencente família Hydrocharitaceae, nativa da Ásia e Austrália, é caracterizada como invasora muito agressiva, por possuir alta capacidade fotossintética, boa capacidade de dispersão de fragmentos vegetativos, alta sobrevivência e produção de tubérculos, como também, é muito confundida com a *Egeria densa* e *Egeria najas* (COOK & LUOND, 1982). Esta planta foi relatada pela primeira vez no Brasil por Anderson et al. (2005).

As extensas e densas colonizações de macrófitas aquáticas em corpos hídricos sob forte ação antrópica podem alterar os padrões de qualidade da água como oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, temperatura, pH, formação de gases tóxicos, metilação do mercúrio, dentre outras (PEDRALLI, 2003; GUIMARÃES, 2004; MIRANDA et al., 2007); promovem condições adequadas para instalação de população de organismos indesejáveis como: insetos; moluscos; animais e outros vetores de doenças humanas (NATAL et al., 1991; VICTOR et al.,

1991); promovem aumento das perdas d'água por evapotranspiração (VICTOR et al., 1991; ROSA et al., 2009); afetam a geração de energia elétrica e a dinâmica de trabalho das usinas hidrelétricas (TANAKA, 1998; VELINI, 1998; MUSTAFÁ et al., 2010); reduzem a capacidade de transporte dos canais de irrigação e de drenagem (PITELLI, 1998); causam prejuízos na produção de peixes através da dificuldade de captura e qualidade do pescado (ADEKOYA, 2002; EZERI, 2002); reduz a capacidade de armazenamento e durabilidade de represas rurais (AMARAL, 2013); interfere na captação de água para abastecimento público (POMPÊO, 2008); proporcionam prejuízos ao transporte fluvial e á edificações no corpo hídrico (VELINI, 2005), no acúmulo de lixo (PITELLI, 1998) e na desvalorização econômica de imóveis próximos a corpos hídricos com extensas colonizações.

Com as elevadas infestações de macrófitas aquáticas em corpos hídricos, torna-se necessário o uso do manejo dessas colonizações. Dentre as estratégias de controle, podem ser adotado o químico, mecânico e o biológico.

O controle químico no Brasil é muito difícil devido à ausência de regulamentação, para o mecânico a dificuldade está nas limitações de profundidade, irregularidade dos contornos dos corpos hídricos e presença de obstáculos que dificultam a operação da colhedeira como os “paliteiros” e o biológico depende de planejamento para evitar uma série de problemas, como a predação de plantas desejáveis, ineficiência do agente de controle biológico e a possibilidade do agente se tornar um invasor exótico e outros (OLIVEIRA & MACHADO, 2009).

## **2.2. Controle biológico**

O controle biológico pode ser definido em um conceito mais amplo como conjunto de fatores bióticos em um ecossistema, com a finalidade de regular a instalação e o estabelecimento de plantas daninhas (PITELLI et al., 2003). Outro conceito, porém mais específico pode ser definido como a ação de organismos vivos para controlar ou reduzir a densidade populacional de espécies de plantas alvos, abaixo de um dano econômico (TESSMANN, 2011).

Os grupos de organismos mais estudados e utilizados como agentes de controle são: insetos fitófagos; fungos patogênicos e os menos estudados são: bactéria; ácaros; plantas; caramujos e peixes, como também, patos; gansos; caprinos; bovinos e equinos.



O controle biológico de plantas ocorre naturalmente em áreas agrícolas e pode ser manipulado pelo homem como estratégia de manejo, através da maximização das pressões bióticas, utilizando três tipos básicos de estratégias de aplicação de controle biológico: clássico, inundativo e repositivo (HARLEY & FORNO, 1992; PITELLI et al., 2003).

A estratégia clássica é mais adequada para espécies de plantas exóticas, normalmente, o agente de controle é importado do local de origem da planta daninha e liberado posteriormente. Quando introduzido, o agente permanece controlando as plantas daninhas alvos abaixo do nível de dano econômico, ambiental e social em função da sua perpetuação. As plantas exóticas geralmente são introduzidas isentas de seus inimigos naturais e não encontram fortes pressões de predação e sem essas predações algumas populações são favorecidas e passam a expandir suas populações em comparação as nativas (PITELLI et al., 2003; TESSMANN, 2011).

Nesta categoria de plantas mencionadas podem ser citadas: *Hydrilla verticillata*; *Egeria densa* *Alternanthera phyloxiroide*; *Eichhornia crassipes*; *Pistia stratiotes*; *Carduus nutans*; *Acacia saligna*; *Ageratina riparia*; *Brachiaria decumbens* e *subquadripa* (*Urocloa decumbens* e *subquadripa*) dentre outras (ADAMS, 1988; CHARUDATTAN, 1990; MORTENSEN, 1998).

Esta estratégia baseia-se na pesquisa minuciosa de predadores e parasitas no local de origem da planta “problema”, os inimigos são identificados e catalogados e for considerado seguro e de risco mínimo após todos esses estudos, é iniciado o processo elaborado pelos órgãos competentes para liberação do inimigo natural como agente de controle biológico (PITELLI et al., 2003).

Como exemplo de controle biológico bem sucedido pode ser citado à utilização da *Hydrellia balciunasi* para a *H. verticillata*; *Agasicles hygrophyla* para *Alternanthera phyloxeroide*; *Neohydronomus offinis* para *Pistia stratiotes*; *Uromycladium tepperianum* para *Alternanthera saligna* e *Entyloma ageratinae* para a *Alternanthera riparia* (ADAMS, 1988; CHARUDATTAN, 1990; MORTENSEN, 1998).

A estratégia inundativa utiliza organismos de forma maciça, sobre uma população de plantas daninhas a fim de promover elevado dano à planta e como consequência, a morte ou supressão de populações de plantas daninhas (CHARUDATTAM, 1991). Esta estratégia tem por finalidade elevar rapidamente a população de inimigos naturais no período em que a planta está mais susceptível, com a finalidade de controlar a planta alvo (PITELLI et al., 2003).

Esse tipo de controle biológico geralmente utiliza microorganismos nativos da área onde são aplicados, podendo ser fungos, bactérias ou vírus. O produto formulado que contém os microorganismos é chamado de bio-herbicidas e normalmente necessita de reaplicação (TEBEEST, 1992).

Como exemplo: *Phytophthora palmivora* para o controle da *Morreria odorata*; *Colletotrichum gloeosporioides* para o angiquinho (*Aeschynomene virginica*); *Alternaria cassiae* para *Cassia obtusifolia*; *Cercospora rodmanii* e *C. piaropi* para a *Eichhornia crassipes* e *Fusarium graminearum* para *Egeria* spp, dentre outros (ÁVILA & PITELLI, 2004; BORGES NETO et al., 2004; TESSMANN, 2011).

E a estratégia denominada repositiva, tem por finalidade determinar a densidade populacional do agente de controle para manter a população da planta alvo em uma baixa densidade populacional, não causando impactos negativos nos corpos hídricos. Essa densidade necessita de monitoramento constante a fim de corrigir quando a mesma estiver fora dos limites de controle das macrófitas alvos, e a segurança para as não alvos (PITELLI et al., 2003).

A literatura possui poucos estudos, por exemplos: o uso do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) para controle das macrófitas *Ceratophyllum demersum*, *Egeria najas* e *Egeria densa* (MIYAZAKI & PITELLI, 2003) e da carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) para controle das macrófitas *H. verticillata*, *Chara* spp, *Najas guadalupensis*, *Egeria densa*, *Wolffia* spp, *Lemna* spp, *Spirodella* spp, *Azolla caroliniana*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum* e *aquaticum*, *Vallisneria americana*, dentre outras (SUTTON & VANDIVER, 1986; PITELLI et al., 2003; TESSMANN, 2011).

### **2.3. Carpa capim (*C. idella*) (Valenciennes 1844)**

A carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) é um peixe herbívoro conhecido também como carpa chinesa, é originária dos grandes rios da costa Leste da China, que desembocam do Pacífico nas latitudes de 20 a 50° norte e nas longitudes 100 a 140° leste, para serem utilizadas em outras regiões do mundo (FISHER & LYAKHNOVICH, 1973). Tal dispersão foi possível após o domínio das técnicas de reprodução artificial, visto que esses peixes não se reproduzem naturalmente em confinamento, eles são peixes migradores e de piracema (CYRINO et al., 2004).

A carpa capim possui o corpo alongado, roliço e coberto por escamas de tamanho médios do tipo cicloide com base marrom, dorso cinza escuro e os flancos

claros, ligeiramente dourados (CHILTON & MUONEKE, 1992; NAKATANI et al., 2001). A cabeça é ampla sem escamas, a boca subterminal e pouco oblíqua e possui lábios simples com dentes faríngeos, especializados em triturar alimentos (CHILTON & MUONEKE, 1992).

Alevinos maiores que 3 cm conseguem aproveitar plantas aquáticas jovens e tenras e com o crescimento, podem utilizar plantas cada vez maiores e/ou duras e, após atingir 10 cm, conseguem aproveitar todos os tipos de plantas terrestres e aquáticas. Em confinamento e na falta de vegetais, a carpa capim pode consumir outros alimentos, entre eles rações, mas, isso pode trazer problemas de baixa eficiência alimentar, em comparação a outros peixes, como formação de lesões no fígado e problemas de digestão causados por ingestão de altos níveis de amido (CYPRINO et al., 2004).

A carpa capim possui um trato digestivo longo com cerca de duas a três vezes o tamanho do seu corpo, produz as enzimas lipase, amilase e protease, sendo que a celulose não é totalmente digerida (CHILTON & MUONEKE, 1992). O alimento principal é o vegetal, porém, ela não possui a enzima celulase e somente consegue digerir o conteúdo das células vegetais liberados a partir da ruptura das paredes celulares pelos dentes faríngeos, sendo a maior parte da celulose digerida pela flora heterotrófica celulolítica interna ( $10^3$  bactérias por gramas) presentes no trato digestivo da carpa (LESEL et al., 1986).

O aumento das enzimas digestivas de alevinos e adultos ocorrem devido ao aumento da oferta de alimentos que necessitam das enzimas para sua digestão e absorção (DAS & TRIPATHI, 1991). O restante do material não digerido é excretado na forma de “pellets”, servindo como adubo orgânico nos corpos d’água (GEORGE, 1982). Este é o principal motivo do amplo uso da carpa capim nos sistemas de policultivo (MICHIELSENS et al., 2002; HERMES et al., 2007).

Aproximadamente 50% do conteúdo das fezes da carpa capim é composto por materiais que não sofreram digestão (CHILTON & MUONEKE, 1992), entretanto, a *Hydrilla verticillata* sofreu digestão de 65% da matéria verde ingerida (GEORGE, 1982), Horvath et al. (1992), relataram que utilizando a *H. verticillata* a necessidade diária de forragem da carpa capim ficou entre 15 e 20% do seu peso corporal. As diferentes espécies de plantas não são consumidas com a mesma intensidade, primeiro são consumidas as macrófitas submersas e, na ausência destas as demais plantas a disposição dos peixes.

A carpa capim foi introduzida na Europa, Sudão, África e nas Américas, para o controle de plantas aquáticas e para aumentar a produção de peixes através do policultivo (SCHOONBEE, 1991; OPUSZYNSKI & SCHIREMAN, 1995; CATARINO et al., 1997; CUDMORE & MANDRAKM, 2004).

De acordo com Sutton & Vandiver (1986), a ordem de plantas preferidas pela carpa capim inicia-se com: *H. verticillata*; *Chara* spp; *Najas guadalupensis*; *E. densa*; *Wolffia* spp; *Lemna* spp e *Spirodella* spp; *Azolla caroliniana*; *Potamogeton* spp; *C. demersum*; *Typha* spp; *Panicum repens*; *Stratiotes aloides*; *Nasturtium officinale*; *Myriophyllum spicatum*; *Vallisneria americana*; *M. aquaticum*; *Eichhornia crassipes*; *Pistia stratiotes*; *Nymphaea* spp e *Nuphar luteum*.

Pine & Anderson (1991), avaliaram a ordem das plantas preferidas pela carpa triploide: *Potamogeton nodosus* > *H. verticillata* > *Elodea nuttalli* > *E. densa* > *P. crispus* > *Ludwigia peploide* > *P. pectinatus* > *Chara flexis* > *Eleocharis acicularis* > *Myriophyllum acicularis* > *M. spicatum* > *Eichhornia crassipes* > *C. demersum* em estudo simulando ambiente natural.

Porém, as macro algas filamentosas principalmente a *Cladophora globulina* são os primeiros organismos da preferência da carpa capim na primavera exceto, a *Spirogyra* sp. (PÍPALOVÁ, 2002).

