

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS CAMPUS SOROCABA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA E
CONSERVAÇÃO

Ana Carolina Pavão

Riqueza e distribuição de macrófitas aquáticas no reservatório de Itupararanga,
bacia do rio Sorocaba-SP

Sorocaba
2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS CAMPUS SOROCABA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA E
CONSERVAÇÃO

Ana Carolina Pavão

Riqueza e distribuição de macrófitas aquáticas no reservatório de Itupararanga,
bacia do rio Sorocaba-SP

Dissertação apresentado ao Programa
de Pós Graduação em Diversidade
Biológica e Conservação da UFSCar,
campus Sorocaba, como requisito
para obtenção do grau de mestre.

Orientador: Prof. Dr. André Cordeiro A. Dos Santos

Co-orientador: Prof.^a Dr.^a Roseli Frederigi Benassi

Sorocaba

2011

P339r Pavão, Ana Carolina
Riqueza e distribuição de macrófitas aquáticas no reservatório de Itupararanga, bacia do rio Sorocaba-SP / Ana Carolina Pavão. -- Sorocaba, 2011
60 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, *Campus Sorocaba*, 2011
Orientador: André Cordeiro A. dos Santos
Banca examinadora: Dr. Antonio Fernando Monteiro Camargo, Dr^a. Eneida Salati.
Bibliografia

1. Ecologia aquática. 2. Ecossistema aquático. 3. Hidrófitas. I. Título. II. Sorocaba - Universidade Federal de São Carlos.

CDD 574.5263

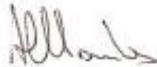
Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do *Campus* de Sorocaba.

ANA CAROLINA PAVÃO

**RIQUEZA E DISTRIBUIÇÃO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS
NO RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA, BACIA DO RIO
SOROCABA, SP**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação para obtenção do título de
mestre em Diversidade Biológica e Conservação.
Universidade Federal de São Carlos.
Sorocaba, 15 de Março de 2011.

Orientador:

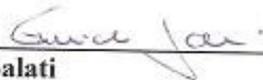


Prof. Dr. André Cordeiro Alves dos Santos
Universidade Federal de São Carlos – *Campus* Sorocaba

Examinadores:



Prof. Dr. Antonio Fernando Monteiro Camargo
UNESP / Rio Claro



Dra. Eneida Salati
Kolthec Consultores Associados S/S Ltda

*Dedico este trabalho aos meus
pais Santo e Angélica.*

“É preciso pensar para acertar

Calar para resistir

E agir para vencer”

(Renato Kehl)

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por ter guiado meus caminhos até aqui. Ao meu orientador prof. André Cordeiro A. Dos Santos pela orientação e compreensão ao longo destes dois anos. Pela minha co-orientadora prof^ª. Roseli Frederigi Benassi pela orientação e auxílio nas correções. À CAPES-REUNI pela bolsa concedida durante estes dois anos. Aos meus pais Santo e Angélica, meus maiores exemplos, e meu irmão Marcos pelo apoio e incentivo em todas as horas, pelo amor, amizade e segurança transmitidos incondicionalmente. Ao meu namorado Leone por seu carinho e apoio e por ter compreendido tantas ausências. Aos colegas e amigos da primeira e segunda turma do PPGDBC (Laine, Eduardo, Vitor, Fred, Renato, Marcelo, Iara, Ricardo, Kaline, PV, Juninho, Alessandra, Ana Yoko, Gregório, Bruna, Marina, Puera) com quem dividi momentos tensos, mas também muitas risadas. Valeu galera! Às minhas companheiras de ap. Kaline e Rogi por dividir todos os momentos desta fase comigo. À Kaline também pela grande ajuda na confecção dos mapas sempre com muita boa vontade. Valeu menininha! Ao Fred por ter me ajudado em toda a parte prática deste trabalho. Ao Ricardo Japa pelo auxílio na coleta de campo e ajuda com as análises estatísticas. Aos amigos de Rio Claro que de uma forma ou de outra também contribuíram para a conclusão deste trabalho: Julia, Sara, Amarílis, Edmara, Leo e Carlos. Aos técnicos da UFSCar Sorocaba, em especial à Elen por me dar apoio no laboratório, à Heidi pelo auxílio nas análises de sedimento e ao Leonardo pela ajuda nas análises de granulometria. À professora Janaína por disponibilizar o laboratório de Solos. Ao Almir, Renato, Fernando, Sérgio, Flávio, Marcos, Fabrícia pela sempre agradável convivência. Aos Professores do PPGDBC com quem aprendemos muito e partilhamos diversas dificuldades. Em especial à prof^ª Ingrid Koch pelas dicas na qualificação e por tantas vezes ter me ajudado, sempre com muita atenção. À prof^ª. Viviane Moschini Carlos pelas dicas e correções durante a qualificação. E ao prof. Albano G. E. Magrin também pelas correções na qualificação e pela confiança no período em que fui monitora na disciplina de Ecologia Geral. Ao prof. Antonio Fernando M. Camargo por seus ensinamentos e amizade desde a graduação, pelo empréstimo das estufas para secagem das plantas e por aceitar ser membro desta banca. À Dr^ª Eneida Salati por sua simpatia e contribuições ao também aceitar ser membro desta banca. Ao prof. Marcelo Pompêo e sua equipe do laboratório de Limnologia do IB da USP por terem realizado a identificação das espécies. Aos técnicos da Escola de Engenharia de São Carlos, Benê, Miro e Betão pela ajuda durante a coleta de campo. À professora Maria do Carmo Calijuri, coordenadora do projeto temático do qual o presente estudo faz parte (FAPESP processo nº08/55636-9) pelo apoio logístico e financeiro dispensado para a realização das

