

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E BROMATOLÓGICA DE *Egeria densa*, *Egeria najas* E *Ceratophyllum demersum*¹

Chemical and Bromatological Composition of Egeria densa, Egeria najas and Ceratophyllum demersum

CORRÊA, M.R.², VELINI, E.D.³ e ARRUDA, D.P.⁴

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química e bromatológica de três espécies de plantas aquáticas imersas provenientes de operações de controle mecânico, para, posteriormente, determinar a melhor estratégia para descarte e/ou aproveitamento da biomassa coletada nestas operações. O estudo foi realizado no verão e inverno de 2001, sendo realizadas coletas em nove pontos da porção Tietê do reservatório de Jupia. As amostras foram desidratadas, moídas e encaminhadas aos laboratórios para análise. Para as três espécies, a maior concentração dos elementos analisados foi observada em plantas coletadas durante o verão, com certo declínio nas concentrações nas plantas coletadas no inverno. *C. demersum* mostrou melhor constituição bromatológica, com índices superiores de proteína bruta, minerais e digestibilidade.

Palavras-chave: controle mecânico, descarte, macrófitas aquáticas.

ABSTRACT - The purpose of this work was to evaluate the chemical and bromatological composition of three submerged aquatic plant species originated from mechanical control operations, to later determine the best strategy to discard and/or use the biomass harvested during the mechanical control operations. This study was carried out in the summer and winter of 2001, with the plants being harvested at nine points on Tietê River of the Jupia reservoir. Samples were dried, milled and sent for analysis. Among the three species, the highest concentration of the analyzed elements was observed in plants harvested during the summer with a decrease in concentration being observed in plants harvested in the winter. *C. demersum* showed the best bromatological concentration with higher rates of crude protein, minerals and digestibility.

Key words: mechanical control, discard, aquatic macrophytes.

INTRODUÇÃO

No Brasil, em razão da extensa rede hidrográfica, há elevado número de reservatórios, importantes em se tratando do fornecimento de água para dar suporte aos sistemas de produção agrícola e industrial, consumo

humano, recreação, navegação, irrigação, pesca e geração de energia (Velini, 2000). A acentuada demanda de energia nos centros urbanos e complexos industriais, exigindo sistemas constantes de fornecimento de água, justifica a construção desse número elevado de reservatórios e represas (Moraes, 1999).

¹ Recebido para publicação em 11.12.2003 e na forma revisada em 28.3.2003.

² Eng.-Agr., aluno de pós-graduação, Dep. Produção Vegetal/Agricultura da Faculdade de Ciências Agrônomicas – FCA–UNESP, Caixa Postal 237, 18603-970 Botucatu-SP, <mrcorrea@fca.unesp.br>; ³ Prof. Dr., Dep. Produção Vegetal/Agricultura – FCA–UNESP. ⁴ Aluno do curso de Química, Universidade do Sagrado Coração, Bauru-SP.



A construção de barragens, transformando rios em grandes reservatórios, associada ao carregamento de nutrientes para o leito dos rios através do aporte de despejos domésticos e industriais, tem levado a uma condição de desequilíbrio no sistema hídrico, caracterizado pela grande disponibilidade de nutrientes (Valente et al., 1997; Velini, 2000). Esse processo é denominado eutrofização, que acarreta aumento da produtividade biológica e ocasiona problemas que vão desde a estética até o comprometimento da possível utilização da água para recreação e/ou abastecimento, devido à grande concentração de algas e vegetação aquática (Pinto & Cavalcanti, s.d.).

Grande parte dos reservatórios da Região Sudeste é colonizada por macrófitas aquáticas, apresentando problemas operacionais e de usos múltiplos em decorrência do desenvolvimento excessivo da vegetação aquática (Thomaz & Bini, 1998). Príncipe et al. (1997) e Velini (2000) afirmam que várias empresas geradoras de energia vêm tendo grandes prejuízos em razão da presença de plantas aquáticas, o que ocasiona grandes transtornos à operação das usinas.

A vegetação aquática passa a ser encarada como daninha quando seu crescimento acentuado causa problemas para a utilização dos ecossistemas, surgindo a partir desse momento a necessidade de aplicação de métodos de controle ou manejo.