A quantidade de plantas presentes na dieta da carpa capim aumenta com a idade, mas, a alimentação de origem animal é também importante (FISCHER 1973), com zooplâncton, sendo parcialmente substituído por bentos e especialmente, a fauna perifítica (SHIREMAN & SMITH, 1983; ADÁMEK et al., 1996). A especificidade da carpa capim varia com a idade e o tamanho do animal (CATARINO et al., 1997). Peixe jovem tende a evitar plantas com folhas fortes e rugosas, como capins, grandes folhas flutuantes (*Nymphaea* spp.), plantas com gosto forte (*Polygonum hydropiperoides*) e/ou plantas tóxicas (*Ranunculus* spp.) (MURPHY et al., 2002).

Um dos problemas no uso da carpa capim para controle de plantas está no consumo de organismos não alvos, principalmente em canais conectados, sendo uma preocupação visto que a remoção de grandes quantidades deste peixe é muito difícil (ZAJICEK et al., 2009). A total eliminação da vegetação aquática geralmente resulta na mudança na qualidade da água, uma vez que a carpa capim consome grande parte da vegetação de entorno o que ocasiona a alteração na composição da flora e da fauna pré-existente (PÍPALOVÁ, 2002; GETTYS et al., 2009).

A maioria das controvérsias na introdução da carpa capim está relacionada à sua possível reprodução natural (SUTTON, 1977) e introdução de parasitas, doenças e outras espécies de peixes, sendo que este peixe em ambiente natural desova e se reproduz em rios grandes, turbidos e turbulentos com lagoas marginais bastante vegetadas. O limite de temperatura para o cruzamento natural é determinado pela média anual da isoterma de 10°C (temperatura do ar) a qual vai até aproximadamente a latitude de 45° norte na Europa Ocidental e até 50° norte na Europa oriental (OPUSGYNSKI & SHIREMAN, 1995). As temperaturas necessárias para estimulação da maturidade sexual, incubação dos ovos e sobrevivência dos alevinos variam de 19 a 30°C, com um ótimo em cerca de 23°C, correnteza com velocidade entre 2,5 e 3,0 km h<sup>-1</sup> e nível da água entre 0,5 a 2,0 m dia<sup>-1</sup>, essas condições são difíceis de serem simuladas em viveiros, mas, é comum nos grandes rios da China sujeitos a fortes chuvas de cabeceira (STANLEY et al., 1978).

Outro fator que limita o sucesso da reprodução é a extensão do curso d'água onde vivem esta espécie. Carpas chinesas ocorrem naturalmente em rios de planície com extensão superior a 200 km. Estas condições são propícias ao desenvolvimento dos ovos e pré-larva, os ovos destas espécies são semi boiantes e dependem da correnteza para não afundar; são bastante delicados e sensíveis a choques mecânicos e demoram em média, 70 horas para as larvas eclodirem e estarem aptas à natação. Em rios com as condições já descritas, e velocidade de correnteza igual ou superior a 2,5 km h<sup>-1</sup> garantem que ovo e ou larva fiquem à deriva por aproximadamente 189 km. Se antes desta distância o rio desaguar no oceano, corredeiras, cachoeiras ou grandes remansos os ovos ou larvas não sobrevivem (GANGSTAD, 1986; CYPRINO et al., 2004).

Sendo estas condições para a reprodução natural da carpa capim restrita a poucos ambientes hídricos.

De 1990 a 1995 evidências de reprodução da carpa capim foram relatadas nos rios Illinóis e Mississipi (RAIBLEY et al., 1995). SUTTON (1977) reportou que no Canadá e em mais da metade dos estados do Estados Unidos (EUA) é proibida a introdução da carpa diploide. Sendo assim, nos anos 80, a carpa capim triploide, completamente estéril, foi obtida nos EUA (LESLIE et al., 1987). Atualmente nos EUA, em 12 estados não é permitida a criação de carpa capim diploide e em 19 estados somente a criação de carpa triploide é permitida (ALLEN & WATTENDORF, 1987).

A carpa capim (*C. idella*) apresenta muitas vantagens no uso para manejo de plantas aquáticas submersas, porém, requer observação criteriosa para que não ocorram mudanças na estrutura da comunidade de peixes nativos (HRABIK et al., 1998) como, alterações no habitat, competição, hibridação e introdução de patógenos e doenças (HALL & MILLS, 2000). Este peixe não deve ser tratado como organismo invasor exótico uma vez que sua reprodução é muito pouco provável nas condições brasileiras (STANLEY et al., 1978; CYRINO et al., 2004; PIEDRAZ et al., 2006).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido no Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais em Matologia da FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal.

Os estudos desenvolvidos neste trabalho são parte do P&D da ANEEL e da companhia AES TIETE em parceria com a Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais (FEPAF), desenvolvido no reservatório de Nova Avanhandava durante o período de junho de 2010 a novembro de 2012.

Para execução do experimento 01 foram utilizados peixes (jovens) fornecidos pela piscicultura São Geraldo (Sertãozinho - SP) e para o experimento 02 e 03 foram utilizados juvenis fornecidos pela piscicultura Santa Cândida (Santa Cruz da Conceição – SP).

#### 3.1. Experimento 01

O experimento 01 foi realizado em microcosmos de 250 litros abastecidos com água de poço tipo cisterna, com tempo de residência da água de 72 horas, divididos em duas etapas.

Neste experimento foram utilizados exemplares de carpa capim com peso de  $2,97 \pm 0,24$  g e comprimento de  $3,25 \pm 0,45$  cm, distribuídos em número de 15 e 20 (primeira etapa) e 10 e 20 peixes (segunda etapa), com cinco repetições em um delineamento inteiramente casualizado (DIC).

A primeira etapa foi realizada com a oferta de 30 e 40 g de ponteiros do *C. demersum*; *E. densa* e *E. najas* (total de 90 e 120 g de biomassa de plantas), sendo as plantas presas em pesos “chumbada” por 72 horas. A cada período (72 horas), os ponteiros eram substituídos e as sobras removidas das unidades experimentais, durante o período de 69 dias, com início em 25 de janeiro de 2011 (Figura 01).



**Figura 01** – Fotografia da disposição das plantas nos mesocosmos (a), retirada da planta predada pela carpa capim (b) e da pesagem em balança semi analítica (c).

Para avaliação de desempenho do forrageamento da carpa capim (*C. idella*) foi obtido o peso inicial das macrófitas ofertadas e as sobras em cada avaliação e o acumulado no final do período experimental. Assim, o cálculo foi realizado pela diferença entre a biomassa ofertada e a remanescente (restante);

$$BC = BO - BR \text{ (g)}.$$

Onde, BC = biomassa consumida

BO = biomassa ofertada

BR = biomassa restante

A porcentagem de controle das macrófitas (%C) exercida pela *C. idella* foi calculado pela fórmula:

$$\%C = \frac{BC}{BO} \times 100$$

Outros indicadores de desempenho de redução de biomassa das macrófitas aquáticas submersas também foram calculados, tais como:

Biomassa de macrófita consumida por biomassa inicial dos peixes alocados nos mesocosmos (BCPI) em cada avaliação e o valor acumulado no final do período experimental;

$$BCPI = \frac{BC}{\text{Biomassa inicial de peixes colocada no mesocosmo}}$$

Ganho em comprimento total (GCT);

$$GCT = \text{Comprimento final} - \text{Comprimento inicial}$$

Ganho em biomassa total (GBT);

$$GBT = \text{Bioamssa final} - \text{Biomassa inicial}$$

No final do período experimental foi realizada a biometria (pesagem e comprimento) dos peixes (Figura 02).





**Figura 02** – fotografia da biometria dos peixes no início e final do período experimental.

Para a realização da segunda etapa do primeiro experimento as macrófitas *C. demersum*; *E. densa* e *E. najas* foram plantadas em vasos de 3,0 litros com substrato composto por latossolo, areia e matéria orgânica (2:1:1 v v<sup>-1</sup>).

Para o plantio de cada espécie foram utilizados ponteiros com 13 cm de comprimento e 15 ponteiros por vaso de cada espécie no total de 3 vasos por microcosmos. Após a ocupação de 75% do microcosmo pelas plantas foi realizada a introdução das carpas em número de 10 e 20 peixes, correspondente a 32,5 e 65 g de peixes em 250 L de volume d'água.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com dois tratamentos (10 e 20 peixes) e cinco repetições. As variáveis de qualidade da água (pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e temperatura) foram mensuradas com sonda multiparâmetro (YSI 56 MPS). Os peixes foram mantidos nos microcosmos com as macrófitas plantadas até a observação do consumo total da planta mais predada.

Em seguida, os peixes foram retirados dos microcosmos e foi obtido o comprimento e o peso final dos animais (Figura 02). Também foi realizado o peso remanescente úmido e seco das macrófitas em balança semi analítica. Para realização do peso remanescente seco, as plantas foram armazenados em sacos de papel e mantidos em estufa de renovação e circulação de ar (MA 035) por 4 dias a 90°C até peso constante das plantas.

Os valores obtidos tanto na primeira etapa quanto na segunda, foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Fisher a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) com o software "Statistica".

### **3.2. Experimento 02 e 03**

O experimento 02 e 03 foram realizados em condição de mesocosmos de 2000 L abastecido com água de poço cisterna, com tempo de residência de 64 horas, duração de 90 dias, com início no período de 18 de agosto de 2011. Os animais apresentaram peso médio de  $4,47 \pm 0,62$  g e  $4,80 \pm 0,46$  cm de comprimento (experimento 02) e  $10,92 \pm 0,65$  cm de comprimento e  $26,6 \pm 6,59$  g de peso (experimento 03).

Em cada mesocosmo foram alocados 15 peixes ( $7,5$  peixes.m<sup>3</sup>) e antes do início da oferta das macrófitas, os animais foram mantidos em aclimatação por 10 dias, sendo alimentados nos primeiros quatro dias com ração comercial para carpas (Fri Aqua) e nos demais dias com *Lemna* sp. até a saciedade.

As variáveis iniciais de qualidade da água foram monitoradas com sonda multiparâmetros e apresentaram: temperatura (°C) de  $25,00 \pm 0,10$ ; condutividade elétrica de  $214,06 \pm 6,04$   $\mu\text{S cm}^{-1}$ ; pH de  $8,08 \pm 0,23$  e oxigênio dissolvido de  $4,96 \pm 0,68$  mg L<sup>-1</sup>, as 10:00 horas.

No experimento 02 os tratamentos foram divididos em seis: (1) *C. demersum* (CD); (2) *E. densa* (ED); (3) *E. najas* (EN); (4) CD + ED; (5) CD + EN e (6) ED + EN em delineamento de blocos casualizado (DBC) com três repetições (Tabela 01).

**Tabela 01** – Disposição dos tratamentos para estudo da preferência alimentar da carpa capim pelas macrófitas aquáticas submersas.

	Tratamentos	Quantidades ofertadas (g)	Disposição das plantas
1	<i>C. demersum</i>	60	Isoladas
2	<i>E. najas</i>	60	Isoladas
3	<i>E. densa</i>	60	Isoladas
4	<i>C. demersum</i> + <i>E. najas</i>	30+30	Combinadas
5	<i>C. demersum</i> + <i>E. densa</i>	30+30	Combinadas
6	<i>E. najas</i> + <i>E. densa</i>	30+30	Combinadas

Os tratamentos 4, 5 e 6 com as plantas combinadas serão divididos em subtratamentos para melhor elucidação no item resultados e discussão: *C. demersum*

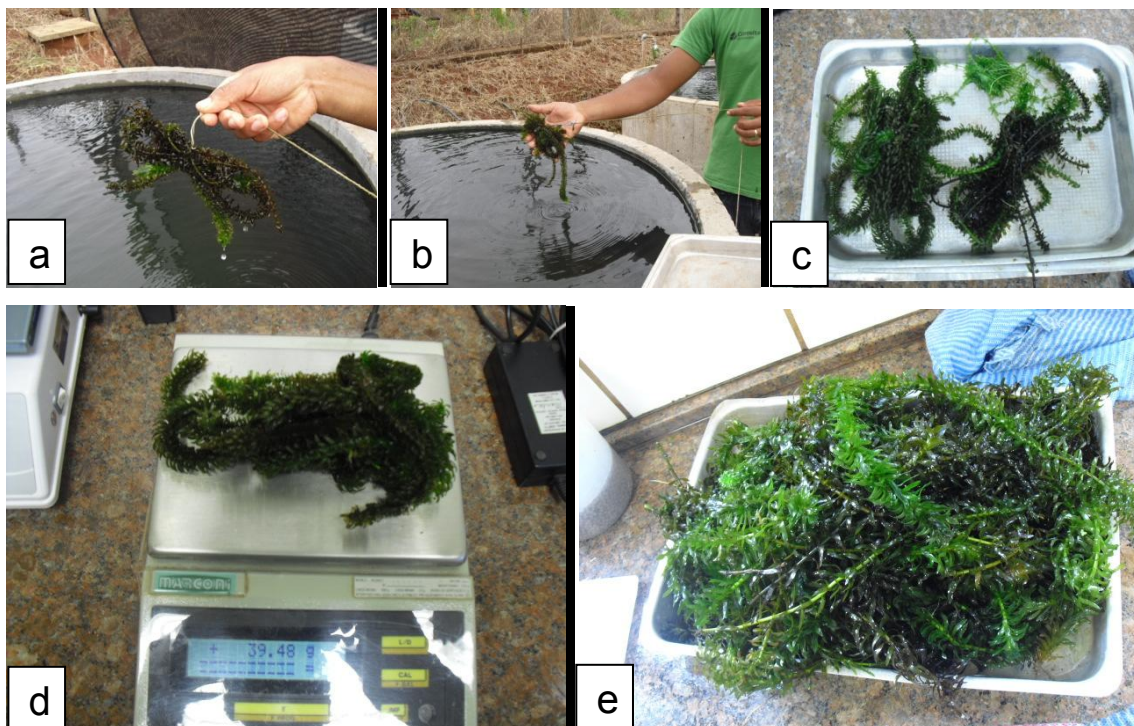
na presença da *E. najas* (CD/N) e *E. najas* na presença do *C. demersum* (EN/C) para o tratamento 4 (*C. demersum* + *E. najas*); *C. demersum* na presença da *E. densa* (CD/D) e *E. densa* na presença do *C. demersum* (ED/C) no tratamento 5 (*C. demersum* + *E. densa*) e *E. najas* na presença da *E. densa* (EN/D) e *E. densa* na presença da *E. najas* (ED/N) correspondente ao tratamento 6 (*E. najas* + *E. densa*) (Tabela 01).