coletas de campo e análises de laboratório. À Flávia, Adriana, Davi e Luci da EESC por toda ajuda durante as coletas de campo e análises de laboratório. E se me esqueci de alguém peço perdão, mas todos que passaram pelo meu caminho nestes dois anos foram igualmente importantes para a conclusão deste trabalho. Meu muito obrigada a todos!

Sumário

Lista de tabelas.....	i
Lista de figuras.....	ii
Resumo.....	iv
1. Introdução.....	1
2. Objetivos.....	8
3. Metodologia.....	9
3.1. Área de estudo.....	9
3.2. Período de amostragem e localização dos pontos de coleta.....	12
3.3. Variáveis climáticas e hidrológica.....	13
3.4. Variáveis físicas e químicas da água.....	13
3.5. Variáveis físicas e químicas do sedimento.....	14
3.6. Macrófitas aquáticas.....	14
3.6.1. Campo.....	14
3.6.2. Laboratório.....	15
3.7. Análise dos dados.....	15
4. Resultados.....	17
4.1. Dados climatológicos.....	17
4.2. Variáveis físicas e químicas.....	18
4.3. Riqueza de macrófitas aquáticas.....	21
4.4. Biomassa da comunidade de macrófitas aquáticas.....	27
4.5. Análise de Correspondência Canônica.....	33
5. Discussão.....	35
6. Conclusões.....	41
7. Referências.....	43

Lista de tabelas

Tabela 1. Características do reservatório de Itupararanga, Bacia do Rio Sorocaba, SP.....	10
Tabela 2. Relação dos nutrientes totais da água coletada nos estandes de macrófitas aquáticas do reservatório de Itupararanga, bacia do rio Sorocaba.....	14
Tabela 3. Variáveis analisadas no compartimento sedimento, com seus respectivos métodos de determinação.....	14
Tabela 4. Lista das espécies com suas respectivas famílias e tipo ecológico encontradas no reservatório de Itupararanga. EM: emersa; FL: Flutuante livre; FF: Enraizada com folhas flutuante.....	22
Tabela 5. Lista de espécies de macrófitas aquáticas e locais de ocorrência no reservatório de Itupararanga no verão e inverno.....	25
Tabela 6. Valores de p obtidos pelo teste t aplicado aos valores de biomassa das espécies de macrófitas aquáticas comuns aos dois períodos amostrados (verão e inverno) no reservatório de Itupararanga.....	31
Tabela 7. Autovalores, porcentagem da variância explicada por cada eixo, porcentagem de explicação acumulada e correlações de Pearson entre as variáveis ambientais e biológicas obtidas com a análise de correspondência canônica (CCA).....	34
Tabela 8. Tabela comparativa de levantamentos de macrófitas aquáticas realizados em ambientes lênticos no Brasil.....	35