O controle mecânico utilizando embarcações apropriadas, visando a retirada da biomassa do corpo hídrico, é uma das alternativas a serem consideradas. Embora este método apresente algumas vantagens, como ação de modo pontual nas áreas infestadas e não-contaminação do ambiente com compostos químicos e tóxicos, existe a preocupação em relação ao material coletado a ser descartado, haja vista a grande quantidade de biomassa envolvida nesse processo.

Dessa forma o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química e bromatológica de *Egeria densa*, *Egeria najas* e *Ceratophyllum demersum*, principais plantas aquáticas problemáticas do reservatório de Jupuí, visando o estabelecimento de programas de controle mecânico destas, com a utilização do material coletado para fertilização do solo e alimentação

animal. Os resultados também podem auxiliar o estabelecimento de programas biológicos de controle, pois permitem avaliar a aptidão das três espécies para suportar o crescimento de herbívoros.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras das três espécies foram coletadas em duas épocas do ano, verão e inverno, em vários pontos da porção Tietê do reservatório da usina hidrelétrica de Jupuí, envolvendo quatro lagoas marginais e o leito do rio em questão, num trecho correspondente do canal de eclusagem da Usina de Três Irmãos até a confluência com o rio Paraná, no município de Itapura. As plantas foram coletadas com auxílio de um gancho, em bancos homogêneos de colonização, sendo colocadas em sacos plásticos com água, mantendo-se a umidade das plantas durante o transporte.

Em laboratório, as amostras foram separadas por espécie, sendo lavadas em água, para remoção do material contaminante aderido durante as coletas. Em seguida, após breve secagem, para retirada de excesso de água, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 60 °C por um período de sete dias; posteriormente, elas foram moídas em micromoinho e encaminhadas aos laboratórios, para análise dos nutrientes nelas presentes.

A determinação dos elementos químicos foi realizada no laboratório de relação solo-planta do Departamento de Produção Vegetal, Setor Agricultura, da FCA-Unesp/Botucatu. Para determinação dos teores dos elementos, o material foi digerido com uma mistura de ácido nítrico e ácido perclórico, e outra com solução digestora apenas para nitrogênio, seguindo metodologia sugerida por Malavolta et al. (1989). Na determinação do elemento carbono utilizou-se a metodologia proposta por Tedesco et al. (1985), com uma digestão diferente da utilizada para os outros elementos.

As amostras digeridas foram submetidas à espectrometria de plasma, para determinação direta das concentrações de K, Ca, Mg, Al, Co, Cu, Fe, Si e Zn. As concentrações de P e S foram obtidas através de espectrometria digital

com injeção de fluxo, e os teores de N e C, por meio de titulações.

A análise da bromatologia das plantas aquáticas foi feita no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Unesp/Botucatu, utilizando-se métodos de rotina, com a finalidade de conhecer todos os componentes existentes nas plantas, de forma a proporcionar a melhor maneira de utilização da biomassa descartada.

Utilizou-se o programa SAS for Windows (SAS, 1996) para determinar as diferenças nas concentrações dos elementos químicos presentes nas macrófitas aquáticas, considerando-se os meses de estudo, as épocas de amostragem e a espécie de planta. Os resultados foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias dos tratamentos com auxílio do teste “t” a 10% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de carbono não diferiram estatisticamente ($p < 0,1$) entre as espécies de plantas amostradas no verão; *E. najas* apresentou o maior teor médio deste elemento (Tabela 1). O

mesmo comportamento pode ser observado nas amostragens realizadas no inverno, porém neste período *E. densa* apresentou o maior conteúdo deste elemento (Tabela 2). Não foi observada variação sazonal significativa para este elemento nas três espécies de plantas analisadas (Tabela 3).

Os valores médios de nitrogênio encontrados nas plantas amostradas nos períodos de verão e inverno (Tabelas 1 e 2, respectivamente) mostraram-se semelhantes para as três espécies, sem que fosse observada diferença estatisticamente significativa entre elas, com a espécie *C. demersum* apresentando valores superiores em ambas as estações do ano. Esses valores estão abaixo dos observados por Bitar (1998), que encontrou concentrações médias de $34,9 \text{ g N kg}^{-1}$ em *Pistia stratiotes*, e por Greenway (1997) em plantas de *Monochoria cyanea* (35 mg N g^{-1}), em lagos de Queensland.