O experimento 03 foi dividido em sete tratamentos: (1) *C. demersum*; (2) *E. densa*; (3) *E. najas*; (4) *H. verticillata*; (5) controle 1 (Utilizando as quatro plantas, com biomassa de 60 g por espécie sem a presença da carpa capim); (6) controle 2 (Utilizando as quatro plantas *C. demersum*, *E. densa*, *E. najas* e *H. verticillata*, com biomassa de 30 g por espécie sem a presença do peixe) e (7) Quatro espécies (as quatro espécies juntas, com biomassa de 30 g por espécie), em DBC com três repetições (Tabela 02).

**Tabela 02** – Disposição dos tratamentos para estudos da preferência alimentar da carpa capim exposta a macrófitas.

Tratamentos	Espécies de macrófitas		Ofertas (g)
1	<i>C. demersum</i>		60
2	<i>E. najas</i>	Isoladas	60
3	<i>E. densa</i>		60
4	<i>H. verticillata</i>		60
5	Controle 1	S/predação	60
6	Controle 2	S/predação	30
7	Quatro species	Juntas	30

As avaliações foram realizadas a cada três dias (72 horas), durante o período experimental de 81 dias. A cada 72 horas, a biomassa remanescente foi avaliada pelo peso remanescente (BR) (Figura 03). Após o final do período experimental os peixes foram capturados, pesados e medidos (Figura 02).



**Figura 03** – fotografia da fixação das plantas nos mesocosmos (a, b), retirada da planta predada pela carpa capim (c), pesagem das plantas para novo período de forrageamento (d) e aspectos das plantas antes da predação pelos peixes (e).

O consumo; sobra; consumo de biomassa por peso inicial de peixes em cada avaliação e o acumulado no final do período experimental; controle; ganho de comprimento total e ganho de biomassa total foram calculadas de acordo com a metodologia descrita no primeiro experimento.

Também foi calculado a variável, biomassa consumida por indivíduo de *C. idella* (BCI) por avaliação e no final do período experimental pela fórmula:

$$BCI = \frac{BC}{N \text{ de peixes por mesocosmos}}$$

Para avaliação do desempenho do experimento 03, os valores de sobra, consumo, consumo individual, consumo por peso inicial de peixes em cada avaliação e os acumulados no final do período experimental, controle, ganho de comprimento total e ganho em biomassa total foram realizados com a mesma metodologia já descrita no primeiro e segundo experimento, com exceção para a variável, controle com base na equação adaptada de Henderson & Tilton, (1955):

Porcentagem de controle das macrófitas (%C):

$$\%C = 1 - \frac{BO \times BR}{BEC \times BO} \times 100$$

BEC = Biomassa das macrófitas não predada presente no tratamento controle;

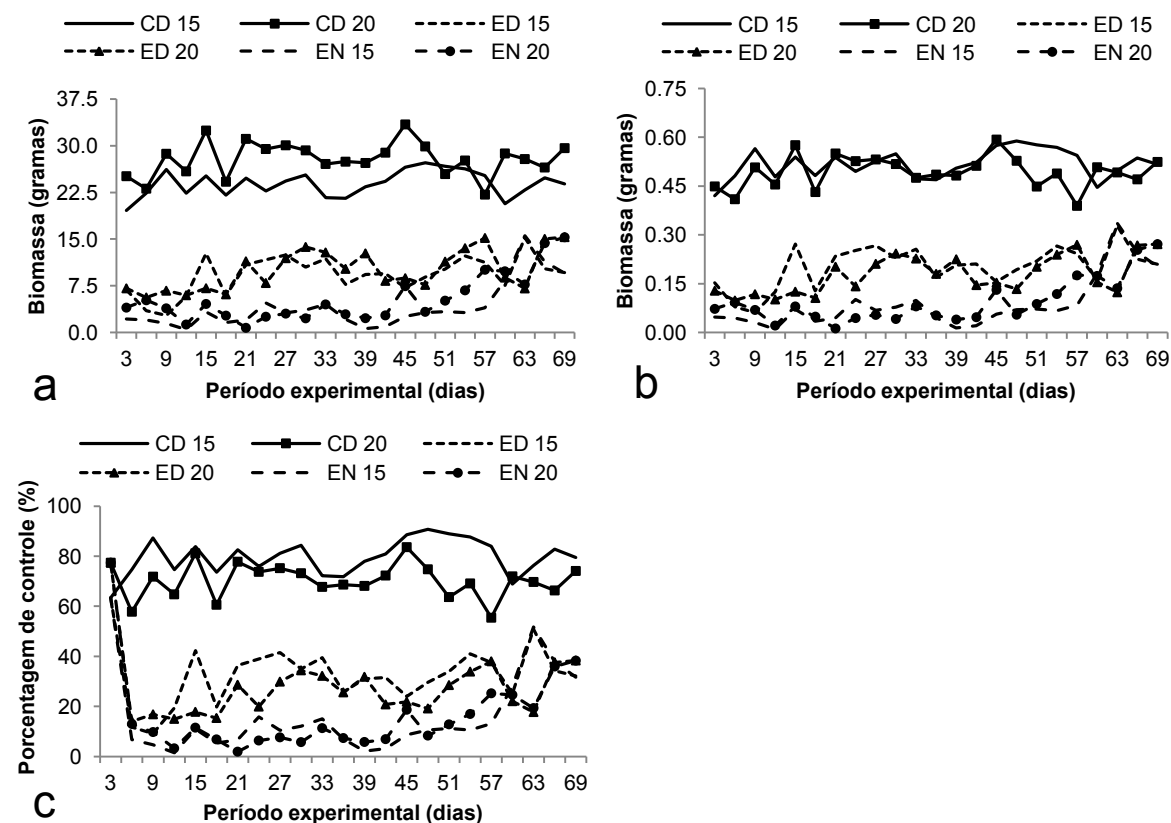
Todos os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Fisher a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) pelo software "Statistica".

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Experimento 01

Na primeira etapa a BC (Biomassa consumida), BCPI (consumo de biomassa por peso inicial de peixe) e %C (controle) apresentaram maior valor para macrófita *C. demersum* (CD) tanto no tratamento com 15 peixes, quanto 20 peixes (Figura 04a).

Na variável controle a primeira avaliação (3 dias) apresentou resultado superior a 60% em todos os tratamentos, que diferiu da obtida ao longo do experimento (Figura 05c). Essa diferença pode ser atribuída ao estresse dos peixes na primeira avaliação.



**Figura 04** – Quantidades de macrófitas correspondente ao consumo (a), consumo de biomassa por peso inicial de peixe (b) e controle (c), durante o período experimental.

Não ocorreu diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos 15 e 20 para as variáveis consumo no microcosmo, por peso inicial de peixes e no controle médio (Tabela 03).

**Tabela 03** – Média e desvio padrão dos valores de consumo, consumo de biomassa por peso inicial de peixes e porcentagem de controle das macrófitas *C. demersum*, *E. najas* e *E. densa* durante o período experimental.

Tratamentos	Consumo médio de biomassa fresca em 72 horas por						Controle		
	Microcosmo (g)		Unidade de peso de peixes				%		
	Gramas	DP	Gramas	DP	Gramas	DP	Gramas	DP	
15	12,43	a <sup>1</sup>	4,25	0,27	a	1,22	41,44	a	5,59
20	14,42	a	9,26	0,25	a	2,89	36,04	a	10,14
F	0,35		0,05				0,32		
p	>0,05 <sup>2</sup>		>0,05				>0,05		

1 – Médias acompanhadas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher 5%. 2 – Valores de p menores que 0,01 indicam que houve diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade entre um ou mais tratamentos.

DP - Desvio padrão ( $\pm$ ).

Na variável consumo de plantas por peso inicial de peixes o tratamento com menor quantidade de indivíduos (15) foi o que apresentou maior valor, esta diferença pode ser devido a maior disponibilidade de plantas para os peixes, o que aumentou a quantidade de plantas consumida por biomassa inicial de peixes.

Não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos 15 e 20 para o consumo e controle, estes resultados são bastante interessante, pois, este organismo possui grande movimentação, controlando as macrófitas *C. demersum*, *E. densa* e *E. najas* em grandes áreas.

**Tabela 04**– Média e desvio padrão dos valores do ganho em comprimento total (GCT) e ganho em biomassa total (GBT) pelos indivíduos de carpa capim após consumo do *C. demersum*, *E. densa* e *E. najas*.

Número de peixes (n)	GCT (cm)			GBT (g)		
	Gramas	DP	Gramas	DP	Gramas	DP
15	0,77	a <sup>1</sup>	0,18	1,11	a	10,01
20	0,44	b	0,24	1,05	a	12,62
F	7,17			2,75		
p	<0,05 <sup>2</sup>			>0,05		

1 – Médias acompanhadas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher 5%. 2 – Valores de p menores que 0,05 indicam que houve diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade entre um ou mais tratamentos.

DP - Desvio padrão ( $\pm$ ).

Os maiores valores de ganho de crescimento total obtidos com menos indivíduos por microcosmos (15) é muito relevante, pois, quanto menor a quantidade de indivíduos de peixes, menor a competição entre os indivíduos e maior, a oferta de alimento. Para o ganho em biomassa total não ocorreu diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos com 15 e 20 peixes.

Para a segunda etapa o ganho de biomassa médio dos peixes após o período de predação das macrófitas *C. demersum*, *E. densa* e *E. najas* foi de 7,26 gramas no tratamento com 10 peixes, sendo significativamente ( $p<0,05$ ) maior que o avaliado no tratamento com 20 peixes (Tabela 05).

**Tabela 05** - Media e desvio padrão dos valores de ganho de biomassa dos peixes, biomassa restante úmida e seca das macrófitas após consumo da carpa capim.

N° de peixes (n)	Ganho de biomassa (g)		Biomassa restante úmida (g)		Biomassa restante seca (g)				
	Gramas	DP	Gramas	DP	Gramas	DP			
10	7,26	a <sup>1</sup>	2,27	35,44	a	16,43	7,34	A	3,25
20	2,35	b	1,29	27,04	a	18,23	4,54	B	1,80
F	17,62		1,75		8,45				
P	<0,05 <sup>2</sup>		>0,05		<0,05				

1 – Médias acompanhadas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher 5%. 2 – Valores de p menores que 0,05 indicam que houve diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade entre um ou mais tratamentos.