Lista de Figuras

Figura 1. Localização do reservatório de Itupararanga inserido na UGRHI 10.....	9
Figura 2. a) Margem esquerda do reservatório de Itupararanga demonstrando ausência de mata ciliar. b) Margem direita do reservatório de Itupararanga com remanescentes de mata contínua.....	11
Figura 3. Exemplo de residência de alto padrão localizada na margem esquerda do reservatório de Itupararanga.....	12
Figura 4. Localização dos estandes de macrófitas aquáticas no reservatório de Itupararanga identificados em agosto e dezembro de 2009.....	13
Figura 5. Valores de precipitação total acumulada, vazão média e cota médias do reservatório de Itupararanga entre os meses de julho de 2009 a julho de 2010.....	17
Figura 6. Variáveis físico-químicas da água das estações de coleta amostradas no reservatório de Itupararanga em dois períodos do ano de 2010.....	18
Figura 7. Valores de profundidade da coluna d'água e profundidade da zona eufótica (Zeuf.) das estações de coleta amostradas no reservatório de Itupararanga em dois períodos do ano de 2010.....	19
Figura 8. Valores de nitrogênio e fósforo totais da água das estações de coleta amostradas no reservatório de Itupararanga em dois períodos do ano de 2010.....	19
Figura 9. Valores de nitrogênio e fósforo totais e porcentagem de matéria orgânica do sedimento nas estações de coleta amostradas no reservatório de Itupararanga em dois períodos do ano de 2010.....	20
Figura 10. Granulometria do sedimento das estações de coleta amostradas no reservatório de Itupararanga em dois períodos do ano de 2010.....	21
Figura 11. Fotos das espécies de macrófitas aquáticas encontradas no reservatório de Itupararanga em dois períodos de 2010 (verão e inverno).....	23
Figura 12. Riqueza de espécies de macrófitas aquáticas em 12 estações de coleta do reservatório de Itupararanga em dois períodos (verão e inverno) de 2010.....	24
Figura 13. Número de estações de coleta onde ocorre cada uma das espécies de macrófitas aquáticas encontradas no reservatório de Itupararanga em dois períodos (verão e inverno) de 2010.....	26
Figura 14. Dendogramas da similaridade florística entre as estações de coleta amostradas no reservatório de Itupararanga em duas épocas do ano de 2010.....	27

Figura 15. Biomassa total de macrófitas aquáticas no reservatório de Itupararanga em dois períodos (verão e inverno) de 2010.....	28
Figura 16. Logaritmo dos valores de Biomassa em gramas de massa seca por metro quadrado (gMS.m^{-2}) das espécies comuns às duas estações amostradas (verão e inverno) em seus respectivos locais de ocorrência no reservatório de Itupararanga.....	29
Figura 17. Logaritmo dos valores de biomassa (gramas de massa seca por metro quadrado- gMS.m^{-2}) das espécies encontradas em apenas um período (verão ou inverno) e seus respectivos locais de ocorrência no reservatório de Itupararanga.....	30
Figura 18. Biomassa em gramas de massa seca por metro quadrado (gMS.m^{-2}) das espécies comuns aos dois períodos amostrados (verão e inverno) no reservatório de Itupararanga.....	32
Figura 19. Diagrama de ordenação da Análise de Correspondência Canônica (CCA) aplicada as variáveis ambientais e aos valores de biomassa das espécies comuns a dois períodos do ano de 2010 (verão e inverno) no reservatório de Itupararanga.....	33