O conhecimento sobre a relação C/N e a decomposição dos resíduos orgânicos é importante no manejo de restos culturais no solo, para futura nutrição de plantas cultivadas. Neste trabalho, essa relação é importante, pelo fato de que o processo de decomposição da biomassa é acelerado, otimizando o uso de

Tabela 1 - Teores médios de nutrientes em plantas aquáticas imersas presentes no reservatório de Jupia. Coleta realizada em 8 de janeiro de 2001, em nove locais ao longo do rio Tietê. Botucatu-SP, 2001

Espécie	g kg ⁻¹ de Matéria Seca												
	%	C	N	P	K	Ca	S	Mg	Al	Co	Cu	Fe	Zn
<i>Egeria densa</i>	34,4 a	26,0 a	1,9 a	15,6 b	27,6 a	3,2 a	4,9 c	1305,3 a	6,5 b	20,7 a	2537,0 a	23,8 a	102,9 a
<i>Egeria najas</i>	34,6 a	24,5 a	2,2 a	14,7 b	25,5 a	2,9 a	9,3 b	1295,5 a	4,1 b	18,0 a	2668,0 a	23,0 a	130,5 a
<i>C. demersum</i>	32,9 a	28,9 a	1,0 a	22,2 a	24,3 a	3,4 a	19,6 a	1881,4 a	11,4 a	24,2 a	3456,8 a	23,2 a	149,0 a
CV (%)	8,199	19,197	28,998	21,416	38,277	21,674	27,484	81,170	63,425	40,136	65,540	50,859	53,289
F	0,97 ^{ns}	1,56 ^{ns}	0,87 ^{ns}	10,10*	0,24 ^{ns}	0,70 ^{ns}	51,03*	0,65 ^{ns}	4,88*	0,97 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,05 ^{ns}

Médias seguidas de mesma letra, por espécie, nas colunas, não diferem estatisticamente a 10% de probabilidade.

Tabela 2 - Teores médios de nutrientes em plantas aquáticas imersas presentes no reservatório de Jupia. Coleta realizada em 24 de julho de 2001, em nove locais ao longo do rio Tietê. Botucatu-SP, 2001

Espécie	g kg ⁻¹ de Matéria Seca												
	%	C	N	P	K	Ca	S	Mg	Al	Co	Cu	Fe	Zn
<i>Egeria densa</i>	34,5 a	25,9 a	1,5 a	17,5 a	17,3 a	2,5 a	3,6 c	1330,3 a	4,1 ab	5,9 a	2154,9 a	20,5 a	20,7 a
<i>Egeria najas</i>	32,4 a	25,7 a	1,8 a	18,6 a	16,5 ab	3,2 a	7,6 b	1794,0 a	3,3 b	5,7 a	2958,5 a	32,1 a	20,2 a
<i>C. demersum</i>	33,8 a	28,6 a	1,9 a	9,6 b	11,8 b	2,5 a	9,8 a	2255,0 a	6,0 a	4,6 a	3526,2 a	28,3 a	23,1 a
CV (%)	9,683	25,252	34,006	48,776	37,144	37,163	35,801	108,643	53,869	69,004	89,684	110,768	50,827
F	0,87 ^{ns}	1,38 ^{ns}	1,34 ^{ns}	3,87*	2,42 ^{ns}	1,46 ^{ns}	14,32*	0,51 ^{ns}	2,85*	0,27 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,18 ^{ns}

Médias seguidas de mesma letra, por espécie, nas colunas, não diferem estatisticamente a 10% de probabilidade.



Tabela 3 - Teores médios de nutrientes em plantas aquáticas imersas presentes no reservatório de Jupia. Coleta realizada em 24 de julho de 2001, em nove locais ao longo do rio Tietê. Botucatu-SP, 2001