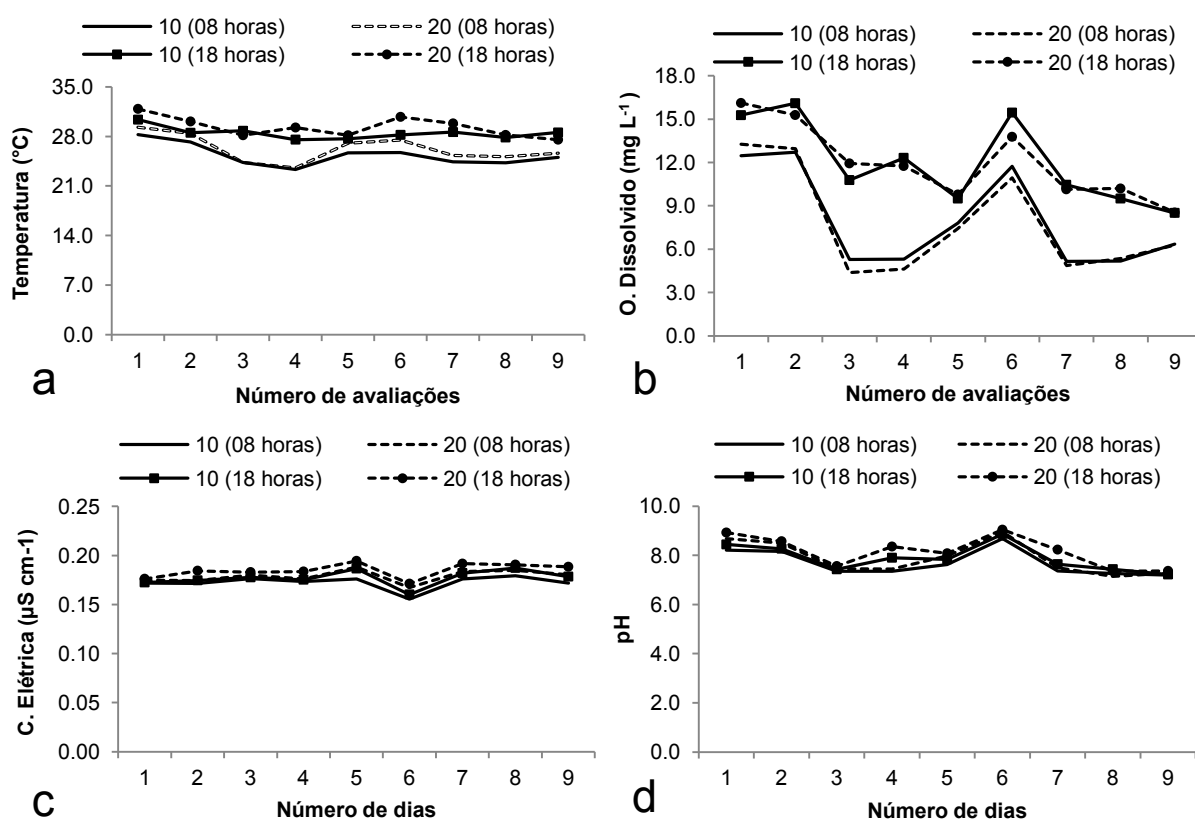
DP - Desvio padrão ( $\pm$ ).

Para a variável biomassa restante úmida não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos com 10 e 20 peixes (Tabela 05). Porém, para a biomassa restante seca o tratamento com 10 peixes foi significativamente maior ( $p<0,05$ ) que o com 20 peixes (Tabela 05).

O ganho de biomassa no tratamento com a menor quantidade de indivíduos de carpa capim apresentou um padrão de resposta que diferiu do observado na primeira etapa deste experimento. Para Savino & Stein (1982), a maior quantidade de indivíduos em uma determinada área promove, maior competição por recursos e espaço. Para biomassa remanescente seca ocorreu diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre os tratamentos, o maior valor foi para o tratamento com 10 peixes, o que deixou evidente o maior consumo no tratamento com 20 peixes.



Nas avaliações dos padrões de qualidade da água o menor valor médio de temperatura foi de  $23,32 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,47$  às 08:00 horas (10 peixes) e o maior foi de  $31,89 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1,19$  às 18:00 horas (20 peixes) (Figura 07a). A carpa capim tolera faixa de temperatura de 0 a  $33 \text{ }^\circ\text{C}$ , e atinge seu pico de consumo entre  $20$  a  $26 \text{ }^\circ\text{C}$  (SODERBERG, 1995), o valor ótimo de temperatura para o consumo está bem próximo dos obtidos neste trabalho, sendo que a temperatura ideal para o crescimento da carpa é entre  $24$  e  $28 \text{ }^\circ\text{C}$  (MAKINOUCI, 1980).



**Figura 05** - Valores mensurados das variáveis de qualidade da água: temperatura (a); oxigênio dissolvido (b); condutividade elétrica (c) e pH (d).

Para o oxigênio dissolvido os menores valores médios observados foram os avaliados às 08:00 horas da manhã (20 peixes) com  $4,38 \text{ mg L}^{-1} \pm 0,33$  e os mais elevados foram as 18:00 horas da tarde (20 peixes) com  $16,11 \text{ mg L}^{-1} \pm 1,12$  (Tabela 05b). Estes valores estão dentro da faixa de tolerância da carpa capim que suporta, breves períodos com baixa concentração de oxigênio dissolvido entre  $0,02$  e  $0,4 \text{ mg L}^{-1}$  (SODERBERG, 1995). No entanto, níveis abaixo de  $3,0 \text{ mg L}^{-1}$

geralmente causam estresse (CUDMORE & MANDRAK, 2004), sendo necessário nível acima de  $4,0 \text{ mg L}^{-1}$  (SODERBERG, 1995).

A condutividade elétrica não teve grande variação, os valores médios foram de  $0,171 \mu\text{s cm}^{-1} \pm 0,01$  (10 peixes) as 08:00 h para  $0,194 \mu\text{s cm}^{-1} \pm 0,01$  (20 peixes) as 18:00 h (Tabela 05c). O pH médio variou de  $7,1 \pm 0,07$  (10 peixes) as 08 horas para  $9,04 \pm 0,11$  (20 peixes) as 18 horas (Figura 05d). A carpa capim suporta uma faixa de pH entre 5,0 a 9,0, porém, não necessariamente expressa nesta condição todo o seu potencial de crescimento (CUDMORE & MANDRAK, 2004).

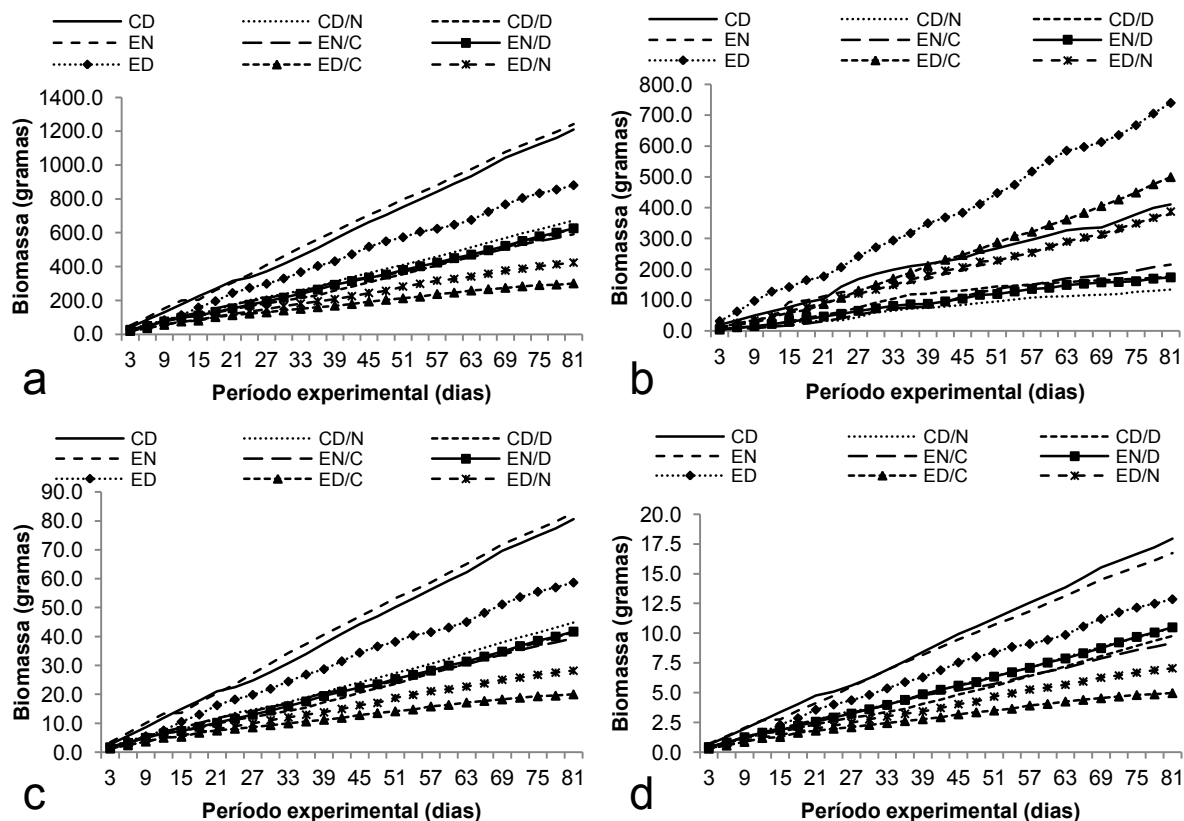
O padrão de preferência alimentar obtido na primeira etapa em que foi ofertada a biomassa das plantas nos mesocosmos (*C. demersum* > *E. densa* > *E. najas*) diferiu da obtida na segunda etapa em as macrófitas foram plantadas em vasos sendo a *E. najas* a preferida na presença de 10 indivíduos de carpa capim e a *E. densa* a mais predada por 20 peixes (Tabela 05).

#### 4.2. Experimento 02

A ordem de consumo acumulado pela carpa capim iniciou com a EN (1241,92 g); seguido do CD (1209,12 g); ED (880,3 g); CD/N (672,29 g); EN/D (625,82 g); CD/D (622,65 g); EN/C (590,57 g); ED/N (422,99 g) e ED/C (300,09 g) (Figura 06a).

Para a variável sobra, verificou-se que a sobra acumulada da ED (739,70 gramas) foi maior, seguida de ED/C (498,80 g), CD (410,88 g), ED/N (387,01 g), EN (379,26 g), EN/C (215,59 g), CD/D (176,24g), EN/D (176,24 g), CD/N (133, 87 g) (Figura 06b).

A ordem de plantas preferidas (EN > CD > ED) está de acordo com a avaliada para o peixe pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (MIYAZAKI & PITELLI, 2003). O CD foi mais bem controlado (predado) neste estudo, comparado a ED, diferindo do obtido por Cassani & Caton, (1983); Pine & Anderson, (1991) e Cudmore & Mandrak, (2004). A baixa predação da ED neste estudo pode ser devido os peixes serem jovens e possuírem dentes faríngeos pequenos e fracos e preferirem partes imaturas de plantas e plantas tenras (MURPHY et al., 2002).



**Figura 06** – Quantidades acumuladas de consumo de macrófitas nos mesocosmos (a), sobra (b), consumo individual (c) e consumo de biomassa por peso inicial de peixes (d).

Os maiores valores de consumo individual acumulado foram para EN (82,79 g), CD (80,61 g) e ED (58,69 g) e os menores foram para ED/C (20,01 g), ED/N (28,20 g) e EN/C (39,37 g) (Figura 06c). Para a variável, consumo de biomassa de planta por peso inicial de peixe acumulado, os maiores valores foram para CD (17,95 g), EN (16,73 g) e ED (12,86 g) e os menores foram ED/C (4,97 g), ED/N (7,06 g) e EN/C (9,19 g) (Figura 06d).

Extensas colonizações de macrófitas submersas (ED, EN e CD) além de prejudicarem os usos múltiplos da água, comprometem a qualidade da água, como exemplo, a diminuição da mistura natural da camada superficial, aumentando a temperatura durante o verão e interferindo na dinâmica de gases da coluna d'água (oxigênio e gás carbônico), causando odores desagradáveis e altas populações de mosquitos (GETTYS et al., 2009).

Para os valores médios de macrófitas remanescente (sobra), o mais elevado foi 27,40 g (ED) e o menor foi 4,96 g (CD/N), o maior consumo foi de 44,78 g (CD) e o menor foi de 11,11 g (ED/C), o maior consumo de planta por indivíduo foi no tratamento EN (3,07 g) e o menor foi para ED/C (0,74 g), o consumo médio de

biomassa por peso inicial de peixe foi de 0,66 g (CD) e menor foi 0,18 g (ED/C) e o maior valor médio de controle foi de 83,00% (CD/N) e o menor foi 37,05% (ED/C) (Tabela 06).

O consumo de macrófitas aquáticas pela carpa capim varia com a idade e o tamanho do animal (CYRINO et al., 2004). Peixes jovens, similar aos utilizados neste estudo, preferem os perifítons e partes imaturas das plantas e tendem a evitar plantas com folhas fortes e rugosas, como capins, grandes folhas flutuantes (*Nymphaea* spp.), plantas com gosto forte (*Polygonum hydropiperoides*) ou plantas tóxicas (MURPHY et al., 2002).

Quanto a variável consumo de biomassa por peso inicial de peixe, a oferta de 60 g de biomassa de plantas obrigou o agente de controle (*C. idella*) a consumir uma maior quantidade de plantas ofertadas individualmente (CD e EN), quando comparado às ofertadas em associação (CD/N e EN/D) (Tabela 06). Com a oferta das plantas em associação, o peixe teve maior opção de escolha, que diminuiu o valor do consumo de biomassa por peso inicial de peixe.