Resumo

Muitos reservatórios têm sido construídos no Brasil e utilizados para diversos fins, principalmente para abastecimento público e geração de energia elétrica. Diversas comunidades biológicas encontram nestes ambientes condições ótimas para seu desenvolvimento. Dentre elas pode-se destacar as macrófitas aquáticas. Estas plantas são conhecidas mundialmente por causar danos aos usos múltiplos dos corpos d'água, mas também desempenham importante papel biológico nos ecossistemas. Este trabalho teve por objetivo principal realizar um levantamento das principais espécies de macrófitas aquáticas que ocorrem no reservatório de Itupararanga e verificar sua distribuição espacial. Procurou-se também verificar se há influência da sazonalidade sobre a abundância e distribuição das espécies. Foram realizadas duas coletas no ano de 2010, uma em fevereiro (verão) e outra em junho (inverno). Dados hidrológicos do reservatório foram informados pela empresa operadora da barragem. Foram identificados os estandes representativos de macrófitas aquáticas e em cada um foram lançados quatro quadrados flutuantes (amostrador) de 0,25 m². Todas as plantas contidas no amostrador foram coletadas e armazenadas para posterior obtenção da massa seca. Em cada estação de coleta foram aferidas as variáveis físico-químicas da água e amostras de água e sedimento foram coletadas para posterior determinação das quantidades de nitrogênio e fósforo totais, frações granulométricas e teor de matéria orgânica. A precipitação e a vazão média da barragem no mês da primeira coleta foi de 110 mm e 37 m³.s⁻¹, respectivamente. Em junho, mês da segunda coleta a precipitação média foi de 37 mm e a vazão de 13 m³.s⁻¹. A cota média do reservatório foi de 825 m no verão e de 824 m no inverno. No verão foram identificados 12 estações de coleta com ocorrência de plantas e no inverno 9 estações. Ao todo foram identificadas 16 espécies distribuídas em 10 famílias. O número de espécies encontradas no verão foi de 15 e no inverno 10. O tipo ecológico mais freqüente foi o de espécies emersas, 12 das 16 espécies encontradas. Espécies mais freqüentes foram *Urochloa* sp., *Polygonum* sp. e *Eichhornia crassipes*, sendo que as duas primeiras predominaram no verão, (*Urochloa* sp. em 8 estações de coleta; *Polygonum* sp. em 7). Já no inverno a espécie *E. crassipes* foi a mais freqüente, encontrada em 5 estações de coleta. O valor médio da biomassa total das plantas foi ligeiramente superior no inverno (573,50 gMS.m⁻²) em relação ao verão (492,76 gMS.m⁻²). Porém não houve diferenças significativas (p<0,05). *E. crassipes* atingiu maior biomassa no inverno (1.245 gMS.m⁻²), *Polygonum* sp. e *Urochloa* sp. apresentaram maior biomassa no verão (750 gMS.m⁻² e 488 gMS.m⁻², respectivamente). Para as espécies comuns aos dois períodos amostrados (8 espécies) foi encontrada diferença significativa nos valores de biomassa de apenas 3 espécies. Pode-se concluir que há influência da sazonalidade apenas sobre o número de espécies e associa-se isto à pequena elevação do nível da água do reservatório no verão. O número de espécies encontradas em Itupararanga pode ser considerado alto se comparado a outros reservatórios de maior área pertencentes à mesma bacia hidrográfica. A ocorrência de macrófitas aquáticas está relacionada a áreas do reservatório com maior influência antrópica. Sendo este o primeiro trabalho registrado de levantamento de espécies de macrófitas aquáticas no reservatório de Itupararanga, os dados apresentados permitem uma descrição inicial da composição florística e distribuição de macrófitas aquáticas neste ecossistema. A ocorrência de espécies flutuantes associadas a áreas com maior aporte de nutrientes não deve ser ignorada como um indicativo para o aumento da trofia do reservatório.

Palavras-chave: bacia do rio Sorocaba, levantamento florístico, macrófitas aquáticas, reservatório.

1. Introdução

No século XX, especialmente após a década de 60, muitos reservatórios foram construídos no Brasil com a finalidade principal de suprir as necessidades humanas, tais como controle de cheias, irrigação, abastecimento público, pesca e demanda hídrica para indústrias (TUNDISI, 1999). Isso fez com que a maioria dos reservatórios estivesse localizada próxima a áreas com grande adensamento populacional. Somente na região sudeste, na bacia do Alto Paraná há 130 barragens com altura superior a 10m, gerando uma área alagada de aproximadamente 14 mil Km² (AGOSTINHO *et al.*, 1995).

Recentemente a construção de reservatórios no Brasil visa principalmente à geração de energia elétrica. De acordo com o último Balanço Energético Brasileiro lançado em 2010, a energia renovável hidráulica se posicionou em terceiro lugar com 15% do total da oferta interna de energia (OIE – participação), dentre as bases energéticas mais exploradas no Brasil, perdendo apenas para a energia não renovável (petróleo e derivados – 37%) e renovável produtos da cana-de açúcar – 18% (EPE, 2010)

A região Norte possui cerca de 50% do potencial hídrico a ser explorado para geração de energia elétrica (ELETROBRAS, 2007). Com isso há, atualmente, uma tendência ao aumento do número de reservatórios em áreas de menor adensamento populacional, comuns na região Norte do Brasil.

Com as construções de reservatórios, os ecossistemas sofrem alterações no regime hidráulico, passando de lótico para lântico e diferem dos ambientes lânticos naturais por receber maior carga de material particulado e dissolvido da bacia de drenagem (THOMAZ; BINI, 1998). Isso se deve ao posicionamento do reservatório, geralmente na região à jusante dos principais tributários da bacia.

Por apresentarem características de ambientes lóticos próximo aos tributários e lânticos próximo à barragem, os reservatórios são considerados ambientes intermediários entre rios e lagos (PAGIORO *et al.*, 2005). Estas diferenças geram três compartimentos com características distintas ao longo de um reservatório, zona de rio, transição e lacustre (THORNTON, 1990).