Espécie	%		g kg ⁻¹ de Matéria Seca					mg kg ⁻¹ de Matéria Seca					
	C	N	P	K	Ca	S	Mg	Al	Co	Cu	Fe	Si	Zn
<i>Egeria densa</i> (verão)	34,4 a	26,0 a	1,9 a	15,6 a	27,6 a	3,2 a	4,9 a	1305,3 a	6,5 a	20,7 a	2537,0 a	23,8 a	102,9 a
<i>Egeria densa</i> (inverno)	34,5 a	25,9 a	1,5 b	17,5 a	17,3 b	2,5 a	3,6 b	1330,3 a	4,1 a	5,9 b	2154,9 a	20,5 a	20,7 b
CV (%)	8,248	19,818	27,909	37,295	38,598	34,794	22,354	77,357	75,717	43,632	65,205	52,377	70,614
F	0,002 ^{ns}	0,002 ^{ns}	3,73 [*]	0,44 ^{ns}	6,37 [*]	2,10 ^{ns}	9,39 [*]	0,002 ^{ns}	1,55 ^{ns}	29,33 [*]	0,28 ^{ns}	0,17 ^{ns}	15,97 [*]
<i>Egeria najas</i> (verão)	34,6 a	24,5 a	2,2 a	14,7 b	25,5 a	2,9 a	9,3 a	1295,5 a	4,1 a	18,0 a	2668,0 a	23,0 a	130,5 a
<i>Egeria najas</i> (inverno)	32,4 a	25,7 a	1,8 a	18,6 a	16,5 b	3,2 a	7,6 a	1794,0 a	3,3 a	5,7 b	2958,5 a	32,1 a	20,2 b
CV (%)	10,318	12,837	22,927	35,516	22,852	28,691	22,508	70,886	54,842	68,388	67,127	40,259	73,039
F	1,54 ^{ns}	0,57 ^{ns}	1,76 ^{ns}	1,63 ^{ns}	13,53 [*]	0,35 ^{ns}	2,78 ^{ns}	0,76 ^{ns}	0,69 ^{ns}	8,10 [*]	0,09 ^{ns}	1,63 ^{ns}	16,57 [*]
<i>C. demersum</i> (verão)	32,9 a	28,9 a	1,0 a	22,2 a	24,3 a	3,4 a	19,6 a	1881,4 a	11,4 a	24,2 a	3456,8 a	23,2 a	149,0 a
<i>C. demersum</i> (inverno)	33,8 a	28,6 a	1,9 a	9,6 b	11,8 b	2,5 b	9,8 b	2255,0 a	6,0 b	4,6 b	3526,2 a	28,3 a	23,1 b
CV (%)	8,539	17,334	31,565	34,227	51,545	23,978	29,473	113,250	52,690	39,353	87,322	105,107	56,420
F	0,41 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,32 ^{ns}	24,09 [*]	8,06 [*]	7,54 [*]	23,06 [*]	0,11 ^{ns}	6,27 [*]	48,85 [*]	0,002 ^{ns}	0,14 ^{ns}	30,22 [*]

Médias seguidas de mesma letra, por espécie, nas colunas, não diferem estatisticamente a 10% de probabilidade.

áreas de descarte. Dessa forma, a espécie *C. demersum* apresentou menor relação C/N em ambas as amostragens (11,39 e 11,79, para verão e inverno, respectivamente), valores estes abaixo dos observados por Cooplantio (2001) nas espécies de nabo forrageiro (16) e tremoço (18), usadas como plantas de cobertura em sistemas de plantio direto. No entanto, os resultados indicam que a biomassa aquática a ser descartada poderá ter uma rápida degradação. Este fato pode ser considerado positivo, visto que a rápida liberação de nutrientes para o solo poderá suprir uma provável cultura na área.

O maior conteúdo de fósforo, para plantas amostradas no verão, foi observado na espécie *E. najas*. Embora tenha apresentado valor médio 2,10 vezes superior ao de *C. demersum*, não foi observada diferença significativa entre as espécies (Tabela 1). Entretanto, esse valor foi duas vezes superior ao observado por Moraes (1999) em estruturas submersas de *P. stratiotes* e inferior ao encontrado por Greenway (1997) em *C. demersum*. Nas plantas amostradas no inverno (Tabela 2) não houve variação significativa entre as espécies, com *C. demersum* e *E. najas* apresentando concentrações superiores.

A espécie que apresentou maior concentração de potássio, em amostragens feitas no verão, foi *C. demersum* (Tabela 1), sendo significativamente superior à das demais espécies analisadas. Entretanto, nas coletas do inverno, esta espécie mostrou declínio de 56% em sua

concentração, sendo estatisticamente inferior às espécies de *Egeria* (Tabela 2) e variando significativamente entre uma época de amostragem e outra (Tabela 3). Os valores médios observados em *E. densa* estão de acordo com Hoyer et al. (1996) que encontraram concentração média em torno de 16 g kg⁻¹ nesta espécie.