**Tabela 06** – Média e desvio padrão dos valores de sobra, consumo, consumo individual, consumo de biomassa por peso inicial de peixes e porcentagem de controle das macrófitas *C. demersum*, *E. najas* e *E. densa* isoladas e combinadas durante o período experimental.

Tratamentos	Sobra		Consumo (g)				Consumo p. indivíduo (g)		Consumo p. peso inicial (g)		Controle (%)					
	gramas	DP	gramas	DP	Gramas	DP	gramas	DP	gramas	DP						
CD	15,22	b <sup>1</sup>	4,08		44,78	a	4,08	2,99	a	0,07	0,66	a	0,11	74,64	ab	6,79
CD/N	4,96	c	0,38		24,90	c	5,77	1,66	c	0,10	0,39	bc	0,07	83,00	a	9,61
CD/D	6,53	c	0,90		23,06	c	5,63	1,54	c	0,09	0,36	cd	0,11	76,87	ab	9,39
EN	14,05	b	5,77		46,00	a	0,38	3,07	a	0,01	0,62	a	0,02	76,66	ab	1,26
EN/C	7,98	c	1,38		21,87	c	1,38	1,46	c	0,05	0,34	cd	0,03	72,91	b	4,60
EN/D	6,43	c	0,18		23,18	c	0,90	1,55	c	0,03	0,39	bc	0,06	77,26	ab	3,01
ED	27,40	a	5,63		32,60	b	0,55	2,17	b	0,02	0,48	b	0,03	54,34	c	1,84
ED/C	18,47	b	0,55		11,11	d	0,18	0,74	d	0,01	0,18	e	0,06	37,05	d	0,59
ED/N	14,33	b	1,22		15,67	d	1,22	1,04	d	0,04	0,26	de	0,03	52,22	c	4,06
F	13,30				46,04				46,04				17,28		23,56	
p	<0,05 <sup>2</sup>				<0,05				<0,05				<0,05		<0,05	

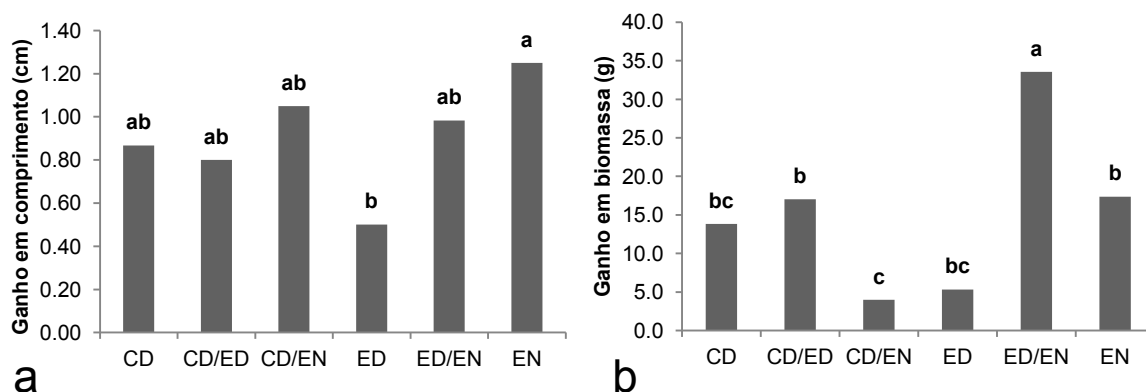
1 – Médias acompanhadas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher 5%. 2 – Valores de p menores que 0,05 indicam que houve diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade entre um ou mais tratamentos.

DP - Desvio padrão ( $\pm$ ).

Um dos problemas na utilização da carpa capim para controle de plantas aquáticas está no consumo de organismos não alvos e pela diminuição do esconderijo de invertebrados, pequenos peixes e crustáceos, devido à erradicação da vegetação (MILSTEIN, 1992).

Segundo SANTOS et al. (2006), a alimentação do peixe corvina (*Plagioscion squamosissimus*) foi de 75% com o camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) em ambientes com macrófita, enquanto que, em ambientes sem a macrófita ocorreu 100% de consumo. Para o tucunaré (*Cichla ocellaris*) em ambientes invadidos por *E. densa* a frequência de ocorrência do *M. amazonicum* com a macrófita foi de 44,5% em sua alimentação e de 45% de *M. amazonicum* associado a peixes na sua dieta alimentar sem a planta. Estes organismos beneficiam-se do aumento da oferta de alimento, da disponibilidade e diversidade de habitat e da proteção contra a predação de peixes (SANTOS et al., 2006).

Os maiores ganhos em comprimento foram obtidos para os tratamentos EN (1,25 cm) e CD/EN (1,05 cm) e os menores foram para ED (0,50 cm) e CD/ED (0,80 cm), (Figura 09a) com  $p > 0,05$ . Para o ganho em biomassa dos peixes os maiores ganhos foram obtidos para ED/EN (33,56 g) e EN (17,36 g), e os menores ganhos foram para CD/EN (3,99 g) e ED (5,30 g) (Figura 07b) com  $p < 0,05$ .



**Figura 07** – Média dos valores de ganhos de comprimento total (a) e ganho de biomassa total (b), da carpa capim exposta as macrófitas *C. demersum*, *E. densa* e *E. najas* isoladas e combinados após o período experimental.

O maior ganho em comprimento total para o peixe *C. idella* obtido neste estudo com a *E. najas*, não está de acordo com Corrêa et al. (2003), que descreveram a menor palatabilidade e maior teor de fibra bruta. Porém, quando em

combinação com a *E. densa* (ED/EN) teve maior ganho em biomassa de peixe, devido a *E. densa* possuir médio teor de proteína bruta, estrato não nitrogenados e minerais (CORRÊA et al., 2003).

Os menores valores no ganho de comprimento e ganho em biomassa total, obtidos com os tratamentos ED e CD/EN, respectivamente (Figura 07a e b), ocorreram provavelmente devido à subalimentação dos peixes que resultou no baixo índice de crescimento, peso e acentuada variação entre os indivíduos (MARQUES et al., 2004).

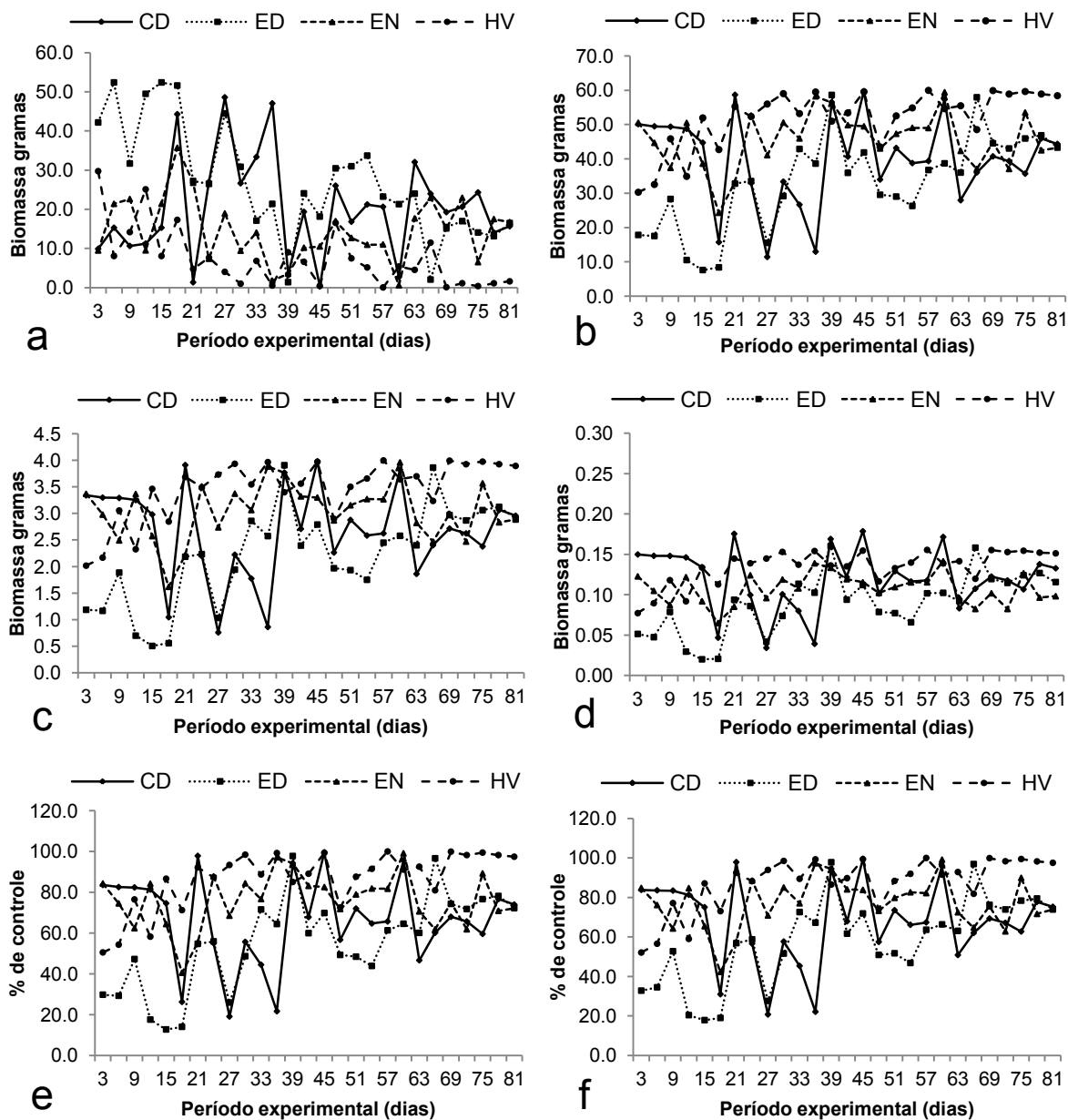
A quantidade de plantas presentes na dieta da carpa capim aumenta com a idade, mas, a alimentação de origem animal é importante (GETTYS et al., 2009), com zooplâncton sendo parcialmente substituída por bentos e pela fauna perifítica (ADÁMEK et al., 1996). Talvez este seja a explicação para o baixo crescimento das carpas em condição de mesocosmo.

Segundo CYRINO et al. (2004), o baixo crescimento e ganho em peso pode ser explicada pela deficiência em aminoácidos essenciais em peixes, que pode ter provocado redução na utilização de proteínas e por isso retardou o crescimento, diminui o ganho em peso e a eficiência alimentar.

### 4.3. Experimento 03

Os maiores resultados de sobra das macrófitas foram para *E. densa* (ED) e *C. demersum* (CD) que alteraram com o andamento do experimento, a partir do 27 dias ocorreu diminuição da sobra da ED (Figura 08a). A macrófita *H. verticillata* (HV) foi a que apresentou menor sobra, levando em consideração a maior parte das avaliações (Figura 08a). O consumo de plantas pelo peixe *C. idella* apresentou um padrão inversamente proporcional à sobra (Figura 08b).

O consumo de biomassa por indivíduos e por peso inicial peixes, variaram entre as espécies CD, ED e *E. najas* (EN). A HD foi a mais consumida após 27 dias de experimento (Figura 08b e c). Ocorreu maior controle da HV e EN e em menor intensidade para CD e ED (Figura 08e e f).



**Figura 08** – Quantidades de macrófitas remanescentes (sobra) (a), consumo (b), consumo de biomassa por indivíduo (c), consumo de biomassa por peso inicial de peixes (d), controle (e) e controle com base equação de Henderson e Tilton (f), durante o período experimental.