A zona de rio, como todo ambiente lótico é caracterizada por maior velocidade de corrente e alta oxigenação da água. Além disso, apresenta baixa profundidade e menor transparência da coluna d'água, devido ao grande aporte de material particulado. Na zona de transição há um aumento na profundidade e maior transparência da água em relação à zona de rio, devido à maior parte do material particulado já ter sido sedimentada. Já a zona de lago, ou

lacustre, apresenta pouca sedimentação, elevada transparência e maior profundidade, podendo haver estratificação da coluna d'água (THORNTON, 1990). A extensão desses compartimentos é bastante variável e depende principalmente da morfometria, tempo de retenção, estação do ano e localização geográfica (STRAŠKRABA, 1999).

Os reservatórios são classificados em geral como circulares e alongados ou dendríticos. Esta classificação baseia-se principalmente no índice de desenvolvimento da margem. Esse índice representa a razão entre o perímetro do corpo d'água e o comprimento da circunferência de um círculo com área equivalente à este corpo (ACIRREU *et al.*, 2004).

No Brasil os reservatórios são em geral rasos e com morfometria dendrítica, como é o caso do reservatório de Itupararanga. Essas características fazem com que os reservatórios desenvolvam uma extensa região litorânea, favorecendo o estabelecimento de macrófitas aquáticas (THOMAZ; BINI, 1998).

Como em todo ecossistema recém-formado, a criação de um reservatório desencadeará processos sucessionais. Em geral, inicialmente este novo ambiente será caracterizado como oligotrófico profundo, onde a principal comunidade produtora será composta por algas fitoplanctônicas. Após sucessivas substituições de espécies o ambiente torna-se eutrófico, mais raso e colonizado por macrófitas aquáticas em diferentes intensidades (THOMAZ; BINI, 1998). Espécies flutuantes, por exemplo, são favorecidas pelo incremento de nutrientes, comuns na região de cabeceira, e espécies submersas têm melhor desenvolvimento em águas rasas e transparentes, típicas de braços e áreas mais à jusante dos reservatórios.

O fato dos reservatórios receberem maior aporte de material particulado da bacia de drenagem, aliado à remoção da vegetação ciliar, ocupação das margens do reservatório e à degradação geral da bacia, faz com que os mecanismos sucessionais ocorram de forma mais rápida em relação aos lagos naturais. Fontes externas de nutrientes como esgoto doméstico, fertilizantes carreados de áreas agrícolas e resíduos industriais acabam contribuindo para o enriquecimento dos reservatórios e acelerando os processos de sucessão (PATTON; STARNES, 1970).

Como macrófitas aquáticas geralmente são associadas a danos aos usos múltiplos de reservatórios, especialmente aqueles com a finalidade de geração de energia elétrica, muitas pesquisas visam à compreensão da dinâmica destas comunidades nestes ambientes (POMPÊO; HENRY e MOSCHINI-CARLOS, 1999; TANAKA *et al.*, 2002; CARVALHO *et al.*, 2003; CAVENAGHI *et al.*, 2003; DE FILIPPO, 2003; BINI *et al.*, 2005; NEGRISOLI *et al.*, 2006; MARTINS *et al.*, 2008; PITELLI *et al.*, 2008).

O reservatório de Itaipu, na bacia do rio Paraná-PR, é um dos mais estudados no Brasil. São encontrados vários trabalhos relacionados à comunidade de macrófitas aquática neste reservatório. Thomaz *et al.* (1999) realizaram um levantamento das espécies que ocorrem em Itaipu e Bini *et al.* (1999) relacionaram as características da água e do sedimento à ocorrência de plantas. Outros estudos também podem ser destacados tais como Thomaz *et al.* (2003, 2006, 2009); Bini (2001), FUEM/Itaipu Binacional (2003), Carvalho; Thomaz; Bini, (2005), Thomaz *et al.* (2006; 2009), Bini; Thomaz; Carvalho (2010), Michelan *et al.* (2010) mostrando que Itaipu é um dos ecossistemas mais conhecidos no Brasil com relação à dinâmica da comunidade de macrófitas aquáticas em reservatórios.

Vários trabalhos têm enfatizado a importância ecológica de macrófitas aquáticas, atuando no ciclo de vida de diversos outros organismos (AGOSTINHO *et al.*, 2003; TAKEDA *et al.*, 2003; FELISBERTO; RODRIGUES, 2005). Elas podem modificar características físicas e químicas da água (JONIAK *et al.* 2007) e criar microhabitats importantes para o desenvolvimento de diversos organismos, tais como peixes, macroinvertebrados aquáticos e perifiton (AGOSTINHO *et al.*, 2003; TAKEDA *et al.*, 2003; FELISBERTO; RODRIGUES, 2005; PADIAL *et al.*, 2009; KOVALENKO *et al.*, 2010). Portanto, esses vegetais contribuem para a maior heterogeneidade de habitats no ecossistema aquático (CAMARGO; HENRY-SILVA; PEZZATO, 2003).

