
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

LAÍS SAMIRA CORREIA NUNES

**VARIAÇÃO TEMPORAL DA BIOMASSA E DA
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MACRÓFITA
AQUÁTICA *Crinum procerum***



Rio Claro
2012

LAÍS SAMIRA CORREIA NUNES

VARIAÇÃO TEMPORAL DA BIOMASSA E DA COMPOSIÇÃO
QUÍMICA DA MACRÓFITA AQUÁTICA *Crinum procerum*

Orientador: Prof. Dr. Antonio Fernando Monteiro Camargo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Campus de Rio Claro, para obtenção do grau de
Bacharel e Licenciado em Ciências Biológicas.

Rio Claro
2012

574.5263 Nunes, Laís Samira Correia
N972v Variação temporal da biomassa e da composição química da macrófita
aquática *Crinum procerum* / Laís Samira Correia Nunes. - Rio Claro :
[s.n.], 2012
35 f. : il., figs., tabs., fots.

Trabalho de conclusão de curso (licenciatura e bacharelado - Ciências
Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de
Rio Claro
Orientador: Antonio Fernando Monteiro Camargo

1. Ecologia aquática. 2. Macrófitas aquáticas. 3. Variação sazonal. 4.
Disponibilidade de nutrientes. 5. Bacia do rio Itanhaém. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

AGRADECIMENTOS

Tenho muitos agradecimentos a fazer, muitas pessoas a agradecer. Agradecimentos a todos aqueles que fazem parte de minha vida e àqueles que me incentivaram durante minha graduação.

Meus primeiros agradecimentos vão ao meu professor e orientador Antonio Camargo e ao técnico Carlos Sanches, sem os quais a realização desse trabalho não seria possível. Ao professor Antonio agradeço pela orientação em grande parte da minha graduação, agradeço por sua confiança em mim, por sua paciência em me ensinar e me ajudar e por nossas conversas. Ao Carlinhos agradeço por toda a força nas coletas e nas análises e por tornar os dias de trabalho mais divertidos. Caquinho, obrigada por sua amizade, você faz a diferença e leva alegria por onde passa!

Agradeço ao pessoal do Laboratório de Ecologia Aquática: Amá, Léo, Gisele, Ana e João. Meu ‘muito obrigada’ mais que especial à Sara e à Lú Eugênio, que me ensinaram e me ajudaram nos meus momentos de dúvidas e que também compartilharam comigo bons momentos em campo. Agradeço ao técnico do Departamento de Ecologia Sean Hieda por sua ajuda e incentivos sempre com simpatia e disposição.

Ao professor Tadeu Siqueira pela imensa ajuda nas análises estatísticas, muitíssimo obrigada! E à CNPq pelas bolsas de iniciação científica concedidas.

Agradeço os meus pais, Nilo e Beth, aos meus irmãos, Fred, Rafael e Daniel e à tia Lia, tio Evandro, vó Nilza e vô Xande, que sempre me incentivaram, me aconselharam e me apoiaram em minhas escolhas. Pai e mãe, vocês são meus exemplos de carinho, amor e dedicação.

Aos meus amigos “rio clarenses” que fazem parte de tudo o que Rio Claro me trouxe: Olívia Suzuki, Luciana Eugênio e Fernando Ortolano. Àqueles com quem morei e convivi durante a graduação, especialmente, Nathália Aprile, Flávia Appolinário, Lia Martins, Renan Carvalho e Simone Andrade. À minhas amigas bertioquenses: Máira Camargo, Geovana Canoilas e Paola Brito, por tudo o que aprendemos juntas!

Agradeço aos professores Maria Rosa Camargo, Maria Aparecida Segatto, Victor Cardoso, Leila Cunha, Silvio Govone e Roberto Goitein por fazerem a diferença.

RESUMO

Macrófitas aquáticas têm grande importância na dinâmica dos ecossistemas aquáticos através de sua alta produtividade e sua participação na cadeia de herbivoria e detritívora. Através de estudos da sazonalidade da biomassa e da composição química dessas plantas é possível avaliar seu papel no ecossistema inferindo sobre seu período de crescimento e estoque de nutrientes. Em regiões tropicais a biomassa vegetal apresenta pequena ou ausente variação sazonal devido à pouca variação de temperatura e fotoperíodo, diferentemente das regiões temperadas onde estas variações ambientais são marcantes refletindo em sazonalidades na biomassa. Os objetivos deste trabalho foram avaliar se a biomassa e a composição química de *Crinum procerum* apresentam padrão de variação temporal. E ainda, avaliar se a disponibilidade de nutrientes (N-total e P-total) no sedimento se relaciona ao seu teor na macrófita. As plantas aquáticas foram coletadas (quadrado de 0,25 m²) em quintuplicata em um banco monoespecífico no rio Branco, bacia do rio Itanhaém, litoral sul de SP, na primavera (nov. 2009/10), verão (fev. 2010/11), outono (mai. 2010/11) e inverno (jul. 2010/11), totalizando oito coletas. As plantas foram secas em estufa para obtenção da biomassa e análise de sua composição química (nitrogênio, fósforo, carboidratos solúveis, lipídeos, polifenóis e fração de parede celular). O teor de N-total e P-total do sedimento do estande também foi obtido. O maior valor médio de biomassa total (parte aérea e parte submersa) ocorreu na primavera/09 (1696,97 g.m⁻²) e os menores valores médios ocorreram nos invernos/10 e 11 (respectivamente, 825,95 g.m⁻² e 565,29 g.m⁻²). No outono/11 o teor médio de N-total (2,16 %MS) na biomassa vegetal foi o mais elevado e o de P-total (0,048 %MS) foi o menor entre as demais estações. A disponibilidade de N-total e P-total no sedimento apresentou pouca variação ao longo das épocas do ano. Os resultados indicam a ausência de padrão de variação temporal para a biomassa e para a composição química de *C. procerum*. A disponibilidade de N-total no sedimento se relacionou positivamente ao conteúdo de N-total na biomassa da planta. Pode-se concluir que a disponibilidade de nutrientes no meio não afeta a biomassa e a composição química da espécie provavelmente devido ao clima sazonalmente homogêneo da região. As menores temperaturas registradas no inverno parecem limitar o crescimento de *C. procerum*. A espécie apresenta grande importância para a ciclagem de nutrientes e para a cadeia de herbivoria do ecossistema quando comparada a outras espécies de macrófitas aquáticas.

Palavras-chave: Variação sazonal. Disponibilidade de nutrientes. Bacia do rio Itanhaém.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 OBJETIVOS	8
3 METODOLOGIA.....	9
3.1 Caracterização da área de estudo	9
3.2 Material e métodos	11
4 RESULTADOS	13
5 DISCUSSÃO	22
6 CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

O termo macrófitas aquáticas compreende formas macroscópicas de vegetais aquáticos, englobando macroalgas, musgos, pteridófitas e angiospermas, que habitam desde brejos até ambientes verdadeiramente aquáticos. Esses vegetais vivem em fitotelmos, lagos, represas, brejos, rios, ambientes salobros como estuários e, ambientes salgados como baías e recifes de corais (ESTEVES, 1998; TUNDISI; TUNDISI, 2008; WETZEL, 1993 apud PEZZATO, 2007). Com grande diversidade filogenética e taxonômica, as macrófitas aquáticas são classificadas por seu biótopo o qual reflete sua adaptação ao meio aquático. *Crinum procerum* CAREY (Amaryllidaceae) é uma macrófita aquática emersa, ou seja, enraizada no sedimento, parcialmente submersa (raízes e rizomas) e parcialmente fora d'água (flores, frutos e parte das folhas), dependendo das alterações no nível de água. As macrófitas aquáticas emersas estão localizadas em áreas de menor profundidade, até 1,5 m de profundidade; apresentam rizomas desenvolvidos para propagação vegetativa e em geral são perenes (BONOCCHI, 2006).

Plantas aquáticas têm grande importância na dinâmica dos ecossistemas aquáticos, pois têm papel importante na ciclagem de nutrientes, por sua significativa contribuição para a cadeia de herbivoria (vegetais com altos valores de proteínas, e baixos de fração de parede celular e polifenóis) e detritívora (vegetais com baixos valores de proteínas e elevados teores de fração de parede celular e polifenóis) (ESTEVES, 1998). A produtividade destas plantas é elevada, principalmente a das macrófitas emersas, nas quais grande parte da matéria orgânica produzida é consumida de forma direta por animais herbívoros (TUNDISI; TUNDISI, 2008). Além disso, as macrófitas contribuem para a diversidade biológica fornecendo abrigo para animais aquáticos e substrato para desenvolvimento do perifiton (SCREMIN-DIAS et al., 1999 apud BONOCCHI, 2006).

As plantas aquáticas podem proliferar acentuadamente em ambientes alterados pela ação humana, como em áreas eutrofizadas, na criação de reservatórios e quando estes vegetais são introduzidos em locais diferentes dos de sua origem. A eutrofização promove o aumento de nutrientes e de material particulado no meio propiciando o crescimento indesejado principalmente de espécies flutuantes e enraizadas emersas (THOMAZ; BINI, 1998). Algumas espécies introduzidas podem ter crescimento acentuado devido à grande habilidade de dispersão e altas taxas de crescimento, características do alto potencial competitivo, oferecendo danos à biodiversidade e às atividades ambientais e econômicas associadas ao ecossistema (MORMUL; MICHELAN; THOMAZ, 2011). As macrófitas aquáticas também

podem se proliferar indesejadamente em reservatórios, devido à formação de ambientes lânticos os quais recebem pulsos de inundação da bacia de drenagem, causando prejuízos à irrigação e geração de energia (THOMAZ; BINI, 1998; MOURA JUNIOR et al., 2009). Com um manejo adequado destas plantas sua biomassa pode ser aproveitada na fertilização da água e de solos (compostagem), na alimentação (acrescentado em rações), na produção de papel, na produção de biogás (gases, como o metano, produzidos por bactérias que digerem a macrófita, em condições anaeróbias, usados para aquecimento), como adsorventes naturais para controle da poluição da água; além do uso destas plantas para tratamento de efluentes domésticos, industriais e de aquicultura (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2000).