Quanto ao cálcio, não foi observada diferença estatística entre as espécies nas amostragens feitas durante o verão. Entretanto, nas coletas do período de inverno, o teor observado em *E. densa* foi significativamente superior ao de *C. demersum*; *E. najas*, com valores intermediários, não diferiu das demais espécies avaliadas (Tabela 2). Variação sazonal significativa foi observada para as três espécies (Tabela 3), com todas elas apresentando menor conteúdo deste elemento nas plantas amostradas no período de inverno. Moraes (1999) obteve resultados semelhantes em *P. stratiotes*, porém inferiores aos observados em *Eichornnia crassipes*.

A espécie que mostrou maior concentração de enxofre em amostragens realizadas durante o verão foi *C. demersum*, sem que houvesse diferença estatística entre as espécies (Tabela 1). Nas plantas coletadas no inverno, os maiores teores deste elemento, também sem diferença significativa, foram observados em *E. najas* (Tabela 2). Esses valores foram 2,5 vezes inferiores aos observados em *E. crassipes* por Moraes (1999), em períodos de amostragem semelhantes. Variação sazonal significativa

(Tabela 3) foi observada somente para a espécie *C. demersum*, a qual apresentou redução de 27% no conteúdo de S em plantas amostradas no inverno, em relação ao verão.

As maiores concentrações de magnésio foram observadas em *C. demersum*, sendo significativamente superiores às encontradas nas espécies de *Egeria*, tanto em amostragens realizadas no verão como no inverno (Tabelas 1 e 2). No entanto, houve decréscimo acentuado, com diferença significativa, em sua concentração em plantas amostradas no inverno (Tabela 3). Esses valores foram superiores aos observados por Hoyer et al. (1993), como 10,3 e 7,4 mg L⁻¹, para *E. densa* e *C. demersum*, respectivamente.

Os teores médios de alumínio apresentados pelas macrófitas aquáticas analisadas não apresentaram diferença significativa nas amostragens realizadas no período de verão (Tabela 1), com *C. demersum* apresentando teores médios superiores aos das demais espécies. Nas amostragens do período de inverno (Tabela 2) as espécies mostraram maior acúmulo de Al, quando comparadas às plantas amostradas no verão, com *C. demersum* apresentando concentração 70% superior à de *E. densa* neste período. Mesmo com esse acréscimo nas concentrações, não pôde ser observada variação significativa entre uma amostragem e outra para as três espécies (Tabela 3).

A concentração de cobalto encontrada em *C. demersum* foi 2,75 vezes maior que a observada na espécie *E. najas*, em amostragens feitas no verão (Tabela 1), sendo significativamente superior à verificada nas espécies de *Egeria*. Entretanto, nas plantas coletadas no inverno ocorreu queda em sua concentração, diferindo estatisticamente somente para a espécie *E. najas*, que obteve menor concentração média (Tabela 2). A diferença na concentração de Co em plantas amostradas no verão ou no inverno somente foi observada em *C. demersum*, com decréscimo de 50% nas plantas coletadas no inverno.

A maior concentração de cobre nas plantas foi observada nas amostragens do período de verão, com *C. demersum* apresentando maior concentração deste elemento, porém não diferindo significativamente das demais espécies

aqui analisadas. Foi observado decréscimo médio de 80% nas concentrações das três espécies, nas plantas coletadas no inverno em relação às coletadas no verão, sendo essa variação sazonal significativa (Tabela 3). Tal fato também pôde ser observado para o elemento zinco, onde, em plantas amostradas no verão, foram encontrados os maiores teores deste elemento. Moraes (1999) observou valores superiores de Zn nas estruturas submersas de *P. stratiotes* e *E. crassipes*, com média de 379 e 347 ppm, respectivamente.

A espécie *E. densa* apresentou menor teor médio de ferro em plantas coletadas durante o verão, e *C. demersum* mostrou o maior conteúdo deste elemento, sem que fosse observada diferença significativa entre as três espécies de plantas analisadas. A mesma tendência foi observada no inverno - somente *E. najas* apresentou aumento na concentração deste elemento em relação às plantas coletadas no verão (Tabela 3). Embora houvesse decréscimo nos teores deste elemento em algumas espécies, não foi observada diferença significativa entre plantas amostradas no verão e inverno. Moraes (1999) observou redução de aproximadamente 64% nos teores deste elemento em estruturas submersas de *P. stratiotes*, em períodos de amostragem semelhantes.