Além da importância ecológica, macrófitas aquáticas também despertam interesses econômicos. Algumas espécies podem servir de alimento, como é o caso da espécie flutuante *Pistia stratiotes* utilizada na alimentação na África e na Índia. E o gênero *Oriza*, o arroz, utilizado há séculos ao redor do mundo na alimentação humana. Outras são utilizadas como plantas medicinais, como as espécies do gênero *Polygonum*, vulgarmente conhecida como erva-de-bicho e utilizada como cicatrizante e vermífida. Há ainda muitas espécies utilizadas como plantas ornamentais por aquarofilistas e paisagistas, como, *Egeria sp*, *Cabomba sp* e *Nymphaea sp*. (POTT; POTT, 2000).

Devido à importante participação na ciclagem de nutrientes, algumas espécies de macrófitas aquáticas estão sendo empregadas com sucesso no tratamento de efluentes. Estudos têm demonstrado grande eficiência de espécies flutuantes no tratamento de efluentes de piscicultura e carcinicultura (BIUDES, 2007; HENRY-SILVA; CAMARGO, 2008). Algumas pesquisas enfocam também a eficiência destes vegetais utilizados neste tipo de tratamento como adubo verde e ração animal (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2002; HENRY-SILVA *et al.*, 2006; BIUDES *et al.*, 2009).

Outros trabalhos enfatizaram ainda a eficácia de macrófitas aquáticas utilizadas em wetlands construídas no tratamento de efluentes domésticos (SALATI; SALATI; SALATI, 1999; SALATI, 2003; ALMEIDA; OLIVEIRA; KLIEMANN, 2007). Há também trabalhos que encontraram resultados positivos na utilização de espécies de macrófitas aquáticas na remoção de metais pesados da água e empregados na construção civil na forma de adobe (FARIA, 2002).

A terminologia utilizada para denominar a vegetação aquática sofreu várias alterações ao longo do tempo. Hidrófitas, limnófitos e traqueófitos aquáticos são exemplos de nomes já utilizados para se referir às macrófitas aquáticas (ESTEVES, 1998). Cook *et al.* (1974) referiu-se à vegetação aquática como “todos os vegetais visíveis a olho nu cujas partes fotossinteticamente ativas estão permanentemente, ou por alguns meses, submersas ou flutuantes em água”. Essa classificação está inserida num contexto ecológico, independente de classificação taxonômica (BIANCHINI JR, 2003).

São classificadas em hábitos ou tipos ecológicos segundo seu biótopo no ambiente aquático, sendo eles i) emersas: plantas enraizadas no sedimento, porém com folhas crescendo fora da água; ii) com folhas flutuantes: enraizadas no sedimento e com folhas flutuando na superfície da água; iii) submersas enraizadas: enraizadas no sedimento e totalmente submersas; iv) submersas livres: não são enraizadas e permanecem livres totalmente submersas na coluna d’água; v) flutuantes: não são enraizadas e permanecem flutuando na superfície da água (SCREMIN-DIAS *et al.*, 1999).

As macrófitas aquáticas são vegetais que evolutivamente retornaram ao ambiente aquático, por isso ainda apresentam algumas estruturas de plantas terrestres, o que lhes permite ampla capacidade de adaptação a diversos tipos de ambientes (SCREMIN-DIAS *et al.*, 1999). A maior parte das espécies apresenta pouca ou nenhuma mobilidade, por isso sua sobrevivência e distribuição estão sujeitas às condições físicas e químicas do ambiente (ALI; MURPHY, 1999; BINI *et al.*, 1999; RIIS *et al.*, 2000).

Além de benéficas, macrófitas aquáticas também podem se tornar problemáticas se as condições ambientais forem favoráveis ao seu desenvolvimento. Atividades antrópicas tais como ocupação irregular, atividades pecuárias, lançamento de esgoto sem tratamento adequado e carreamento de fertilizantes agrícolas para dentro dos corpos d’água causam um aumento excessivo da concentração de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, efeito este conhecido como eutrofização (PINTO-COELHO *et al.* 1999, *apud* NEVES, 2008).

As conseqüências dos processos de eutrofização para os corpos d'água são a degradação da qualidade da água, tais como alterações de cor, de transparência e reduções nos níveis de oxigênio devido ao aumento de processos de decomposição (POMPÊO, 2008). Além disso, em reservatórios eutrofizados ocorre o aumento da produção primária com visíveis florações de algas e desenvolvimento de macrófitas aquáticas (NEVES, 2008).