Os componentes químicos (como fósforo, nitrogênio, polifenóis, carboidratos e lipídeos) de plantas aquáticas podem variar constantemente devido à disponibilidade de nutrientes no ecossistema e à fatores climáticos, possibilitando a estocagem e o metabolismo do vegetal (HENRY-SILVA; CAMARGO; PEZZATO, 2002). O fósforo participa do armazenamento de energia através da formação da molécula de ATP, estando presente em maiores teores nas regiões da planta com alta taxa metabólica. O nitrogênio é o elemento principal que participa da formação de proteínas, as quais correspondem àquelas citoplasmáticas, fazendo parte do metabolismo (ESTEVES, 1998). A fração de parede celular corresponde principalmente à celulose e lignina, os quais compõem a parede celular (BOYD; GOODYEAR, 1971). Polifenóis são compostos secundários (aqueles utilizados não para o metabolismo, mas sim com função de defesa) como os taninos (ODUM; BARRETT, 2007); altos teores destes compostos reduzem a capacidade de herbívoros digerirem as proteínas dos vegetais (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2002). Os carboidratos solúveis correspondem aos açúcares presentes no citoplasma (participam do metabolismo e não da estrutura da célula). E os lipídeos correspondem às ceras, fosfolipídeos e outros compostos hidrofóbicos.

Através de estudos da sazonalidade da biomassa e da composição química de macrófitas aquáticas é possível avaliar seu papel nos ecossistemas aquáticos através de sua participação no fluxo de energia e na ciclagem de nutrientes, inferindo sobre seu período de crescimento e estoque de nutrientes, auxiliando também no estabelecimento de programas biológicos de controle desses vegetais (CORREA; VELINI; ARRUDA, 2003). Essa sazonalidade pode se relacionar a fatores abióticos do meio, como variação do nível de água devido a períodos de cheia e seca, composição do sedimento, turbidez da água e disponibilidade de nutrientes (POMPÊO, 1999; BIANCHINI JUNIOR, 2003).

Desta forma, este estudo teve como principal objetivo verificar se a biomassa e a composição química da macrófita aquática *C. procerum* apresentam padrão de variação temporal.

2 OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivos:

- 1) Avaliar se a biomassa e a composição química de *Crinum procerum* apresentam um padrão de variação temporal.
- 2) Avaliar se a disponibilidade de nutrientes (N-total e P-total) no sedimento apresenta um padrão de variação temporal.
- 3) Analisar se há correlação entre a disponibilidade de N-total e P-total no sedimento e seu teor na planta.
- 4) Comparar o valor nutritivo de *C. procerum* com outras espécies de macrófitas aquáticas.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Itanhaém possui aproximadamente 930 Km² de área e está localizada no litoral sul do estado de São Paulo (23°50' e 24°15' de latitude sul; 46°35' e 47°00' de longitude oeste). Seus rios possuem nascentes na Serra do Mar e na planície costeira, apresentam em geral porte médio e em certos trechos leitos meândricos formam áreas alagadas favoráveis ao desenvolvimento de plantas aquáticas (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2000). Nessa bacia são comuns rios de diferentes tipos de água em razão de suas diferenças vegetacionais e geológicas, como rios de águas pretas, brancas e claras. A bacia hidrográfica sofre os efeitos das alterações diárias das marés, onde, na maré cheia, a água salgada penetra bacia adentro provocando níveis de salinidade diferentes em diversos pontos.

O clima da região, conforme classificação Af de Köppen, é tropical chuvoso e não apresenta estação seca. A temperatura média anual corresponde a 24°C, com temperaturas médias mínima e máxima do dia, respectivamente, de 20,5°C em julho e 27,9°C no mês de janeiro (Tab. 1). Chove na região cerca de 170 dias por ano, podendo o índice pluviométrico ultrapassar os 2000 mm de média anual (ITANHAÉM, 2011).

Tabela 1 - Valores de pluviosidade (mm), valores médios de temperatura do ar - T dia média (°C), temperatura mínima média – T mín. média (°C) e temperatura máxima média – T máx. média (°C) dos meses do ano no município de Itanhaém (SP).

Mês	Pluvio- sidade	T dia média	T mín. média	T máx. média
Janeiro	263	27,9	21,7	34,1
Fevereiro	296	28,2	22	34,4
Março	248	27,5	21,2	33,7
Abril	180	24,8	18,3	31,4
Mai	128	22,2	15,6	28,9
Junho	99	20,7	14	27,4
Julho	88	20,5	13,3	27,7
Agosto	90	22,2	14,7	29,8
Setembro	106	23,3	16,6	30
Outubro	165	24,7	18	31,4
Novembro	143	26	19,3	32,8
Dezembro	196	27	20,9	33,1

Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2012); Universidade Estadual de Campinas (2012).

O rio Branco, maior rio em extensão da bacia, possui águas brancas ou barrentas e tem sua nascente na Serra do Mar. Este rio percorre parte de seu curso na planície costeira onde conflui com o rio Preto formando o rio Itanhaém (SCHIAVETTI; CAMARGO, 2002). A temperatura média anual da água do rio é cerca de 22°C. As maiores temperaturas médias ocorrem no verão (25,5°C) e as médias mais baixas no inverno (18°C). A água do rio Branco possui valores médios anuais de pH e condutividade elétrica em torno de 5,50 e 0,040 mS/cm, respectivamente. Quanto à disponibilidade de nutrientes, o rio Branco possui valores médios de 0,51 mg.L⁻¹ de nitrogênio total e 32,45 µg.L⁻¹ de fósforo total nas épocas do ano analisadas. Este último com valores mais elevados no verão. A disponibilidade de nitrogênio total na água não apresenta um padrão de variação ao longo do ano. A água do rio Branco comparada a outros rios da bacia possui baixas concentrações de N-total e médias concentrações de P-total (LIMA, 2001). As concentrações destes nutrientes em seu corpo d'água podem ser consideradas constantes (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2003).

Figura 1 - Foto ilustrando o banco monoespecífico de *Crinum procerum* no rio Branco, bacia hidrográfica do rio Itanhaém, em baixamar onde as coletas foram realizadas.



Lais Nunes

3.2 Material e métodos

Exemplares de *C. procerum* foram coletados trimestralmente de forma aleatória em um banco monoespecífico no rio Branco (UTM 0317182, 7329408), na bacia hidrográfica do rio Itanhaém; na primavera (novembro 2009/2010), verão (fevereiro 2010/2011), outono (maio 2010/2011) e inverno (julho 2010/2011), totalizando oito coletas.

As coletas das macrófitas, consistindo de cinco réplicas para cada época do ano, foram realizadas com quadrado de 0,25 m². As plantas foram lavadas com a própria água do rio e com água corrente para a retirada de todo o material aderente (perifiton, detritos orgânicos e partículas inorgânicas associadas).

Foram contabilizadas as folhas jovens (folhas 100% clorofiladas com até 50 cm de comprimento), folhas adultas (folhas com comprimento acima de 50 cm e pelo menos 50% clorofiladas) e folhas senescentes (folhas pelo menos 50% não clorofiladas). A parte aérea (folhas, flores e frutos) e a parte submersa (raízes e rizomas) foram separadas e

posteriormente armazenadas em sacos plásticos para serem transportadas ao laboratório de Ecologia Aquática em Rio Claro.

O sedimento do estande também foi coletado em quintuplicata para análise e determinação de nitrogênio total (ALLEN et al., 1974) e fósforo total (ESTEVES, 1998).

As amostras das macrófitas aquáticas foram colocadas em estufa a 60°C para secagem, e mantidas nesta até que o peso constante fosse atingido. Foram colocadas em dessecador e pesadas para a obtenção da massa seca ($\text{g de massa seca.m}^{-2}$).