O maior teor médio de silício, em plantas amostradas no verão, foi observado em *E. densa*, porém não diferindo estatisticamente das demais espécies (Tabela 1). Nas coletas de inverno, foi *E. najas* a espécie que apresentou maior conteúdo deste elemento em suas estruturas, não sendo significativamente diferente das demais espécies (Tabela 2). Variação sazonal significativa não foi observada (Tabela 3): *E. densa* apresentou ligeiro declínio na concentração de Si em plantas amostradas no inverno, enquanto para as demais espécies houve incremento nas concentrações.

C. demersum mostrou-se mais protéica e rica em minerais que as demais espécies de plantas, em ambas as amostragens (Tabelas 4 e 5). *E. najas* apresentou menor palatabilidade que as outras espécies, por possuir maior teor de fibra bruta, com aumento do conteúdo nas plantas coletadas no verão, sendo observada diferença significativa para este parâmetro nesta espécie (Tabela 6).



Tabela 4 - Composição bromatológica média de plantas aquáticas presentes no reservatório de Jupuí. Coleta realizada em 8 de janeiro de 2001. Botucatu-SP, 2001

Espécie	% na Matéria Seca					
	PB	EE	MIN	FB	ENN	NDT
<i>Egeria densa</i>	15,8 a	2,3 a	13,0 b	17,0 b	50,6 a	65,4 a
<i>Egeria najas</i>	15,6 a	2,3 a	15,0 b	19,7 a	47,4 ab	63,4 ab
<i>C. demersum</i>	16,8 a	1,9 b	18,6 a	18,3 ab	44,3 b	62,0 b
CV (%)	24,954	19,006	16,111	16,841	14,234	4,239
F	0,21 ^{ns}	2,49 ^{ns}	11,66*	1,56 ^{ns}	1,98 ^{ns}	3,67*

Valores seguidos de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si a 10% de probabilidade.

Tabela 5 - Composição bromatológica média de plantas aquáticas presentes no reservatório de Jupuí. Coleta realizada em 24 de julho de 2001. Botucatu-SP, 2001

Espécie	% na Matéria Seca					
	PB	EE	MIN	FB	ENN	NDT
<i>Egeria densa</i>	16,0 a	2,6 a	14,6 b	15,5 b	46,0 b	63,3 b
<i>Egeria najas</i>	16,0 a	2,8 a	14,2 b	17,3 a	46,6 b	64,2 ab
<i>C. demersum</i>	17,4 a	2,6 a	18,7 a	16,1 ab	54,2 a	66,2 a
CV (%)	14,137	24,163	17,552	10,271	8,930	4,625
F	1,04 ^{ns}	0,39 ^{ns}	6,81*	2,70*	7,49*	2,16 ^{ns}

Valores seguidos de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si a 10% de probabilidade.

Tabela 6 - Comparação entre os teores bromatológicos médios de plantas aquáticas presentes no reservatório de Jupuí. Coletas realizadas em 8 de janeiro (verão) e 24 de julho de 2001 (inverno). Botucatu-SP, 2001

Espécie	% na Matéria Seca					
	PB	EE	MIN	FB	ENN	NDT
<i>Egeria densa</i> (verão)	15,8 a	2,3 a	13,0 a	17,0 a	50,6 a	65,4 a
<i>Egeria densa</i> (inverno)	16,0 a	2,6 a	14,6 a	15,5 a	46,0 a	63,3 a
CV (%)	16,687	27,508	18,614	21,424	14,945	5,852
F	0,83 ^{ns}	0,84 ^{ns}	1,75 ^{ns}	0,81 ^{ns}	1,85 ^{ns}	1,39 ^{ns}
<i>Egeria najas</i> (verão)	15,6 a	2,3 a	15,0 a	19,7 a	47,4 a	63,4 a
<i>Egeria najas</i> (inverno)	16,0 a	2,8 b	14,2 a	17,3 b	46,6 a	64,2 a
CV (%)	10,650	17,226	15,207	7,929	10,195	3,859
F	0,22 ^{ns}	5,64*	0,47 ^{ns}	9,43*	0,11 ^{ns}	0,42 ^{ns}
<i>C. demersum</i> (verão)	16,8 a	1,9 a	18,6 a	18,3 a	44,3 b	62,0 b
<i>C. demersum</i> (inverno)	17,4 a	2,6 b	18,7 a	16,1 b	54,2 a	66,2 a
CV (%)	15,162	20,521	16,316	10,272	8,971	3,001
F	0,27 ^{ns}	9,49*	0,000001 ^{ns}	6,54*	18,74*	21,40*

Valores seguidos de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si a 10% de probabilidade.