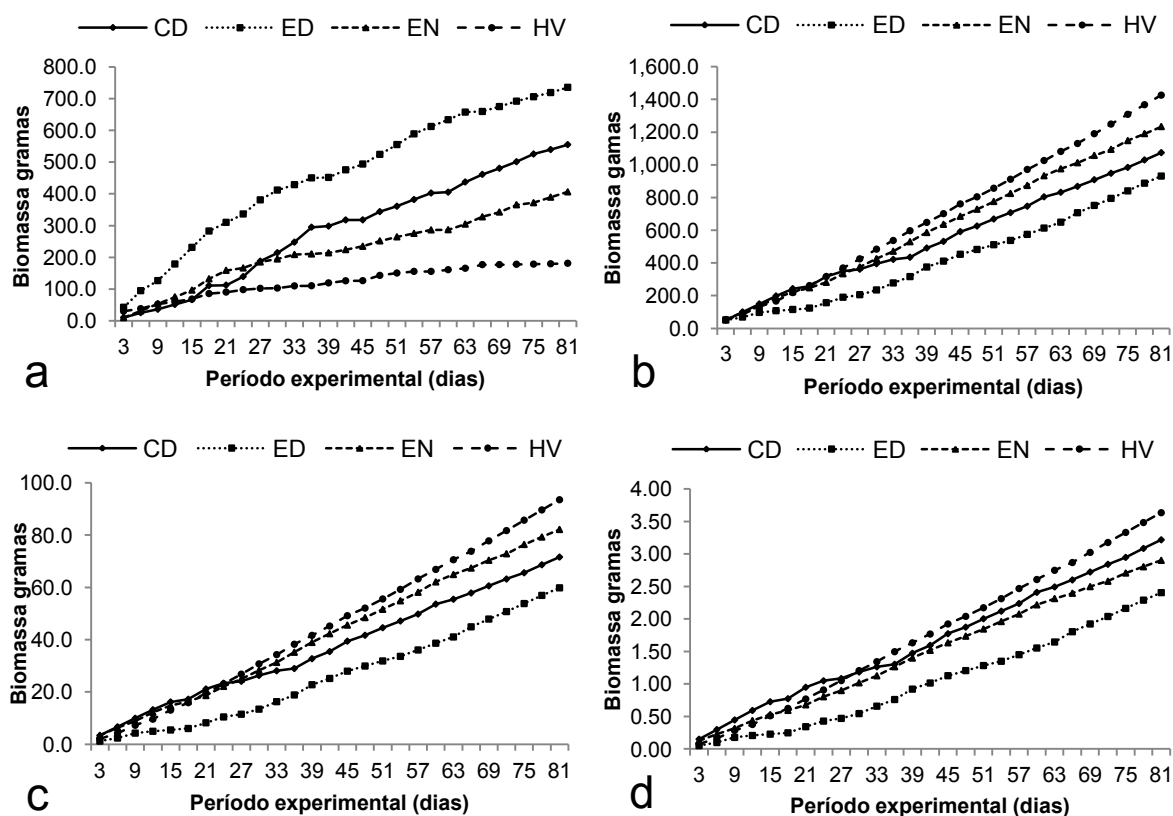
A preferência alimentar da carpa capim pela macrófita *H. verticillata*, comparado a *E. densa* e *C. demersum*, neste estudo, foi semelhante ao avaliado por Pine & Anderson, (1991) com a carpa capim triploide na ordem: *Potamogeton nodosus* > *H. verticillata* > *Elodea nutalii* > *E. densa* > *P. crispus* > *Ludwigia peploides* > *P. pectinatus* > *Chara flexis* > *Eleocaris acicularis* > *Myriophyllum aquaticum* > *M. spicatum* > *Eichhornia crassipes* > *C. demersum* simulando



ambiente natural. Para a carpa capim diplóide a preferência alimentar para *H. verticillata* (473 gramas) também foi superior ao *C. demersum* (109 gramas) (FILIZADEH et al., 2007).

A sobra acumulada durante o período experimental foi maior para ED (732,6 g), seguida de CD (550,9 g), EN (394,2 g) e HV (197,9 g) (Figura 09a). Em relação ao consumo acumulado, ocorreu predominância pela HV (1402,6 g), com pequena vantagem sobre EN (1231,9), para CD o consumo acumulado também ultrapassou um quilograma (1073,8 g), mas, para EN este consumo foi apenas 897,3 gramas em 81 dias (Figura 09b).

No consumo de biomassa por indivíduo acumulado a HV foi a mais predada com 93,51 g, seguida pela EN (82,13 g), CD (71,59 g) e ED (59,82 g) (Figura 09c). O consumo de biomassa por peso inicial de peixes, acumulado, apresentou 3,63 g para HV; 3,22 para CD; 2,90 para EN e 2,41 g para ED (Figura 09d).



**Figura 09** – Variáveis acumuladas de macrófitas nos 81 dias de sobra (a), consumo (b), consumo de biomassa por indivíduo (c) e consumo de biomassa por peso inicial de peixes (d).

A *E. densa* foi menos consumida, porém, na ausência das plantas mais palatáveis (*H. verticillata*, *E. najas* e *C. demersum*) os peixes irão controlar a menos preferida (*E. densa*) (VAN DYKE et al., 1984).

A carpa capim (*C. idella*) além do elevado consumo de macrófitas apresenta uma grande movimentação, aumentando sua área de atuação (controle), se diferenciando de alguns agentes de controle biológicos como o *Eccritotarsus catarinensis* para *Eichhornia crassipes* (STANLEY & JULIEN, 1999), *Mycoleptodiscus terrestris* para *H. verticillata* (SHEARER & JAKSON, 2006), *Fusarium graminearum* para *E. najas* e *E. densa* (BORGES & PITELLI, 2004), *Agasicles hygrophila* para *Alternanthera phyloxeroides* e *A. sessilis* (JUNJIAO et al., 2010) e *Cyrtobagous salviniae* para *Salvinia molesta* (SULLIVAN et al., 2011).

Para os tratamentos com apenas uma espécie de macrófita (60 gramas inicial) foi observado sobre para *E. densa* (ED) > *C. demersum* (CD) > *E. najas* (EN) > *H. verticillata* (HV) (Tabela 07). As variáveis consumo, consumo de biomassa individual, controle e controle por Henderson e Tilton a ordem foi HV > EN > CD > ED, exceto pela variável consumo de biomassa por peso inicial de peixes, sendo HV > CD > EN > ED (Tabela 07).

Embora o agente de controle (carpa capim) tenha preferido a *H. verticillata* comparado as demais, os resultados deixaram claro sua eficiência no controle biológico de macrófitas aquáticas submersas. As espécies *H. verticillata*, *C. demersum* e *E. najas* foram controladas de forma eficiente, em geral, acima de 70%, porém, mesmo para *E. densa* em que o controle foi inferior (55%), os resultados mostram que a predação da carpa capim não permitirá as macrófitas expandam suas populações da forma como está ocorrendo atualmente em vários reservatórios no Brasil como os da CESP (RODELLA et al., 2006), Paulo Afonso-Bahia (NASCIMENTO et al., 2008), Porto Primavera (MARTINS et al., 2009) e Alagados (ROCHA & MARTINS, 2011).

**Tabela 07** – Média e desvio padrão dos valores de sobra, consumo, consumo de biomassa por indivíduo, consumo de biomassa por peso inicial de peixe, controle e controle por Henderson e Tilton do peixe carpa capim exposto a macrófitas submersas *C. demersum* (CD), *E. densa* (ED), *E. najas* (EN) e *H. verticillata* (HV) durante o período experimental.

Macrófitas	Sobra		Consumo		Cons. Bio. p/ indivíduo		Cons. Bio. p/ peso inicial		Controle (%)		Controle p/ H e T (%)							
	Gramas	DP	Gramas	DP	Gramas	DP	Gramas	DP	Gramas	DP	Gramas	DP						
CD	20,40	b <sup>1</sup>	5,11	39,80	b	5,11	2,65	b	0,34	0,12	ab	0,02	66,29	b	8,52	67,60	b	8,30
ED	27,10	a	6,40	33,20	c	6,40	2,22	c	0,43	0,09	c	0,01	55,39	c	10,6	57,90	c	10,0
EN	14,60	b	3,76	45,60	b	3,76	3,04	b	0,25	0,11	b	0,01	76,04	b	6,28	77,10	b	5,93
HV	7,30	c	3,57	51,90	a	3,57	3,46	a	0,24	0,13	a	0,03	86,58	a	5,95	87,20	a	5,62
F	15,58		14,06		14,06		14,06		10,76		14,06		13,54					
p	<0,05 <sup>2</sup>		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05					

1 – Médias acompanhadas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher 5%. 2 – Valores de p menores que 0,05 indicam que houve diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade entre um ou mais tratamentos.

DP - Desvio padrão (±).

Para o tratamento com as quatro macrófitas juntas à ordem da sobra de plantas nos mesocosmos foi *E. densa* > *E. najas* > *C. demersum* > *H. verticillata* (17,49; 13,01; 11,64 e 4,40 gramas, respectivamente). Para o consumo (25,60; 18,40; 17,00 e 12,50), consumo de biomassa por indivíduo (1,71; 1,22; 1,13 e 0,83), controle (85,33; 61,20; 56,65 e 41,69%) e controle por Henderson e Tilton (86,14; 62,45; 58,58 e 45,84%), a ordem foi *H. verticillata* > *C. demersum* > *E. najas* > *E. densa*, respectivamente, e para o consumo de biomassa por peso inicial de peixes a ordem foi *H. verticillata* > *C. demersum* = *E. najas* > *E. densa* (0,06; 0,04; 0,04 e 0,03 gramas, respectivamente).

A carpa capim pode consumir diariamente um alto percentual do seu peso corporal, este elevado consumo se deve à baixa digestibilidade da matéria vegetal, com a necessidade de uma grande quantidade de biomassa para suprir seus requerimentos nutricionais (MUKHOPADHYAY & KAUSHIK, 2001). A preferência alimentar deste peixe para *H. verticillata* é muito interessante por esta planta ser uma invasora exótica (HOFSTRA et al., 2010; SCHULTZ & DIBBLE, 2012), e muito agressiva, não apenas no Brasil (PINE & ANDERSON, 1991; HOFSTRA et al., 1999; ANDERSON et al., 2007; SOUSA, 2011).

Também o potencial competitivo desta planta é superior as demais (*C. demersum*, *E. densa*) como o observado por HOFSTRA et al. (1999), em que a biomassa e o número de tubérculos da *H. verticillata* em tanques de *C. demersum* e *E. densa* foi superior ao obtido em tanques com apenas a *H. verticillata* e a presença do peixe impedirá que suas populações se instalem e cresçam de forma exponencial nos corpos hídricos brasileiros. O maior controle da *H. verticillata* é bastante coerente com os ensinamentos de biologia evolutiva, pois tanto a carpa capim quanto a *H. verticillata* são proveniente da mesma região do globo terrestre e, com muita probabilidade, co-evoluíram em um ambiente comum, ambos os organismos são provenientes da Ásia (RAIBLEY et al., 1995).

Na oferta de 60 g de biomassa de plantas, a carpa capim foi obrigada a se tornar um consumidor especialista obrigatório, diferindo do tratamento em que foram ofertadas todas as plantas ao mesmo tempo, que embora tivesse menor quantidade de planta (por espécie), o peixe tinha maior opção de escolha, que diminuiu o valor do consumo por peso inicial de peixe por ter mais opções de plantas (Tabela 07).

Os dados presentes na tabela 08 evidenciaram que ocorreu ganho de comprimento total (GCT) e ganho em biomassa total (GBT), pelos indivíduos de carpa capim com o consumo de qualquer uma das macrófitas aquáticas submersas isoladas e na situação em que as quatro espécies foram oferecidas juntas.

O tratamento *C. demersum* foi o maior no ganho em comprimento total (GCT) (1,81 cm) e o segundo maior tratamento com relação ao ganho em biomassa total (GBT) (2,48 g) (Tabela 08), este fato pode ter ocorrido devido ao *C. demersum* possuir maior teor de proteína bruta, estrato não nitrogenados e nitrogênio digestíveis totais (CORRÊA et al., 2003), comparado aos demais tratamentos. Os menores valores de GCT e GBT, obtidos com o tratamento *E. najas*, ocorreu provavelmente devido à subalimentação dos peixes que resultou no baixo índice de crescimento e peso e acentuada variação os indivíduos (CASTAGNOLLI, 1992).

**Tabela 08** – Média e desvio padrão dos valores do ganho em comprimento total (GCT) e ganho em biomassa total (GBT) da carpa capim após consumo do *C. demersum* (CD), *E. densa* (ED), *E. najas* (EN), *H. verticillata* (HV) e das quatro macrófitas juntas após o período experimental.

Tratamentos	GCT (cm)			GBT (g)		
	Gramas	DP		Gramas	DP	
CD	1,81	a <sup>1</sup>	0,86	2,48	a	0,37
ED	0,57	ab	0,71	1,43	ab	0,65
EN	0,36	b	0,06	0,79	b	0,16
HV	1,69	ab	0,65	1,80	ab	0,40
Quatro plantas	0,78	ab	0,06	2,59	a	0,46
F	2,38			2,75		
p	>0,05 <sup>2</sup>			>0,05		

1 – Médias acompanhadas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher 5%. 2 – Valores de p menores que 0,05 indicam que houve diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade entre um ou mais tratamentos.

DP - Desvio padrão ( $\pm$ ).

Para as variáveis GCT, o teste de Fisher mostrou que os indivíduos de *C. idella* alimentadas com *C. demersum* ganharam mais extensão. No entanto, para a variável GBT os maiores resultados foram com a oferta das quatro plantas ao

mesmo tempo. Os menores valores de GCT e GBT foram para o tratamento *E. najas* (Tabela 08).

A quantidade de plantas presentes na dieta dos peixes aumenta com a idade, porém, a alimentação de origem animal é também importante (FISCHER, 1973), como o zooplankton que parcialmente é substituído por bentos e especialmente, a fauna perifítica (ADÁMEK et al., 1996). Talvez esta seja a explicação para o baixo crescimento das carpas em condição de mesocosmo. A especificidade do peixe para as macrófitas aquáticas também varia com o tamanho do animal (CATARINO et al., 1997).