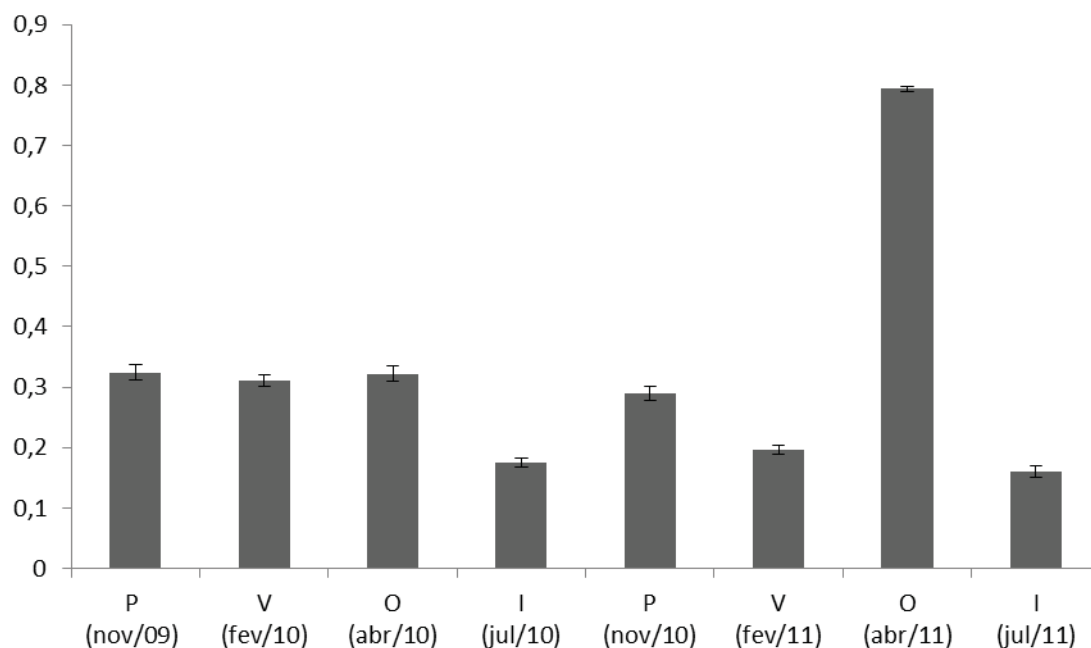
As amostras foram cortadas em pedaços para trituração em moinho e posterior armazenamento do material vegetal pulverizado em frascos com tampa para determinação do teor de polifenóis (KING; HEALT, 1967), lipídeos (FOLCH; LESS; SLOANESTANLEY, 1957), fósforo total (ESTEVES, 1998), nitrogênio total (ALLEN et al., 1974), proteínas (BOYD, 1970), carboidratos solúveis (DUBOIS et al., 1956) e fração de parede celular (VAN SOEST; WINE, 1976). O sedimento também foi seco em estufa a 60°C e posteriormente macerado em almofariz para obtenção de material pulverizado e realização das determinações de nitrogênio total (ALLEN et al., 1974) e fósforo total (ESTEVES, 1998).

As informações sobre os dados foram apresentadas na forma de tabelas e gráficos para maior compreensão e comparação entre os períodos de coleta. Com o objetivo de verificar a presença ou ausência de variação temporal da biomassa e do número de folhas de *C. procerum* foram elaborados gráficos Box Plots. Para testar a correlação entre os nutrientes disponíveis no sedimento e aqueles presentes na biomassa vegetal foi aplicado o teste de Correlação de Spearman. O programa estatístico utilizado foi o R 2.14.1.

4 RESULTADOS

Os dois períodos de inverno apresentaram as menores disponibilidades de N-total no sedimento (0,175 e 0,160 %MS), porém não podemos afirmar este padrão, dada sua pequena variação em relação às demais estações, exceto com o outono/2011 onde ocorreu um pico da disponibilidade deste nutriente (0,793 %MS). O verão de 2011 apresentou média mais próxima àquelas do inverno (0,195 %MS) do que das demais épocas. Em geral houve pequena variação da disponibilidade de N-total no sedimento não apresentando padrão claro de variação temporal (Fig.2).

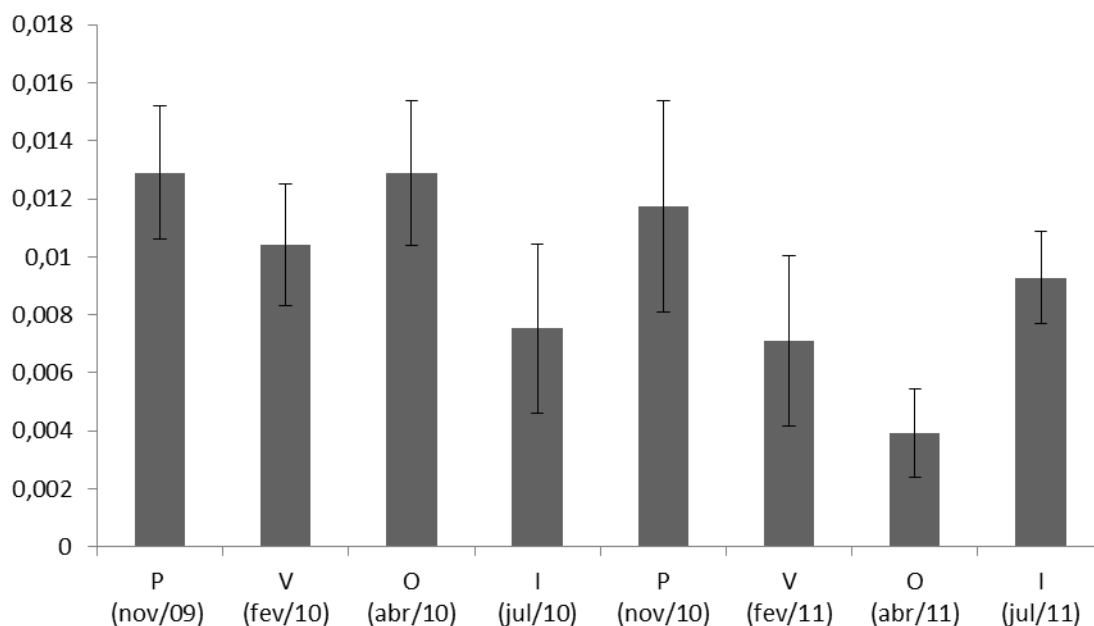
Figura 2 - Valores médios e desvio padrão da disponibilidade de nitrogênio total (%MS) no sedimento do rio Branco na primavera (nov. 2009/2010), verão (fev. 2010/2011), outono (abr. 2010/2011) e inverno (jul. 2010/2011).



No mesmo período em que ocorreu um pico da disponibilidade de N-total no sedimento (outono de 2011), a disponibilidade de P-total apresentou-se com menor valor médio (0,0039 %MS) em relação às demais épocas do ano, sendo o verão de 2011 a segunda média mais baixa (0,0071 %MS). Enquanto o outono e o verão do ano anterior apresentaram

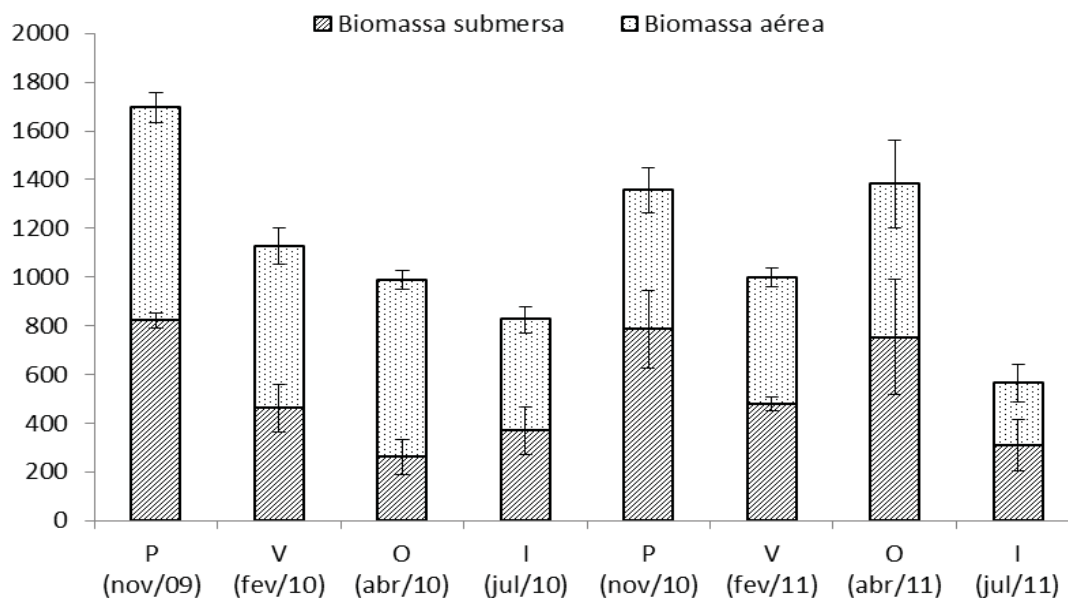
as maiores médias de P-total do período analisado (0,0129 %MS). Não ocorre padrão de variação temporal deste elemento químico no sedimento (Fig.3).

Figura 3 - Valores médios e desvio padrão da disponibilidade de fósforo total (%MS) no sedimento do rio Branco na primavera (nov. 2009/2010), verão (fev. 2010/2011), outono (abr. 2010/2011) e inverno (jul. 2010/2011).



A biomassa total da planta (Fig.4) decresceu entre a primavera de 2009 ($1696,97 \text{ g.m}^{-2}$) e o inverno de 2010 ($825,95 \text{ g.m}^{-2}$), o mesmo não foi observado para o ano seguinte, onde a biomassa do outono ($1382,85 \text{ g.m}^{-2}$) excedeu as demais. O inverno de 2011 apresentou os valores médios mais baixos de todo o período analisado ($565,29 \text{ g.m}^{-2}$) representando 1/3 da maior média de biomassa total (primavera de 2009). A biomassa total da planta foi menor nas épocas do inverno.