E. densa foi a espécie que se mostrou intermediária em todos os parâmetros bromatológicos avaliados. Quando comparados os valores entre as épocas de amostragem (Tabela 6), nota-se que a variação sazonal não foi significativa para esta

espécie. Já *C. demersum* apresentou maior variação sazonal nas características avaliadas, com aumento nos teores de extrato etéreo, extratos não-nitrogenados e nutrientes digestíveis totais nas plantas coletadas no inverno.

Wetzel (1993) observou valores para os teores de proteínas, em macrófitas aquáticas submersas, em torno de 22%, superior ao teor obtido em espécies emergentes e aos observados no presente estudo. Esteves (1998) relatou estudo em que comparou o valor nutritivo de algumas macrófitas tropicais e forragem, obtendo resultados médios para *Elodea* quatro vezes superior ao encontrado, por exemplo, em forragens (caule, folhas de cana-de-açúcar) e quase o dobro do encontrado em silagem de milho. Se se tomar por base o peso seco das macrófitas aquáticas, para efeito de comparação do seu valor nutritivo com plantas forrageiras, pode-se concluir que o seu teor de proteínas freqüentemente supera os encontrados em plantas utilizadas como forragem.

Segundo Esteves (1998), além do fator água presente nas estruturas das macrófitas aquáticas, a baixa palatabilidade, associada ao teor de compostos fenólicos, à presença de oxalato de cálcio e à alta concentração de sais minerais, são fatores que podem acentuar a redução de seu valor nutritivo.

As características bromatológicas da matéria seca das três espécies estudadas indicaram seu elevado potencial de uso para alimentação animal. A principal restrição refere-se ao elevado teor de umidade destas plantas, exigindo a secagem prévia para que a biomassa destas possa ser utilizada como alimento.

LITERATURA CITADA

- BITAR, A. L. **Fluxo de nitrogênio e seu uso por duas macrófitas (*E. crassipes* e *P. stratiotes*) no reservatório de Salto Grande (Americana-SP)**. 1998. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1988.
- COOPLANTIO. **Relação carbono/nitrogênio**. 2001. Disponível em <<http://www.com.br/scripts/cooplantio/pg/printfile.exe?f=77>>. Acesso em 20/11/2001.
- ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Inderciência. 2.ed. 1998. 575 p.
- GREENWAY, M. Nutrient content of wetland plants in constructed wetlands receiving municipal effluent in tropical Australia. **Water Sci. Technol.**, v. 35, n. 5, p. 135-42, 1997.
- HOYER, M. V. et al. **Florida Freshwater Plants – A Handbook of common aquatic plants in Florida lakes**. Gainesville: University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, 1996. 256 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas – Princípios e aplicações**. Piracicaba: Fundação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.
- MORAES, A. R. **Estimativa de estoque de elementos químicos em macrófitas aquáticas do reservatório de Salto Grande (Americana-SP)**. 1999. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.
- PINTO, M. A. T.; CAVALCANTI, C. G. B. **Recuperação de lagos tropicais: Biotecnologia no controle da eutrofização em lagos tropicais - A experiência do lago Paranoá**. Disponível em <www.biotecnologia.com.br/bio/7_h.htm>. Acesso em 12/10/2001.
- PRINCIPE, C. R.; KURATANI, H.; MELONI, M. L. B. Impacto da afluência de elódeas na operação e manutenção da usina hidroelétrica Eng. Souza Dias (Jupia) – CESP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. **Workshop Plantas Aquáticas...** Caxambu: SBCPD, 1997. p. 5-8.
- SAS INSTITUTE. SAS/STAT. **User's guide: statistics**. Version 6.11, Cary: 1996.
- TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHENM, H. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1985. p. 328-330.
- THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios. **Acta Limn. Bras.**, v. 10, n. 1, p. 103-116, 1998.
- VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. Contribuição da cidade de Botucatu-SP com nutrientes (fósforo e nitrogênio) na eutrofização da represa de Barra Bonita. **Eclét. Quím.**, v. 22, p. 31-48, 1997.
- VELINI, E. D. Controle de plantas daninhas aquáticas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Palestras...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p. 137-47.
- WETZEL, R. G. **Limnologia**. 2.ed. Lisboa: Saunders College Publishing, 1993. 919 p.