Com uma proliferação excessiva, a vegetação aquática acarreta prejuízos à utilização antrópica dos ecossistemas aquáticos, especialmente em reservatórios com a finalidade de abastecimento público ou geração de energia elétrica. Espécies flutuantes podem prejudicar atividades de navegação e recreação, ou ainda contribuir para a eutrofização do ambiente aquático, comprometendo o uso da água para abastecimento público. A represa brasileira de Tucuruí, no Pará e o lago Kariba, na África, são exemplos de ambientes atingidos pela infestação de macrófitas aquáticas flutuantes (TUNDISI, 1993).

Espécies submersas são frequentemente associadas a prejuízos na geração de energia elétrica. A hidrelétrica de Jupia (São Paulo), por exemplo, em certas épocas do ano apresenta perdas na produção de energia devido à obstrução de suas grades de proteção por plantas submersas (CARVALHO *et al.*, 2003; MARCONDES *et al.*, 2003; POMPÊO, 2008).

O manejo desses vegetais e as técnicas utilizadas no controle da proliferação excessiva ainda baseiam-se na remoção mecânica, manualmente ou com o uso de instrumentos e máquinas. Porém alternativas também têm sido desenvolvidas, tais como o controle biológico e o uso de herbicidas. Starling *et al.* (2009), encontraram resultados positivos no controle de macrófitas flutuantes por carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) em tanques-rede no Lago Paranoá. Sponchiado (2008) observou o mesmo comportamento deste peixe no controle de uma espécie de macrófita emersa em açudes no Rio Grande do Sul.

Borges Neto *et al.* (2004a; 2004b) encontraram respostas positivas no controle das macrófitas aquáticas submersas enraizadas *Egeria densa* e *Egeria najas* pelo fungo *Fusarium graminearum*.

Vários estudos também verificaram a eficiência de herbicidas no controle de macrófitas aquáticas (SANTOS *et al.*, 2001; COSTA *et al.*, 2005; FOLLONI e PITELLI, 2005; CÍCERO *et al.*, 2007). Porém este método deve ser utilizado com cautela e indicado apenas quando não há alternativa, já que são altos os riscos de intoxicação da biota aquática (HENARES *et al.*, 2008) e da população humana, em casos de uso da água para abastecimento público ou recreação (POMPÊO, 2008).

Como forma de prevenção, um monitoramento periódico de macrófitas aquáticas pode ser de grande valia para acompanhar o desenvolvimento das populações e identificar as espécies com potencial de gerar prejuízos aos usos múltiplos do ambiente aquático, especialmente reservatórios (CARVALHO *et al.*, 2003).

Estudos que caracterizem os ecossistemas aquáticos têm grande relevância por fornecer subsídios que auxiliem na compreensão dos principais mecanismos que afetam as comunidades biológicas. Os levantamentos de macrófitas aquáticas contribuem para a quantificação da biodiversidade aquática dos ecossistemas brasileiros (THOMAZ; BINI, 2003).

O Reservatório de Itupararanga, apesar de sua importância regional é pouco estudado. Foram realizados apenas estudos relacionados à comunidade de peixes (SMITH; PETRERE, 2007), fauna bentônica (TANIWAKI; SMITH, 2009), cianobactérias (LEITE; SMITH, 2009) e caracterização limnológica (SMITH; PETRERE, 2000; PEDRAZZI, *et al.*, 2007). Porém não há registros de estudos relacionados à comunidade de macrófitas aquáticas. O presente estudo e outro que está em andamento realizado por Bottino, abordando processos de decomposição de macrófitas aquáticas e sua contribuição para o ciclo do carbono (comunicação pessoal) são os únicos trabalhos registrados até o momento relacionados à comunidade de macrófitas no reservatório de Itupararanga.

Cabe ressaltar que não foram ainda registrados problemas relacionados à proliferação excessiva de macrófitas aquáticas no reservatório. Porém, monitoramentos realizados anualmente pela Cetesb demonstram um aumento dos níveis de trofia do reservatório ao longo dos anos. O estudo realizado por Garcia *et al.* (2000) relata aumento dos níveis de assoreamento devido à atividades de extração de areia e retirada da mata ciliar. Com isso a proliferação indesejada de macrófitas aquáticas no reservatório torna-se um risco potencial.

Estudos de base como este são importantes por auxiliarem na caracterização das comunidades aquáticas e servirem de subsídio para outros trabalhos que abordem alterações no ambiente e que afetem a comunidade de macrófitas aquáticas.