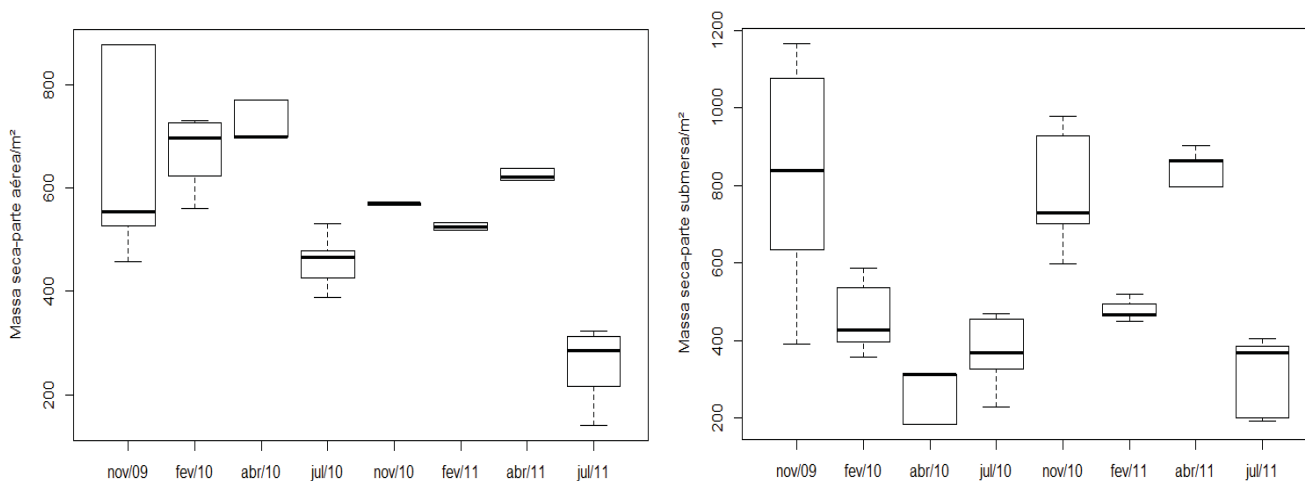
Figura 4 - Valores médios e desvio padrão da biomassa total, aérea e submersa (gMS.m^{-2}) de *Crinum procerum* primavera (nov. 2009/2010), verão (fev. 2010/2011), outono (abr. 2010/2011) e inverno (jul. 2010/2011).



A primavera de 2009 apresentou maior valor médio de biomassa aérea ($876,50 \text{ gMS.m}^{-2}$) e submersa ($820,47 \text{ gMS.m}^{-2}$). O menor valor médio de biomassa aérea ocorreu no inverno de 2011 ($255,52 \text{ gMS.m}^{-2}$) e de submersa no outono de 2010 ($261,30 \text{ gMS.m}^{-2}$). As épocas de maior e menor biomassa aérea corresponderam aos mesmos períodos na biomassa total, nos quais, respectivamente, a biomassa aérea compôs 51,65% e 45,11% da total.

Verificamos uma ausência de padrão de variação temporal da biomassa aérea e submersa da planta (Fig.5) O maior valor de mediana de biomassa aérea obtido ocorreu no outono de 2010 ($698,92 \text{ g.m}^{-2}$) e os menores nos invernos de 2010 e 2011 ($465,40 \text{ g.m}^{-2}$ e $285,96 \text{ g.m}^{-2}$, respectivamente). Para a biomassa submersa o maior valor de mediana ocorreu na primavera de 2009 ($838,84 \text{ g.m}^{-2}$) e o menor no outono de 2010 ($312,60 \text{ g.m}^{-2}$).

Figura 5 - Medianas, quartis 25° (inferior) e 75° (superior) e desvio padrão da biomassa da parte aérea e da biomassa da parte submersa de *Crinum procerum* no rio Branco na primavera (nov. 09/10), verão (fev. 10/11), outono (abr. 10/11) e inverno (jul. 10/11).



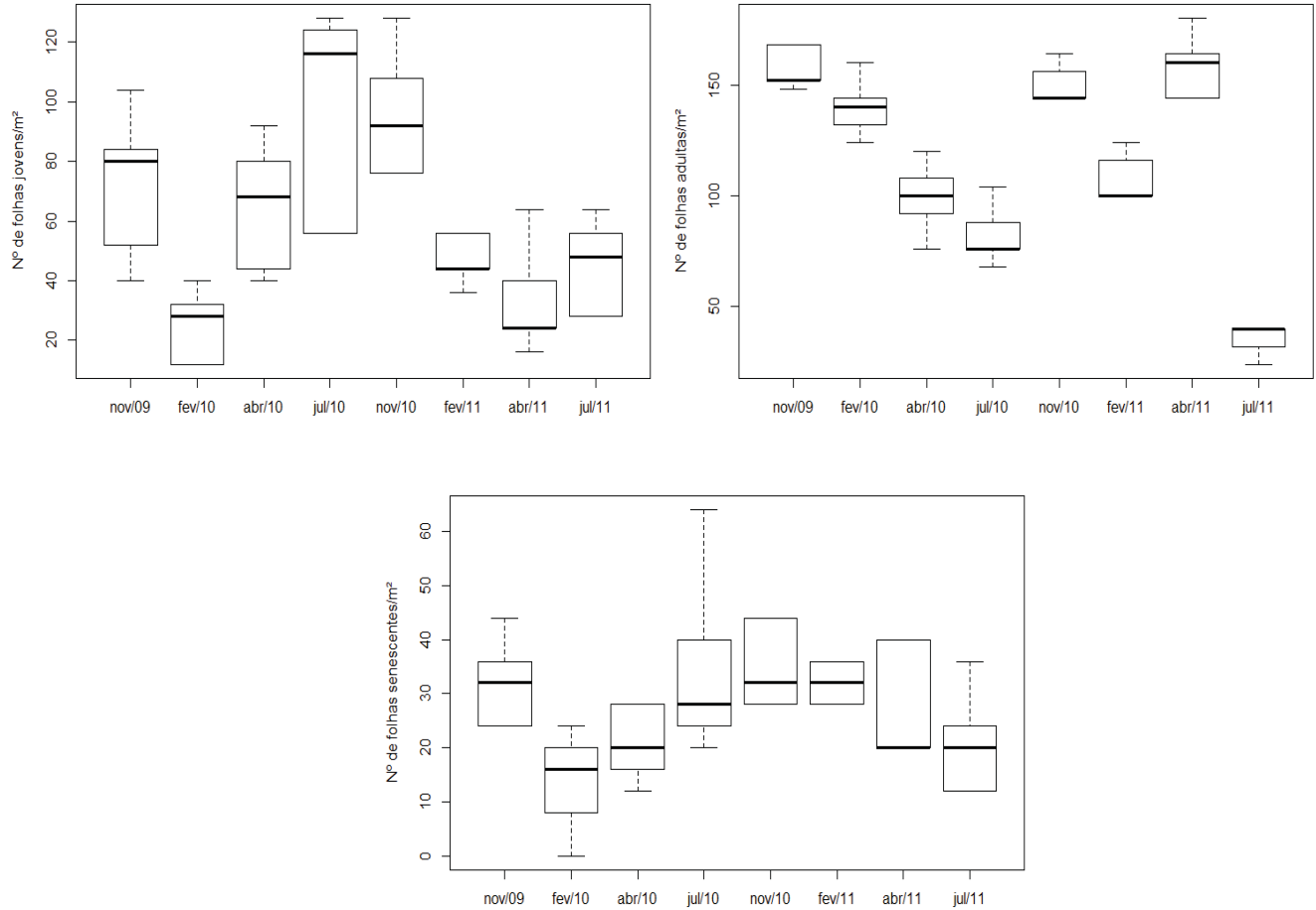
Na primavera de 2009 o valor médio do número de folhas adultas foi o mais elevado (170,4 folhas.m⁻²), período no qual também ocorreu o maior valor médio de biomassa aérea (876,50 g.m⁻²). O contrário ocorreu no inverno de 2011 (255,52 g.m⁻²) onde a biomassa e número de folhas adultas (40,0 folhas.m⁻²) foram os menores valores observados. No verão de 2010 ocorreram os menores números de folhas jovens e senescentes (24,8 e 13,6 folhas.m⁻², respectivamente), sendo o inverno e a primavera de 2010 os períodos com maior número de folhas jovens (ambos com média de 96,0 folhas.m⁻²) e o verão de 2011 de folhas senescentes (38,4 folhas.m⁻²) (Tab.2).

Tabela 2 - Valores médios e desvio padrão do número de folhas jovens, adultas e senescentes por m² na primavera (nov. 2009/2010), verão (fev. 2010/2011), outono (abr. 2010/2011) e inverno (jul. 2010/2011). Em negrito os valores médios mínimos e médios máximos de cada variável ao longo do período de estudo.

		P	V	O	I	P	V	O	I
		(nov/09)	(fev/10)	(abr/10)	(jul/10)	(nov/10)	(fev/11)	(abr/11)	(jul/11)
folhas jovens	média	72,0	24,8	64,8	96,0	96,0	47,2	33,6	44,8
	dp	24,8	12,4	22,5	36,8	22,2	8,6	19,1	16,3
folhas adultas	média	170,4	140	99,2	82,4	146,4	102,4	145,6	40,0
	dp	35,3	13,6	16,6	14,0	15,1	21,4	38,8	14,9
folhas senescentes	média	32,0	13,6	20,8	35,2	35,2	38,4	28,0	20,8
	dp	8,5	9,6	7,1	17,8	8,2	16,8	10,8	9,92

Os maiores e menores valores de mediana do número de folhas jovens ocorreram, respectivamente, no inverno de 2010 (116,0 folhas.m⁻²) e outono de 2011 (24,0 folhas.m⁻²). O maior valor de mediana para o número de folhas adultas obtido foi no outono de 2011 (160,0 folhas.m⁻²) e o menor no inverno de 2011 (40,0 folhas.m⁻²). Quanto às folhas senescentes, os maiores valores de mediana ocorreram na primavera de 2009, primavera de 2010 e verão de 2011 (32,0 folhas.m⁻²) e o menor valor de mediana se deu no verão de 2010 (16,0 folhas.m⁻²). Estes dados indicam a ausência de padrões de variação temporal para o número de folhas de *C. procerum* (Fig.6).