É importante ressaltar que o peixe carpa capim é eficaz no controle biológico de macrófitas aquáticas, porém, um dos problemas em seu uso está no consumo de organismos não alvos, principalmente em canais conectados, sendo uma preocupação visto que a remoção de grandes quantidades deste peixe é muito difícil (ZAJICEK et al., 2009). A total eliminação da vegetação aquática geralmente resulta na mudança na qualidade da água, uma vez que a carpa capim consome grande parte da vegetação de entorno o que ocasiona a alteração na composição da flora e da fauna pré-existente (PÍPALOVÁ, 2002; GETTYS et al., 2009).

O controle biológico eficaz depende da introdução antecipada do agente de controle biológico no período anterior ao rápido crescimento da vegetação, quando o peixe é capaz de reduzir ou controlar a vegetação, a flutuação do nível da água também deve ser previsto e levado em consideração, sendo que, uma redução drástica do nível da água pode causar uma super densidade de *C. idella* no corpo hídrico (CUDMORE & MANDRAK, 2004).

Também a reposição (manutenção) dos estoques de peixe devido à perda pela predação por outros peixes, pássaros e lontras pode variar entre 7 a 70% após um ano (GETTYS et al., 2009), o que compromete a eficiência de controle das plantas aquáticas. Além disso, o controle pela carpa capim é afetado pelo tamanho do peixe, características ambientais (temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido) e pela maturidade sexual do peixe que acontece aos 2 ou 3 anos de idade (RAIBLEY et al., 1995).

A carpa capim apresenta muitas vantagens no uso para manejo de plantas aquáticas, mas, a introdução de espécie exótica requer observação criteriosa e

cuidados para que não ocorram mudanças na estrutura da comunidade de peixes nativos (HRABIK et al., 1998) como, alterações no habitat, competição, hibridação e introdução de patógenos e doenças (HALL & MILLS, 2000). A carpa capim não deve ser tratada com organismo exótico invasor exótico, uma vez que sua reprodução é muito pouco provável nas condições brasileiras (CYRINO et al., 2004). O perigo de que se torne um organismo invasor é muito baixo, sendo que, a mais de 40 anos há indivíduos diploides sendo comercializados por criadores de alevinos e não há relato de expansão populacional destes organismos em corpo hídrico brasileiro (CYRINO et al., 2004; PIEDRAZ et al., 2006).

A carpa capim no primeiro experimento apresentou maior consumo, ganho de biomassa e controle com os tratamentos com a menor quantidade de indivíduos em condição de microcosmos de 250 L.

No segundo experimento, em mesocosmo de 2000 L a carpa capim preferiu a *E. najas* sozinha e combinada com o *C. demersum* e no terceiro experimento preferiu a *H. verticillata* tanto isolada quanto juntas com as plantas (*C. demersum*, *E. densa* e *E. najas*). O que demonstra a necessidade de mais estudos de preferência alimentar da carpa capim e controle das macrófitas *H. verticillata*, *C. demersum*, *E. densa* e *E. najas* em grande escala.

Assim, a avaliação dos resultados mostrou que a predação da carpa capim não permitirá que as macrófitas expandam suas populações da forma como está ocorrendo atualmente (MARTINS et al., 2009; ROCHA & MARTINS, 2011).

## **5.CONCLUSÃO**

A utilização do peixe carpa capim (*C. idella*) como agente de controle biológico apresenta vantagens por possuir elevadas taxas de consumo sendo mais uma ferramenta eficiente para o controle de macrófitas aquáticas submersas no Brasil.



## REFERÊNCIAS

- ADÁMEK, Z.; HORECK, M.; FASAIC, K. Food relationships among young tench (*Tinca tinca* L.), grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) and silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.). **Polycultures Inchnthyos**, v. 13, p. 50-61, 1996.
- ADAMS, E. B. **Fungi in classical biocontrol of weeds**. In: Burge, N.M., (Ed.). *Fungi in Biological Control Systems*. Manchester, UK: Manchester University Press, 1988. p. 111-123.
- ADEKOYA, B. B. Chemical control of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) at Ere, Ogun State, Nigeria: Implications for aquatic and terrestrial biodiversity conservation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WATER HYACINTH, 2002, New Bussa. **Proceedings...**New Bussa: National Institute for Freshwater Fisheries Research, 2002. p. 86-98.
- ALLEN, S. K.; WATTENDORF, R. J. Triploid grass carp: status and management implications. **Fisheries**, v. 12, n. 4, p. 20-24. 1987. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1577/1548-8446>>.
- AMARAL, A. M. A. **Espécies para plataformas de evapotranspiração, capacidade de evapotranspiração e adaptação climática**. 2013. 58 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura Paisagista) – Universidade do Algarve, Faculdade de Ciência e Tecnologia, 2013.
- ANDERSON, L.W.J.; PITELLI, R. A.; CARRUTHERS, R.; PITELLI, R. L. C. M. First Hydrilla found in Brazil: Implications and further dispersal and likely impacts. In: **Aquatic Plant Management Society Annual Meeting, 25º**, San Antonio, Texas. 2005. Abstract, p.11-13.
- AVILA, Z. R.; PITELLI, R. A. Crescimento, esporulação e virulência do inoculo de *Cercospora piaropi*, agente de biocontrole do aguapé. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 189-192, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582004000200011>>.
- BORGES, N.; PITELLI, R. A. Adjuvantes e herbicidas e a infectividade de *Fusarium graminearum*, agente potencial de biocontrole de *Egeria densa* e *Egeria najas*. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 77-83, 2004. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582004000100010>>.
- CATARINO, L. F. FERREIRA, M. T.; MOREIRA, I. S. Preferences of grass carp for macrophytes in Iberian Drainage Channels. **Journal Aquatic Plant Management**. v. 36, p. 79-83, 1997.
- CHARUDATTAN, R. Prospects for biological control of weeds by plant pathogens. **Fitopatologia Brasileira**, v. 15, p. 13-19, 1990.

CHARUDATTAN, R. The mycoherbicide approach with plant pathogens. In: TEEBEST (Ed.). **Microbial control of weeds**. New York: Chapman and Hall, 1991. 24-57 p.

CHILTON, N. W.; MUONEKE, M. I. Biology and management of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) for vegetation control: A north american perspective. **Reviews in fish biology and fisheries**, v. 2, p. 283-320, 1992. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1007/BF00043520>>.

COOK, C. D. K; LUOND, R. A revision of the genus Hydrilla (Hydrocaritaceae). **Aquatic Botanic**, v. 13, p. 485-504, 1982.

CORRÊA, M. R.; VELINI, E. D.; ARRUDA, D. P. Composição química e bromatológica de *Egeria densa*, *Egeria najas* e *Ceratophyllum demersum*. **Planta Daninha**, v. 21, p. 7-13, 2003. Edição Especial. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582003000400002>>.

CROSS, E. M.; ERHARD, D.; IVÁNYI, E. Allelopathic activity of *Ceratophyllum demersum* L. and *Najas marina* ssp. *Intermedia* (Wolfgang) Casper. **Hydrobiologia**, v. 506-509, p. 583-589, 2003. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1023/B:HYDR.0000008539.32622.91>>.

CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva: **Sociedade brasileira de aquicultura e biologia aquática**. São Paulo: TecArt. 2004, 533 pp.

CUDMORE, B.; MANDRAK, N. E. Biological synopsis of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2705**: p. 44, 2004.

DAS, K. M.; TRIPATHI, S. D. Studies of digestive enzymes of grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Val.). **Aquaculture**, v. 92, p. 21-32, 1991. Disponível em <[http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486\(91\)90005-R](http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(91)90005-R)>.

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos em Limnologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência., 1998, 575pp.

EZERI, G. N. O. Effect of Herbicidal Control of Water Hyacinth on Fish Health at the Ere Channel, Ogun State, Nigeria. **Journal of Applied Sciences & Environmental Management**, Port Harcourt, v. 6, p. 49-52, 2002. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.4314/jasem.v6i1.17195>>.

FILIZADEH, Y.; AHMADI, H.; ZOLFINEJAD, K. The feeding preference of grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Val.) for ten aquatic plant. **Proceeding of the Fourth International Iran & Russia Conference**, p. 1447-1451, 2007.

FISHER, Z.; LYAKHNOVICH, V. P. Biology and bioenergetics of grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Val.). **Polish Archives of Hydrobiology**, v. 20, n. 521-557, 1973.

GANGSTAD, E. O. **White Amur Fish for Aquatic Plant Control**. In: Fresh water vegetation management. Thomas Publishers, Fresno, CA. 1986, 109-131 pp.

GEORGE, T. T. The Chinese grass carp *Ctenopharyngodon idella*, its biology, introduction, control of macrophytes and breeding in the Sudan. **Aquaculture**, v. 27, p. 317-327, 1982. Disponível em <[http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486\(82\)90068-0](http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(82)90068-0)>.

GETTYS, L. A.; HALLER, W. T.; BELLAUD, M. **Biology and control of aquatic plant: A best management practices handbook**. Aquatic Ecosystem Restoration Foundation, Marietta GA, 2009, 210 pp.

GRODOWITZ, M. J.; CENTER, R. D.; CONFRANCESCO, A. E.; FREEDMAN, J. A. Release and establishment of *Hydrellia balciunasi* (Diptera: Ephydriidae) for the biological control of the submersed aquatic plant *Hydrilla verticillata* (Hydrocharitaceae) in the United States. **Biological Control**, v. 9, p. 15-23, 1997.

GUIMARÃES, G. L. **Impactos do controle de macrófitas aquáticas com o herbicida 2,4 D em mesocosmos**. 2004. 153 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) -Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

HALL, S. R.; MILLS, E. L. Exotic species in large lakes of the world. **Aquatic Ecosystem Health and Management**, v. 3, n. 1, p. 105-135, 2000. Disponível em <<http://dx.doi.10.1080/14634980008656995>>.

HARLEY, K. L. S; FORNO, I. W. **Biological control of weeds: a handbook for practitioners and students**. Sydney: Inkata Press, 1992. 74 pp.

HENDERSON, C. F.; TILTON, E. W. Tests with acaricides against the brow wheat mite. **Journal of Economic Entomology**, v. 48, p. 157-161, 1955.

HERMES, C. A.; TAKAMATSU, A. A.; SEEFELD, M. Cultivo de peixes em biossistema integrado. **Revista Varia Scientia**, v. 07, p. 11-24, 2007.

HOFSTRA, D. E.; CLAYTON, J.; GREEN, J. D.; AUGER, M. Competitive performance of *Hydrilla verticillata* in Nova Zelandia. **Aquatic Botany**, v. 63, p. 305-324, 1999. Disponível em <[http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3770\(98\)00125-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3770(98)00125-9)>.

HOFSTRA, D.; CHAMPION, P.; CLAYTON, J. Predicting invasive success of *Hydrilla verticillata* (L.F.) Royle in flower water. **Hydrobiologia**, v. 656, p. 213-219, 2010.

HORVATH, L.; TOMÁS, G.; SEAGRAVE, J. **Carp and pond fish culture**. Fishing News Books, 1992. 158 pp.

HRABIK, S. G.; MAGNUSON, J. J.; MCLAIN, A. S. Predicting the effects of rainbow smelt on native fishes in small lakes: evidence from long-term research in two lakes. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 55, p. 1364-1371, 1998.

JUNJIAO, L.; LONGLONG, Z.; RUIYAN, M.; PINGPING, Z.; RENJUN, F.; JINTONG, Z. Performance of the biological control agent flea beetle *Agasicles hygrophila* (Coleoptera: Chrysomelidae), on two plant species *Alternanthera philoxeroides*

(alligatorweed) and *A. sessilis* (joyweed). **Biological Control**, v. 54, p. 9-13, 2010. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2010.02.012>>.

KAHARA, S. M.; VERMAAT, J. E. The effect of alkalinity on photosynthesis-light curves and inorganic carbon extraction capacity of freshwater macrophytes. **Aquatic Botanic**, v. 75, p. 217-227, 2003. Disponível em <[http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3770\(02\)00179-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3770(02)00179-1)>.

LESEL, R.; FROMAGEOT, C.; LESEL, R. Cellulose digestibility in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) and in goldfish (*Carassius auratus*). **Aquaculture**, v. 54, p. 11-17, 1986. Disponível em <[http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486\(86\)90249-8](http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(86)90249-8)>.

LESLIE, A. J. J. M.; VAN DYKE, R. S.; HESTAND B. Z. Management of aquatic plants in multi/ use lakes with grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **Lake and Reservoir Management**, v. 3, p. 266-276, 1987. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1080/07438148709354782>>.

MAKINOUCI, S. Criação da carpa capim em água parada. **Informe Agropecuário**, v. 6, n. 67, p. 30-47, 1980.

MARQUES, N. R.; HAYASHI, C.; SOUZA, C. R.; SOARES, T. Efeito de diferentes níveis de arraçoamento para alevinos de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) em condições experimentais. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 30, n. 1, p. 51-56, 2004.