Figura 6 - Medianas, quartis 25º (inferior) e 75º (superior) e desvio padrão do número de folhas jovens, adultas e senescentes (nº de folhas.m⁻²) de *Crinum procerum* no rio Branco na primavera (nov. 09/10), verão (fev. 10/11), outono (abr. 10/11) e inverno (jul. 10/11).



A tabela abaixo (Tab. 3) é referente à composição química total de *C. procerum*. A composição química total foi obtida através da soma das médias ponderadas da composição química das partes aérea e submersa.

Tabela 3 - Valores médios e desvio padrão da composição química total de *Crinum procerum*: N-total (%MS), P-total (%MS), Fração de parede celular – FPC (%MS), polifenóis (%MS), lipídeos (%MS), carboidratos solúveis (%MS) e proteínas brutas (%MS) na primavera (nov. 2009/2010), verão (fev. 2010/2011), outono (abr. 2010/2011) e inverno (jul. 2010/2011). Em negrito os valores médios mínimos e médios máximos de cada variável ao longo do período de estudo.

		P	V	O	I	P	V	O	I
		(nov/09)	(fev/10)	(abr/10)	(jul/10)	(nov/10)	(fev/11)	(abr/11)	(jul/11)
N-total	média	1,32	1,72	1,38	1,07	1,44	1,37	2,16	1,54
	dp	0,26	0,13	0,12	0,04	0,08	0,14	0,19	0,20
P-total	média	0,090	0,070	0,091	0,073	0,065	0,054	0,048	0,062
	dp	0,010	0,001	0,007	0,007	0,007	0,008	0,002	0,009
FPC	média	37,77	31,84	39,92	30,76	39,01	29,80	36,80	28,18
	dp	1,66	2,47	4,57	4,56	3,23	3,14	1,28	5,49
Polifenóis	média	6,34	12,87	35,72	31,88	9,21	9,08	9,72	15,43
	dp	1,31	1,54	0,28	3,14	0,55	0,98	2,04	1,66
Lipídeos	média	9,84	13,04	8,92	12,40	12,91	10,05	11,51	7,96
	dp	3,31	1,93	0,66	1,22	1,63	1,67	3,50	2,53
Carboidratos	média	16,65	24,16	22,24	31,19	11,98	6,39	9,91	14,02
	dp	4,42	2,58	2,10	2,10	0,37	2,74	2,59	3,42
Proteínas	média	8,27	10,75	8,62	6,73	8,98	8,59	12,49	8,24
	dp	1,65	0,84	0,76	0,27	0,52	0,89	2,85	3,04

A época de maior disponibilidade de N-total no sedimento e a menor disponibilidade de P-total, ambos no outono de 2011, correspondeu a do maior e menor conteúdo de N-total (2,16 %MS) e P-total (0,048 %MS), respectivamente, na composição química total da planta. Os valores médios mínimos dos teores de FPC (28,18 %MS), lipídeos (7,95 %MS) e proteínas (8,24 %MS) corresponderam ao inverno de 2011, e os maiores valores médios de FPC (39,92 %MS) e polifenóis (35,72 %MS) corresponderam ao outono de 2010. Porém com exceção dos polifenóis, os valores médios dos demais componentes químicos não apresentaram grande variação entre todas as épocas do ano analisadas, além do que seus valores não se relacionam com os períodos de maior e menor teor de N-total e P-total.

A tabela 4 expõe os valores médios do estoque de N-total e P-total na biomassa total da planta. Os estoques de N-total e P-total são estimados pelos seus teores na planta junto com os valores de biomassa da espécie, por isso é expresso em gramas do nutriente por m² de biomassa vegetal.

Tabela 4 - Valores médios e desvio padrão do estoque de N-total e P-total na biomassa total (g.m^{-2}) de *Crinum procerum* na primavera (nov. 2009/2010), verão (fev. 2010/2011), outono (abr. 2010/2011) e inverno (jul. 2010/2011). Em negrito os valores médios mínimos e médios máximos de cada variável ao longo do período de estudo.

		P (nov/09)	V (fev/10)	O (abr/10)	I (jul/10)	P (nov/10)	V (fev/11)	O (abr/11)	I (jul/11)
N-total	média	22,32	19,25	13,62	8,91	19,40	13,73	29,60	8,42
	dp	9,58	1,79	1,04	1,82	3,10	1,74	8,18	1,78
P-total	média	1,59	0,84	0,91	0,60	0,88	0,88	0,67	0,34
	dp	0,84	0,11	0,06	0,08	0,14	0,09	0,18	0,09

O maior valor médio do estoque de N-total ($29,60 \text{ gN.m}^{-2}$) ocorreu no outono de 2011 e o menor ($8,42 \text{ gN.m}^{-2}$) no inverno de 2011. No inverno do mesmo ano a planta apresentou também seu menor valor médio de P-total estocado na biomassa ($0,34 \text{ gP.m}^{-2}$) com maior média na primavera de 2009 ($1,59 \text{ gP.m}^{-2}$). A variação do estoque dos nutrientes sofre oscilações que parecem não se relacionar à composição química (Tab.4).

Para a análise de correlação entre a disponibilidade de N-total e P-total no sedimento e seu conteúdo no vegetal, e entre P-total na planta e N-total na planta foi aplicado o teste de correlação de Spearman (Coeficiente de Correlação por Postos de Spearman “rho”) (Tab. 5). O valor de rho (ρ) varia entre -1 e +1. Quanto mais próximo destes extremos o valor estiver maior será a associação entre as variáveis. Valores próximos a -1 indicam correlação negativa entre as variáveis e aqueles próximos a +1, correlação positiva.

Tabela 5 - Valores de ρ (rho) obtidos através do teste de correlação de Spearman para algumas variáveis relacionadas.

	valor de ρ
N do sedimento x N da biomassa total	0,5107702
P do sedimento x P da biomassa total	0,2167081
P da biomassa total x N da biomassa total	-0,070537

A relação mais significativa obtida ocorreu entre o N-total do sedimento e N-total da biomassa total da planta (neste caso, foi considerada a composição química total da planta), com valor de $\rho = 0,5107702$ (valor de $p = 0,000379$), indicando forte correlação positiva entre as variáveis (Tab.5).

Não foi detectada relação entre P-total do sedimento e P-total da biomassa total da planta nem relação entre P-total da biomassa total da planta e N-total da biomassa total da planta.

5 DISCUSSÃO

Os resultados indicam a ausência de um padrão de variação temporal para a biomassa, para o número de folhas verdes, adultas e senescentes e para a composição química de *C. procerum*.

A variação sazonal da biomassa de macrófitas aquáticas apresenta diferença entre regiões de clima tropical e temperado. Em regiões tropicais as épocas do ano não são bem definidas apresentando pouca variação de temperatura e fotoperíodo. Nessas regiões, a biomassa destes vegetais apresentam pequenas ou ausentes variações sazonais, com as plantas crescendo durante todo o ano (OLIVERA; FAVERO; COSTACURTA, 2005). Quando presentes nos ecossistemas tropicais, estas variações de biomassa se relacionam a certa sazonalidade de chuvas, ao nível de água em planícies de inundação e a variação sazonal da disponibilidade de nutrientes (CAMARGO; ESTEVES, 1995; POMPÊO; HENRY; MOSCHINI-CARLOS, 2001; JUNK et al., 1989; OLIVEIRA; FAVERO; COSTACURTA, 2005; PIEDADE, 1991 apud POMPEO, 1999). Em regiões temperadas, a variação sazonal da biomassa de macrófitas está relacionada à variações marcantes e significantes de temperatura e fotoperíodo (BIUDES; CAMARGO, 2008; CAMARGO; ESTEVES, 1996).

Na região da bacia do rio Itanhaém não há períodos de seca e cheia demarcados, no inverno o índice pluviométrico (95,75 mm em média) cai em torno de 2,5 vezes em relação ao verão que é o período mais chuvoso (250,75 mm em média), porém as chuvas continuam distribuídas ao longo de todo o ano e a amplitude térmica não é elevada. Em áreas de planícies de inundação tropicais, o regime hidrológico sazonalmente determinado provoca alagamentos associados à variação do nível de água (CUNICO et al., 2002). A região estuarina do rio Itanhaém é marcada por certa uniformidade climática e a variação do nível de água é pequena devido ao ciclo das marés (cerca de 1 metro) e também devido à chuva em curtos períodos (CAMARGO; FLORENTINO, 1999).

Para *C. procerum* no rio Branco não se pode verificar um padrão de variação temporal para a biomassa da planta, tanto para a biomassa total quanto para a biomassa aérea e submersa. A ausência de um padrão da biomassa de *E. azurea* no rio Branco também foi observada por Henry-Silva e Camargo (2003). A biomassa de macrófitas aquáticas pode sofrer oscilações sem padrões definidos (OLIVERA; FAVERO; COSTACURTA, 2005). Alguns fatores climáticos podem afetar a densidade de plantas agindo como mecanismos de

regulação extrínsecos (ODUM; BARRETT, 2007). Devido a estes fatores, o que se pode considerar é que, embora não tenha sido observado um padrão de variação sazonal de biomassa e de outras variáveis, as baixas temperaturas do inverno parecem atuar como um fator limitante à espécie em estudo. Nos dois períodos de inverno *C. procerum* apresentou os menores valores de biomassa total, de biomassa aérea e do número de folhas adultas. O mesmo foi observado por Bonocchi (2006), também na bacia do rio Itanhaém, através do baixo número de folhas adultas de *C. procerum* no período de inverno. Bortolini et al. (2007) constataram que as baixas temperaturas do ar e da água são fatores desfavoráveis ao desenvolvimento de *Utricularia gibba* provocando a redução de sua biomassa e densidade. Baixos valores de biomassa aérea de *Eichhornia crassipes* e *Pontederia cordata* no inverno também foram encontrados em wetlands no rio Paraná por Hadad e Maine (2007) principalmente devido às menores temperaturas e menor disponibilidade de P no ambiente.