MARTINS, D.; COSTA, N. V.; TERRA, M. A.; MARCHI, S. R. Caracterização da comunidade de plantas aquáticas de dezoito reservatórios pertencentes a cinco bacias hidrográficas do estado de São Paulo. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p.17-32, 2008. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582008000100003>>.

MARTINS, D.; PITELLI, R. A.; TOMAZELLA, M. S.; TANAKA, R. H.; RODRIGUES, A. C. P. Levantamento da infestação de plantas aquáticas em porto primavera antes do enchimento final do reservatório. **Planta Daninha**, v. 27, p. 879-886, 2009.

MICHELSENS, C. G.; LORENZEN, K.; PHILIPS, M. J.; GAUTHIER. Asian carp farming systems: towards a typology and increased resource use efficiency. **Aquaculture Research**, v. 33, p. 403-413, 2002. Disponível em <<http://doi:10.1046/j.1365-2109.2002.00686.x>>.

MILSTEIN, A., Ecological aspects of fish interactions in polyculture ponds. **Hydrologia**, v. 231, p. 177-186, 1992. Disponível em <<http://doi:10.1007/BF00018201>>.

MIRANDA, M. R.; COELHO-SOUZA, S. A.; GUIMARÃES, J. R. D.; CORREIRA, R. R. S.; OLIVEIRA, D. Mercúrio em sistemas aquáticos: fatores que afetam a metilação. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, p. 240-251, 2007.

MIYAZAKI, D. M. Y.; PITELLI, R. A. Estudo do potencial do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) como agente de controle biológico de *Egeria densa*, *E. najas* e *Ceratophyllum demersum*. **Planta Daninha**, v. 21, p. 53-59, 2003. Edição Especial.

MORI, E. S.; GOUVEA, C. F.; LEITE, S. M. M.; MARINO, C. L.; MARTINS, D.; VELINI, E. Caracterização genética de populações de *Egeria najas* presentes no reservatório de Jupia e rios afluentes. **Planta Daninha**, v. 17, n. 2, p. 217-225, 1999.

MORTENSEN, K. **Biological control of weed using microorganisms**. In: BOLAND, G.J. & KUYKENDALL, D., (Eds.). *Plant- Microbe Interactions and Biological Control*. New York, EUA: MARCEL DEKKER, 1998. 223-249 pp.

MUKHOPADHYAY, P. K.; KAUSHIK, S. J. Nutritional requirements of the Indian major carps. **International Aquafeed Directory and Buyers Guide**, v. 1, p. 28-32, 2001.

MURPHY, J. E.; BECKMEN, K. B.; JOHNSON, J. K.; COPE, R. B.; LAWMASTER, T.; BEASLEY, V. R. Toxic and Feeding deterrent effects of native aquatic macrophytes on exotic grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **Ecotoxicology**, v. 11, p. 243-254, 2002. Disponível em <<http://doi.10.1023/A:1016344103565>>.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, G.; BAUMGARTNER, A.; BIALETZKI, P. V.; SANCHES, M. C.; PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá: EDUEM, 2001, 378pp.

NASCIMENTO, P. R. F.; PEREIRA, S. M. D.; SAMPAIO, E. V. S. B. Biomassa de *Egeria densa* nos reservatórios da hidrelétrica de Paulo Afonso-Bahia, **Planta Daninha**, v. 26, p. 481-486, 2008.

NATAL, D.; PAGANELLI, C. H.; SANTOS, J. L. F. Composição da população adulta de *Culex* (*Culex*) *quinquefasciatus* SAY, 1823 em ecótonos próximos à represa Edgard de Souza, Município de Santana do Paranaíba, Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 35, p. 539-43, 1991.

OLIVEIRA, A. E. S.; MACHADO, C. J. S. A experiência brasileira diante das espécies exóticas invasoras e a perspectiva de formulação de uma política pública nacional. **Ciência e Cultura**, v. 61, p. 23-26, 2009.

OPUSZÝNSKI, K.; SHIREMAN, J. V. **Herbivorous Fishes**, Culture and Use for Weed Management . CRC Press, 1995, 223 pp.

PEDRALLI, G. Macrófitas aquáticas como bioindicadoras da qualidade da água: alternativas para usos múltiplos de reservatórios. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (Ed.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas: alternativas para o uso múltiplo da água**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2003. 171-188 pp.

PELICICE, F. M.; AGOSTINHO, A. A. Feeding ecology of fishers associated with *Egeria* spp. patches in tropical reservoir, Brazil. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 15, p. 10-19, 2006.

PIEDRAZ, S. R. N.; POUHEY, J. L. O. F.; MORAES, P. R. R. Comportamento alimentar e reprodutivo de peixes exóticos e nativos na zona sul do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociências**, v. 12, p. 341-344, 2006.

PINE, R. T.; ANDERSON, L. W. J. Plant preference of triploid grass carp. **Journal Aquatic Plant Management**, v. 29, p. 80-82, 1991.

PÍPALOVÁ, I. Initial impact of low stocking density of grass carp on aquatic macrophytes. **Aquatic Botany**, v. 73, p. 9-18, 2002. Disponível em <[http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3770\(01\)00222-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3770(01)00222-4)>.

PITELLI, R. A. **Macrófitas Aquáticas do Brasil, na condição de problema**. In: Workshop Controle de Plantas Aquáticas, 1998, Brasília. Resumos... Brasília: IBAMA, p.19, 1998.

PITELLI, R. A.; NACHTIGAL, G. F.; PITELLI, R. L. C. M. Controle biológico de plantas daninhas. In *Manzanillo: Congresso Latinoamericano de Malezas*, v. 16, p. 518-524, 2003.

PITELLI, R. L. C. M. **Abordagens multivariadas do estudo da dinâmica de comunidades de macrófitas aquáticas**. 2006. 60 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp – Campus de Botucatu, 2006

PITELLI, R. L. C. M.; TOFFANELI, C. M.; VIEIA, E. A.; PITELLI, R. A.; VELINI, E. D. Dinâmica da comunidade de macrófitas aquáticas no reservatório de Santana, RJ. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 473-480, 2008.

PITELLI, R. A.; BISIGATTO, A. T.; KAWAGUCHI, I.; PITELLI, R. L. C. M. Doses e horários de aplicação do diquat no controle de *Eichhornia crassipes*. **Planta Daninha**, v. 29, n. 2, p. 269-277, 2011. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582011000200004>>.

POMPEO, M. Monitoramento e manejo de plantas aquáticas. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, 2008.

RAIBLEY, P. T.; BLODGETT, D.; SPARKS, R. E. Evidence of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) reproduction in the Illinois and Upper Mississippi Rivers. **Journal Freshwater Ecology**, v. 10, p. 65-74, 1995. Disponível em <<http://doi.10.1080/02705060.1995.9663418>>.

ROCHA, D. C.; MARTINS, D. Levantamento de plantas aquáticas no reservatório de alagados, Ponta Grossa-PR. **Planta Daninha**, v. 29, p. 237-246, 2011. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582011000200001>>.

RODELLA, R. A.; COSTA, N. V.; COSTA, L. D. N. C.; MARTINS, D. Diferenciação entre *Egeria densa* e *Egeria najas* pelos caracteres anatômicos foliares. **Planta Daninha**, v. 24, p. 211-220, 2006. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582006000200002>>.

ROSA, C. S. **Efeitos da incorporação de biomassa seca de *Eichhornia crassipes* e *Brachiaria mutica* sobre propriedade químicas e biológicas de um Latossol Vermelho Escuro, textura média sob uso agrícola**. 2004. 69 f.

Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

SANTOS, E.; GOMES, S. O.; LOPES, J. P. Contribuição de elódea *Egeria densa* à piscicultura através da colonização do camarão-canela *Macrobrachium amazonicum* no submédio rio São Francisco. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 1, n. 1, 2006.

SAVINO, J. F.; STEIN, R. A. Predator-prey interaction between largemouth bass and bluegills as influenced by simulated submersed vegetation. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 111, n. 3, p. 255-266, 1982. Disponível em <<http://doi.10.1577/1548-8659>>.

SCHOONBEE, H. J. Biological control of fennel-leaved pondweed, *Potamogeton pectinatus* (Potamogetonaceae), in South Africa. **Agriculture, Ecosystems & Environmental**, v. 37, p. 231-237, 1991. Disponível em <[http://dx.doi.org/10.1016/0167-8809\(91\)90152-N](http://dx.doi.org/10.1016/0167-8809(91)90152-N)>.

SCHULTZ, R.; DIBBLE, E. Effect of invasive macrophytes on freshwater fish and macroinvertebrates communities: the role of invasive plant traits. **Hydrobiologia**, v. 684, p. 1-14, 2012. Disponível em <<http://doi.10.1007/s10750-011-0978-8>>.

SHEARER, J. F.; JACKSON, M. A. Liquid culturing of microsclerotia of *Mycoleptodiscus terrestris*, a potential biological control agent for the management of hydrilla. **Biological Control**, v. 38, p. 298-306, 2006.

SODEBERG, R. W. **Flowing water fish culture**. Boca Raton: Lewis Publishers, 1995. 147 pp

SOUSA, W. T. Z. *Hydrilla verticillata* (Hydrocharitaceae), a recent invader threatening Brazil's freshwater environments: a review of the extent of the problem. **Hydrobiologia**, v. 669, p. 1-20, 2011. Disponível em <<http://doi.10.1007/s10750-011-0696-2>>.

SPONCHIADO, M.; SCHWARZBOLD, A.; ROTTA, M. A. Desempenho da carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) tendo como alimento a grama boiadeira (*Luziola peruviana*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, n. 2, p. 295-305, 2009.

STANLEY, J. G.; MILEY, W. W.; SUTTON, D. L. Reproductive requirements and likelihood for naturalization of escaped grass carp in the United States. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 107, n. 1, p. 119-128, 1978.

STANLEY, J. N.; JULIEN, M. H. The host range of *Eccritotarsus catarinensis* (Heteroptera: Miridae), a potential agent for the biological control of waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*). **Biological Control**, v. 14, p. 134-140, 1999.

SULLIVAN, P. R.; POSTLE, L. A.; JULIEN, M. Biological control of *salvinia molesta* by *Cyrtobagous salviniae* in temperate Australia. **Biological Control**, v. 57, p. 222-228, 2011.

SUTTON, D. L.; VANDIVER JUNIOR, V. V. **Grass carp**: a fish for biological management of *Hydrilla* and other aquatic weeds in Florida. Gainesville: University of Florida, 1986. 10p. (Bulletin, 867).

TANAKA, R. H. Prejuízos provocados pelas plantas aquáticas. In: WORKSHOP CONTROLE DE PLANTAS AQUÁTICAS, 1998, Brasília. **Resumos...** Brasília, DF: IBAMA, 1998. p. 36-38.

TEBEEST, D. O.; YANG, X. B.; CISAR, C. R. The status of biological control of weeds with fungal pathogens. **Annual Review Phytopathology**, v. 30, p. 637-657, 1992.

TESSMANN, D. J. **Controle biológico**: Aplicações na área de ciência das plantas daninhas. Cap. 4, p.80-94. In: OLLIVEIRA, Jr. et al. (Eds), *Biologia e Manejo de Plantas Daninhas* (2011).

THOMAZ, S. M. Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo. **Planta Daninha**, v. 20, p. 21-33, 2002.

TUNDISI, J. G. Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. (Ed.). **Ecologia de reservatórios**: estrutura, funções e aspectos sociais. Botucatu: Fundbio; São Paulo: Fapesp, 1990. p.19-38.

VAN DIKE, M. J.; LESLIE, A. J.; NALL, L. E. The effect of the grass carp on the aquatic macrophytes of four Florida lakes. **Journal Aquatic Plant Management**, v. 22, p. 87-95, 1985.

VELINI, E.D. **Desenvolvimento de técnicas e equipamentos para o monitoramento e controle de plantas aquáticas**. 2005. 238 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

VENTURINI, F. P.; CRUZ, C.; GUILHERME, P. E.; GOMES, G. R.; SHIOGIRI, N. S.; PITELLI, R. A. Consumo e preferência alimentar de macrófitas submersas pelo caramujo *Pomacea caniculata*, potencial agente de biocontrole.. In: **Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**, 25º, Brasília. Resumos. p. 171-171. 2006.

VICTOR T.J., MARIMUTHUS, T.; SIVARAMAKRISHNAN, K. G. Aquatic macrophytes and the associated mosquitoes in and around Madurai City (Tamil Nadu). **Indian Journal of Malariology**, Nova Delhi, v. 28, p. 151-5, 1991

ZAJICEK, P. W.; WEIER, T.; HARDIN, S.; CASSANI, J. R.; MUDRAK, V. A. Triploid grass carp risk analysis specific to Florida. **Journal of Aquatic Plant Management**, v. 47, p. 15-20, 2009.