O número de folhas adultas parece estar relacionado positivamente com a biomassa aérea do vegetal. Na primavera de 2009 o valor médio de biomassa foi o mais elevado e o número de folhas adultas também, o contrário ocorreu no inverno de 2011 onde a biomassa e número de folhas adultas foram os menores valores observados. Já para a variação no número de folhas jovens e senescentes não foi possível estabelecer relação com a biomassa do vegetal. A variação do número de folhas jovens, adultas e senescentes não segue um padrão temporal. Bonocchi (2006) observou que no inverno, além de baixos valores de biomassa, *C. procerum* apresentou elevado número de folhas senescentes. Entretanto, o elevado número de folhas senescentes neste mesmo período não foi constatado no presente estudo.

A biomassa submersa de *C. procerum* correspondeu em média a 53% da biomassa total. Em geral as raízes e os rizomas de macrófitas emersas compõem cerca de 60% da biomassa total (ESTEVES, 1998). A biomassa submersa de *Potamogeton pectinatus* na Lagoa Verde (RS) compõe 17% da biomassa total do vegetal devido à pouca movimentação da água e ao enriquecimento com nutrientes de áreas agriculturáveis em torno da lagoa, conforme estudo realizado por Colares et al. (2007). Segundo os autores, a biomassa submersa reflete a necessidade da planta em absorver nutrientes, portanto quanto maior a sua disponibilidade no meio menor o investimento da planta no desenvolvimento de parte submersa. Para *C. procerum* o investimento em biomassa submersa foi maior uma vez que as concentrações de N e P na água do rio Branco são relativamente pequenas (LIMA, 2001).

A disponibilidade de nutrientes (N-total e P-total) no sedimento do rio Branco não apresenta um padrão de variação temporal no ano, como observado também por Lima (2001). Em ecossistemas de regiões com presença de períodos de cheia ocorre o incremento de nutrientes no meio provocando variações sazonais destes elementos (CAMARGO; ESTEVES, 1995; OLIVERA; FAVERO; COSTACURTA, 2005), porém este fato não ocorre na região de estudo devido à sua homogeneidade climática. Os pulsos de inundação e o incremento de nutrientes no meio podem ser determinantes na variação temporal da biomassa de macrófitas aquáticas (CAMARGO; ESTEVES, 1996; SANTOS; ESTEVES, 2004), porém nem sempre ocorrem alterações de biomassa significativas nos períodos de cheia e seca, como observados com *Eichhornia azurea* em lagoas laterais ao rio Paranapanema (SP) por Costa e Henry (2002). Segundo Camargo e Esteves (1995), em ambientes aquáticos sem variação significativa do nível de água as mudanças nos valores de biomassa das macrófitas aquáticas são pequenas. Por isso a ausência de padrões de crescimento tão demarcados como em ambientes lênticos, onde ocorre um padrão anual de variação de biomassa das plantas no qual, muitas vezes, quanto maior o nível de água maior o valor de biomassa (POMPÊO, 1999). Em ecossistemas costeiros há uma alta renovação da água se comparados a ambientes lênticos, onde a acumulação de nutrientes é elevada (COSTA; HENRY, 2010).

As oscilações na disponibilidade de nutrientes parecem não influenciar os valores de biomassa de *C. procerum*, dados o crescimento e desenvolvimento da espécie ao longo de todo o ano. Um fator responsável pela variação da biomassa da espécie no ano pode ser a própria variação espacial ao longo de um único estande, destacando as diferenças de declividade da margem do rio, proximidade da margem, profundidade máxima e mínima que a água pode atingir ao longo das alterações periódicas das marés e, também, proximidade a outras espécies de macrófitas em determinados pontos. Estes fatores podem estar influenciando a densidade e distribuição das plantas no banco. No entanto, apesar destes fatores, o inverno parece de fato provocar os menores valores de biomassa e os menores valores do número de folhas adultas da planta. Em estudo realizado com *E. azurea* em uma lagoa no pantanal sul matogrossense, Oliveira, Favero e Costacurta (2005) observaram que o crescimento do vegetal próximo à margem é menos intenso, destacando a importância dos fatores acima citados na distribuição e desenvolvimento de macrófitas aquáticas ao longo de um estande.

Observamos que não ocorre um padrão de variação temporal para a composição química de *C. procerum*, o que já era esperado uma vez não encontrado o mesmo com a disponibilidade de nutrientes no sedimento. A composição química de plantas aquáticas pode ser afetada por mudanças sazonais sofrendo alterações de acordo com a variação dos nutrientes disponíveis (COSTA; HENRY, 2010; ESTEVES, 1998). No entanto, em estudo experimental com constante disponibilidade de nutrientes, a composição química de *E. crassipes* variou sazonalmente, segundo Tucker e Debusk (1981), este fato parece se relacionar à diferença de crescimento nos períodos.

As macrófitas aquáticas emersas assimilam nutrientes principalmente pela raiz devido a pouca superfície de absorção em exposição na água (raízes secundárias), portanto, os nutrientes necessários para seu desenvolvimento são retirados do sedimento (BARKO; SMART, 1978; COSTA; HENRY, 2010; GAO et al., 2009; HENRY-SILVA; CAMARGO, 2000; POMPÊO, 1999). Já em plantas submersas enraizadas a absorção de nutrientes pode se dar também pela água devido às raízes secundárias diretamente expostas na coluna d'água. A proporção de absorção de nutrientes de cada fonte (água e sedimento) pode variar entre os tipos ecológicos e espécies de macrófitas (BEST; MANTAI, 1978). Como a espécie em estudo é uma macrófita emersa, para este trabalho analisamos somente a disponibilidade de nutrientes no sedimento desconsiderando a água como fonte direta de nutrientes e fator de correlação. Foi encontrada uma relação positiva significativa entre a disponibilidade de N-total e o seu teor na planta, portanto quanto mais N-total disponível maior a quantidade alocada no vegetal. Embora esta relação tenha sido detectada não houve interferência nos valores de biomassa. Os demais resultados obtidos na correlação de Spearman (ausência de relação significativa entre as variáveis) indicam que os conteúdos de N-total e P-total na macrófita não se relacionam, o mesmo para seu teor de P-total com aquele disponível no sedimento.

A produção primária de algumas espécies de macrófitas aquáticas da zona costeira sudeste dos Estados Unidos respondeu positivamente às alterações da disponibilidade de N-total, porém o mesmo não ocorreu para os níveis de P-total. O que pode indicar que essas plantas são limitadas principalmente pela disponibilidade de N-total e secundariamente por P-total. O P-total pode ser uma fonte nutricional indireta dos vegetais em ecossistemas costeiros por influenciar a comunidade bacteriana do solo, a qual é importante em transformações bioquímicas no meio envolvendo principalmente o nitrogênio (SUNDARESHWAR et al.,

2003). Em contraste, experimentos realizados com *Potamogeton pectinatus* e *Lamprothamnium papulosum* revelaram que sua biomassa se relaciona positivamente à concentração de P-total do sedimento, mas não ao nível de N-total (CARR; CHAMBERS, 1998; CONDE-ÁLVAREZ et al., 2012). Enquanto Sfriso e Marcomini (1999) observaram que o teor de N-total e P-total em *Zostera marina* não se relacionou à concentração no sedimento. A relação entre a biomassa de macrófitas e disponibilidade de nutrientes no meio aquático tem sido muito debatida na literatura, mas ainda há controvérsias quanto à resposta dos vegetais. Alguns autores acreditam que determinadas espécies podem ser insensíveis ao incremento de nutrientes na água e no sedimento (MADSEN; ADAMS, 1988 apud CARR; CHAMBERS, 1998). Outros fatores ambientais podem interferir na regulação do crescimento de plantas aquáticas em rios, como tipo de sedimento, quantidade de carbono orgânico, oxigênio dissolvido na água intersticial, associação com águas subterrâneas e competição interespecífica (BARKO et al., 1991 apud CARR; CHAMBERS, 1998; HIEL, 1982; MEYER, 1979). O que se pode notar é que baixas concentrações de fósforo parecem ser necessárias para o crescimento de *C. procerum* (CONDE-ÁLVAREZ et al., 2012).

Levando-se em conta a questão de que quanto maior a disponibilidade de nutrientes maior poderá ser o conteúdo destes na maioria das plantas aquáticas, é esperado em geral para as macrófitas que em períodos de maior disponibilidade de N-total e P-total no meio, esta apresente maiores teores de lipídeos, carboidratos e proteínas estando em estado de boa nutrição e estoque energético, e por consequência apresente menores teores de fração de parede celular (FPC) e polifenóis, estando também mais disponíveis para os herbívoros (BIUDES; CAMARGO, 2006). Quando os valores médios do teor de FPC e polifenóis foram os mais elevados o teor de P-total também o foi (outono de 2010). Este fato mostra que não é possível relacionar o teor de N-total e P-total da espécie em estudo com os teores de FPC e polifenóis, uma vez que é esperado que quando N-total e P-total na planta forem reduzidos os teores de FPC e polifenóis sejam mais elevados.

Embora estudos mostrem que elevados conteúdos de N-total e P-total disponíveis no meio se relacionam com um maior valor nutritivo da planta e maior crescimento (AMORIM, 2009; BIUDES; CAMARGO, 2006; ROVANI, 2009; SEBALOS, 2008), não foi encontrado o mesmo para *C. procerum*. Apesar de variações que ocorrem em populações poderem estar relacionadas às mudanças sazonais de recursos essas variações também podem ser estocásticas (ODUM; BARRETT, 2007), o que parece ocorrer com esta macrófita.

A estocagem de nutrientes na biomassa de *C. procerum* não segue um padrão de variação temporal. Assim como não ocorreu relação entre as épocas de maiores e menores teores de N-total e P-total na planta com as épocas de maiores e menores valores do estoque destes nutrientes. Isto porque o estoque de nutrientes está relacionado ao valor de biomassa, a qual também não apresentou padrão de variação nem relação com a concentração de N-total e P-total no vegetal.

O tempo de resposta da planta, no que diz respeito à absorção e estoque dos componentes químicos em sua biomassa, pode ser um fator que provoca as alterações de seus teores químicos ao longo do ano e a ausência de padrões de variação. A macrófita aquática *Eleocharis interstincta* apresentou um tempo de resposta às condições ambientais de cerca de 30 dias conforme estudo realizado por Santos e Esteves (2004) na Lagoa de Cabiúnas (RJ). Portanto a maior disponibilidade de nutrientes no meio só será detectada na biomassa da planta depois de um período específico. Como estratégia de crescimento, os nutrientes podem ser translocados entre a biomassa aérea e submersa para serem acumulados para as próximas estações e contribuir para o crescimento da planta (HADAD; MAINE, 2007). Para melhor compreender a relação do tempo de resposta de *C. procerum* às condições ambientais no que diz respeito à absorção e posterior estocagem de nutrientes em sua biomassa seria necessário uma menor escala de tempo entre as coletas, para detectar aspectos e diferenças em menores períodos.

Elevados valores de N-total e P-total estocados na biomassa de macrófitas aquáticas demonstram a alta capacidade dessas plantas em reter nutrientes e revelam sua importância na ciclagem de nutrientes no ecossistema (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2000; HENRY-SILVA et al., 2001). Comparando o estoque de nutrientes de algumas espécies de macrófitas, na mesma região de estudo do presente trabalho, obtido por Henry-Silva et al. (2001) observamos que *C. procerum* apresentou valor médio de estoque de N-total (média dos valores médios obtidos nas épocas do ano analisadas) de $16,90 \text{ gN.m}^{-2}$ (média máxima de $29,59$ e mínima de $8,42 \text{ gN.m}^{-2}$) superior a *Egeria densa* ($6,2 \text{ gN.m}^{-2}$) e *Salvinia molesta* ($4,5 \text{ gN.m}^{-2}$). Quanto ao estoque de P-total, a espécie em estudo apresentou valor médio de $0,84 \text{ gP.m}^{-2}$ (média máxima de $1,59$ e mínima de $0,34 \text{ gP.m}^{-2}$) sendo inferior ao estocado por *E. densa* ($1,2 \text{ gP.m}^{-2}$) e superior ao estocado por *S. molesta* ($0,1 \text{ gP.m}^{-2}$). Segundo Henares (2008), macrófitas aquáticas com elevada biomassa apresentam maior produtividade e maior capacidade de estocar nutrientes, o que corrobora com o alto valor de N estocado por *C.*

procerum, mas contrasta com seu baixo estoque de P. O mecanismo de absorção de P pode variar entre os grupos de macrófitas. Apesar da grande capacidade em absorver P, as plantas aquáticas emersas também liberam este nutriente para a água em uma curta escala de tempo (BENTO; MAROTTA; ENRICH-PRAST, 2007), evento que talvez se relacione com o intermediário estoque de P de *C. procerum* quando comparado a *E. densa* e *S. molesta*.

Com base na determinação da composição química é possível avaliar o valor nutritivo das espécies de macrófitas aquáticas e propor a utilização de sua biomassa em diversas atividades econômicas (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2000).

Plantas com valores menores que 12% de proteínas em sua biomassa são consideradas pobres em proteínas. *C. procerum* apresenta conteúdo de proteínas inferior a 12% MS (exceto outono de 2011 com 12,48%MS), portanto pode ser considerada de baixo valor nutritivo para bovinos (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2000), mas pode ser aproveitada por outros herbívoros como peixes (BIUDES; CAMARGO, 2006). Porém, sua elevada concentração de carboidratos solúveis (6,39 a 31,19 %MS) a torna apta para o consumo por herbívoros. Os valores de fração de parede celular e polifenóis são importantes para a utilização das macrófitas por herbívoros. Macrófitas aquáticas com valores menores do que 60% de fração de parede celular, como *C. procerum*, são consideradas adequadas para a ingestão por herbívoros. Isso ocorre pela elevada presença de substâncias lignificadas, celulose e hemicelulose as quais são de difícil degradação por animais não ruminantes. Quanto aos polifenóis, o valor máximo destes para que as macrófitas possam ser utilizadas na ração animal é 16 U.D.O./gMS. *C. procerum* apresentou teores entre 6,34 e 35,72 U.D.O./gMS. Elevados valores de polifenóis, compostos por substâncias resultantes da glicólise como os taninos, tornam as plantas menos acessíveis à herbivoria. Os altos teores de lipídeos (entre 7,96 e 12,91 %MS), de carboidratos e de proteínas observados na planta tornam seu nível nutritivo elevado; sendo importantes estudos com a separação entre parte aérea e submersa para cada aproveitamento da biomassa desejado.

Comparando a composição química de *S. alterniflora* determinada por Biudes e Camargo (2006) no rio Itanhaém com a de *C. procerum* é possível dizer que a última tem maior potencial de contribuição para a cadeia de herbivoria do que *S. alterniflora*, pois sua biomassa tem maior valor nutritivo. Desta forma, fica evidenciada a grande contribuição de *C. procerum* para dinâmica de nutrientes no ecossistema.

6 CONCLUSÃO

A disponibilidade de nutrientes no meio não afeta a biomassa, a composição química e o estoque de nutrientes de *C. procerum*. A relação positiva mais significativa encontrada ocorreu entre a disponibilidade de N-total no sedimento e o conteúdo de N-total na biomassa da planta.

A variação da biomassa, da composição química, do número de folhas e do estoque de nutrientes da macrófita não segue um padrão temporal definido pelas épocas do ano em razão do clima sazonalmente homogêneo da região da bacia do rio Itanhaém. Porém, as menores temperaturas registradas no inverno parecem influenciar os baixos valores de biomassa e os baixos valores do número de folhas adultas apresentados pela espécie neste período.

Pode-se dizer que esta espécie de macrófita aquática apresenta grande importância para a ciclagem de nutrientes no ecossistema e para a cadeia de herbivoria quando comparada a outras espécies de plantas aquáticas.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, S. E.; GRIMSHAW, H. M.; PARKINSON, J. A.; QUARMBY, C. **Chemical Analysis of Ecological Materials**. Oxford: Blackwell, 1974.
- AMORIM, S.R. **Avaliação do crescimento da macrófita aquática flutuantes *Pistia stratiotes* L. em diferentes concentrações de nitrogênio**. 2009. 49 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.
- BARKO, J.W.; SMART, R.M. The growth and biomass distribution of the two emergent freshwater plants, *Cyperus esculentus* and *Scirpus validus*, on different sediments. **Aquatic Botany**, [S.l.], v. 5, p. 109-117, 1978.
- BIANCHINI JUNIOR, I. Modelo de crescimento e decomposição de macrófitas aquáticas. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (Ed.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM, 2003.
- BIUDES, J.F.V.; CAMARGO, A.F.M. Changes in biomass, chemical composition and nutritive value of *Spartina alterniflora* due to organic pollution in the Itanhaém river basin (SP, Brazil). **Brazilian Journal of Biology** [S.l.], v. 66, n. 3, p. 781-789, 2006.
- BIUDES, J.F.V.; CAMARGO, A.F.M. Estudos dos fatores limitantes à produção primária por macrófitas aquáticas no Brasil. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 12, n.1, p. 7-19, 2008.
- BENTO, L.; MAROTTA, M.; ENRICH-PRAST, A. O papel das macrófitas aquáticas emersas no ciclo do fósforo em lagos rasos. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 4, p. 582-589, 2007.
- BEST, M.D.; MANTAI, K.E. Growth of *Myriophyllum*: sediment or lake water as the source of nitrogen and phosphorus. **Ecology**, Washington, v.59, n.5, p.1075-1080, 1978.
- BONOCCHI, K. S. L. **Dinâmica populacional das macrófitas aquáticas emersas *Spartina alterniflora*, *Crinum procerum* e *Scirpus californicus*, na Bacia do rio Itanhaém, SP**. 2006. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.
- BORTOLINI, J.C.; DILL, M.A.; BUENO, N.C. Variação da biomassa de *Utricularia gibba* em ambiente lântico no município de Entre Rios do Oeste (PR). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl.1, p.786-788, 2007.
- BOYD, C. E. Amino acids protein and caloric content of aquatic macrophytes. **Ecology**, Washington, v. 51, p. 902-906, 1970.

BOYD, C.E.; GOODYEAR, C.P. Nutritive quality of food in ecological system. **Archiv für Hydrobiologie**, [S.l.], v. 69, p. 256-270, 1971.

CAMARGO, A.F.M.; ESTEVES, F.A. Biomass and productivity of aquatic macrophytes in Brazilian lacustrine ecosystem. In: Tundisi, J.G.; Bicudo, C.E.M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnology in Brazil**. São Paulo: ABC/SBL. 1995.

CAMARGO, A.F.M.; ESTEVES, F.A. Influence of water level variation on biomass and chemical composition of the aquatic macrophyte *Eichhornia azurea* (KUNTH) in an oxbow lake of the Rio Mogi-Guaçu (São Paulo, Brazil). **Archiv für Hydrobiologie**, [S.l.], v.135, n.3, p. 423-432, 1996.

CAMARGO, A.F.M.; FLORENTINO, E.R. Population dynamics and net primary production of the aquatic macrophytes *Nymphaea rudgeana* C.F. Mey in a lotic environment of the Itanhaem River Basin (SP, Brazil). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v.60, n.1, p. 83-92, 1999.

CARR, G.M.; CHAMBERS, P.A. Macrophyte growth and sediment phosphorus and niteogen in a Canadian prairie river. **Freshwater Biology**, v.37, p. 525-536, 1998.

COLARES, I.G.; SCHLEE, M.D.B.; SANTOS, L.C.; MAGALHÃES, U.A.S. Variação da biomassa e produtividade de *Potamogeton pectinatus* (Potamogetonaceae) na Lagoa Verde, Rio Grande, RS. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 62, n. 1-2, p. 131-137. 2007.

CONDE-ÁLVAREZ; BAÑARES-ESPAÑA, E.; NIETO-CALDERA, J. M.; FLORES-MOYA, A.; FIGUEROA, A.F. submerged macrophytes biomass distribution in the shallow saline lake Fuente de Piedra (Spain) as function of environmental variables. **Anales del Jardín Botánico de Madrid**, Madrid, v.69, n.1, p.119-127, 2012.

CORREA, M.R.; VELINI, E.D.; ARRUDA, D.P. Composição e bromatológica de *Egeria densa*, *Egeria najas* e *Ceratophyllum demersum*. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, p.7-13, 2003.

COSTA, M.L.R.; HENRY, R.. Biomassa e Composição química de *Eichhornia azurea* de três lagoas laterais ao rio Paranapanema na desembocadura na represa de Jurumirim, SP. **Hoehnea**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 65-77, 2002.

COSTA, M.L.R.; HENRY, R. Phosphorus, nitrogen, and carbono content of macrophytes in lakes lateral to a tropical river (Paranapanema River, São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v.22, n.2, p.122-132, 2010.

CUNICO, A. M.; GRAÇA, W.J.; VERÍSSIMO, S.; BINI, L.M. Influência do nível hidrológico sobre a assembleia de peixes em lagoa sazonalmente isolada da planície de inundação do alto rio Paraná. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.2, p. 383-389, 2002.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 29, p. 350–356, 1956.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Banco de dados climáticos do Brasil: município de Itanhaém (SP)**. 2012. Disponível em:

<<http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/resultados/balanco.php?UF=&COD=343>>. Acesso em: 17 maio 2012.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência – FINEP. 1998.

FOLCH, J.; LESS, M.; SLOANESTANLEY, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **The Journal of Biochemistry**, [S.l.], v. 26, p. 497-509, 1957.

GAO, J.; XIONG, Z.; ZHANG, W.; MBA, F.O. Phosphorus removal from water of eutrophic lake Donghu by five submerged macrophytes. **Desalination**, [S.l.], v. 242, p.193-204, 2009.

HADAD, H.R.; MAINE, M.A. Phosphorus amount in floating and rooted macrophytes growing in wetlands from the Middle Paraná Rivers floodplain (Argentina). **Ecological Engineering**, [S.l.], v. 31, p. 251-258, 2007.

HENARES, M. N. P. **Utilização de macrófitas aquáticas flutuantes no tratamento de efluentes de carcinicultura**. 2008. Dissertação (Mestrado em Aquicultura)-Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Avaliação sazonal da biomassa da macrófita aquática *Eichhornia azurea* em um rio de águas brancas da bacia hidrográfica do rio Itanhaém (litoral sul do estado de São Paulo, Brasil), **Hoehnea**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 71-77, 2003.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Composição química de quatro espécies de macrófitas aquáticas e possibilidades de uso de suas biomassas. **Naturalia**, São Paulo, v. 25, p. 111-125, 2000.

HENRY-SILVA, G. G.; PEZZATO, M. M.; BENASSI, R. F.; CAMARGO, A. F. M. Chemical composition of five species of aquatic macrophytes from lotic ecosystems of the southern coast of the state of São Paulo (Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 13, n. 2, p. 11-17, 2001.

HENRY-SILVA, G.G.; CAMARGO, A.F.M. Valor nutritivo de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta*) utilizadas no tratamento de efluentes de aquicultura. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.2, p. 519-526, 2002.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M.; PEZZATO, M. M. Effect of nutrient concentration on the growth of *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* and *Salvinia molesta*. **Proceedings of the 11th EWRS International Symposium on Aquatic Weeds**, Moliet et Maa, France, v. 1, p. 147-150, 2002.

HILL, A.R. Phosphorus and major cation mass balances for two rivers during low summer flows. **Freshwater Biology**, [S.l.], v. 12, p. 293-304, 1982.

ITANHAÉM. Prefeitura Municipal. **Plano Municipal de Saneamento**. 2011. Disponível em: <http://www.itanhaem.sp.gov.br/consulta_plano_saneamento/plano_municipal_saneamento.html>. Acesso em: 17 maio 2012..

JUNK, W.J.; BAYLE, P.B.; SPARKS, L.E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. **Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences**, [S.l.], n.106, p.110-127, 1989.

KING, H. C.; HEALTH, G. W. The chemical analysis of small sample of leaf material and the relationship between the disappearance and composition of leaves. **Pedobiologia**, [S.l.], v.7, p. 192-197, 1967.

LIMA, P.R. **Variação sazonal e especial de algumas variáveis limnológicas no sedimento de rios da bacia hidrográfica do rio Itanhaém –SP de 1999 a 2001**. 2002. 42 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ecologia)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

MEYER, J.L. The role of sediments and bryophytes in phosphorus dynamics in a headwater stream ecosystem. **Limnology and Oceanography**, [S.l.], v. 24, p. 365-375. 1979.

MORMUL, R.P.; MICHELAN, T.S.; THOMAZ, S.M. Espécies exóticas e invasoras no Brasil: a grande preocupação com macrófitas aquáticas. **Boletim da Associação Brasileira de Limnologia**, Rio Claro, n. 39, v. 1, 2011.

MOURA JUNIOR, E.G.; LIMA, L.F.; SILVA, S.S.L.; ZICKEL, C.S. Avaliação da biomassa de macrófitas aquáticas em três reservatórios do estado de Pernambuco. **IX Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Federal de Pernambuco**. 2009. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/r1390-1.pdf>>. Acesso em: 21 setembro 2012.

ODUM, E.P.; BARRETT, G.W. **Fundamentos em ecologia**. 2007. 5.ed. São Paulo: Cengage Learning. 2007.

OLIVEIRA, A.K.M.; FAVERO, S.; COSTACURTA, M.B. Variação temporal da biomassa de *Eichhornia azurea* Kunth (Pontederiaceae) e macrófitas aquáticas associadas em uma lagoa do rio Negro, pantanal do rio Negro, Mato Grosso do Sul. **Natureza online**, Santa Teresa, v.3, n.1, p.7-12, 2005.

PEZZATO, M. **Macrófitas aquáticas submersas: fotossíntese, crescimento e variáveis abióticas da água**. 2007. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais)-Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

POMPÊO, M.L.M. **Perspectivas da Limnologia no Brasil**. São Luís: Gráfica e Editora União, 1999.

POMPÊO, M.L.M.; HENRY, R.; MOSCHINI-CARLOS, V. The water level influence on biomass of *Echinochloa polystachya* (Poaceae) in the Jurumirim reservoir (São Paulo, Brazil). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v.61, n. 1, p. 19-26, 2001.

ROVANI, A.F.B. **Composição química da macrófita aquática *Utricularia foliosa* em um rio de águas brancas e um rio de águas pretas na bacia do rio Itanhaém, SP**. 2009. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2009.

SANTOS, A.M.; ESTEVES, F.A. Influence of water level fluctuation on the mortality and aboveground biomass of the aquatic macrophyte *Eleocharis interstincta* (VAHL) Roemer et Schults. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.47, n.2, p.281-290, 2004.

SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A.F.M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: Editus. 2002.

SEBALOS, R. **Nitrogênio e fósforo na biomassa de *Pistia stratiotes* Linnaeus em dois ecossistemas lóticos com diferentes níveis de poluição orgânica na bacia do rio Itanhaém, SP**. 2008. 37 f. Trabalho de conclusão de curso-Instituto de Biociências, Universidade Estadual paulista, Rio Claro, 2008.

SFRISO; MARCOMINI. Macrophyte production in a shallow coastal lagoon. Part II: Coupling with sediment, SPM and tissue carbon, nitrogen and phosphorus concentrations. **Marine Environmental Research**, Venice, v. 47, n. 3, p. 285-309, 1999.

SUNDARESHWAR, P.V.; MORRIS, J.T.; KOEPFLER, E.K.; FORNWALT, B. Phosphorus limitation of coastal ecosystem processes. **Science**, v. 299, p.563-565, 2003.

THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 10, n.1, p. 103-116, 1998.

TUCKER, C.S.; DEBUSK, T.A. Seasonal growth of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms: relationship to protein, fiber, and available carbohydrate content. **Aquatic Botany**, [S.l.], v. 11, p. 137-141, 1981.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. **Limnologia**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos. 2008.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. **Clima dos municípios paulistas**. 2012. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_255.html>. Acesso em: 17 maio 2012.

VAN SOEST, P. J.; WINE, R. H. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds, IV. Determination of plant cell-wall constituents. **The Journal of Association of Official Analytical Chemists**, [S.l.], v. 50, n.1, p. 50-51. 1967.