Diante da escassez de estudos desse tipo no reservatório de Itupararanga, esse trabalho justifica-se pela contribuição ao conhecimento da composição florística deste ecossistema relacionada às atuais características limnológicas e ambientais. Essas informações também podem ser úteis para a elaboração de um manejo adequado destes ambientes no futuro e minimizar danos aos usos múltiplos do reservatório.

Este trabalho fez parte do projeto temático intitulado “Contribuição ao conhecimento do Ciclo do Carbono no Reservatório de Itupararanga como subsídio para a sustentabilidade da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba (SP)”, financiado pela FAPESP (processo nº08/55636-9). Junto ao trabalho de Bottino (dados não publicados) contribuirá para o conhecimento da contribuição da comunidade de macrófitas aquáticas para o ciclo do carbono no reservatório de Itupararanga.

2. Objetivos

Este trabalho tem por objetivos:

- Avaliar a riqueza e distribuição da comunidade de macrófitas aquáticas que ocorrem no reservatório de Itupararanga, bacia do Rio Sorocaba em duas diferentes épocas do ano: verão (estação chuvosa) e inverno (estação seca).
- Verificar relações entre a composição e distribuição de macrófitas aquáticas e as características físicas e químicas da água e do sedimento.

3. Metodologia

3.1. Área de estudo

Localizado na porção Sudeste do estado de São Paulo ($23^{\circ}36'44''\text{S}$ e $47^{\circ}23'51''\text{W}$), o reservatório de Itupararanga está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba, na denominada Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 10 – Sorocaba/Médio Tietê (Figura 1). A Bacia do Rio Sorocaba é a segunda maior bacia do Médio-Tietê e o Rio Sorocaba é considerado o maior afluente do Rio Tietê em sua margem esquerda.

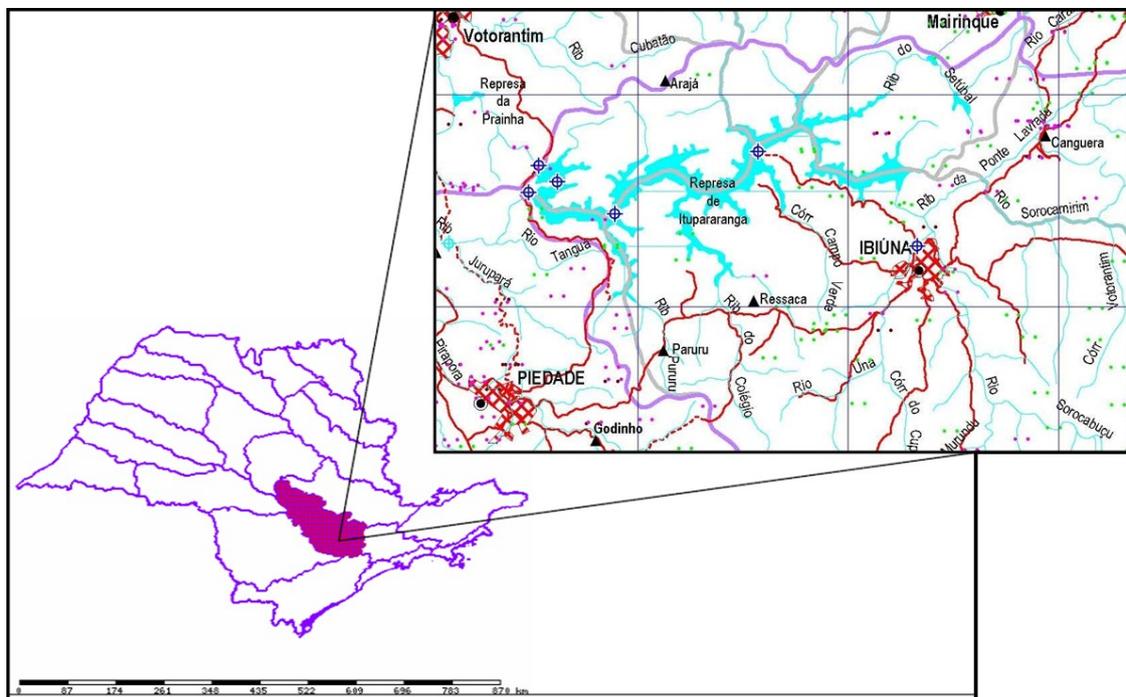


Figura 1. Localização do reservatório de Itupararanga inserido na UGRHI 10 (modificado de QUEIROZ; IMAI, 2007).

A bacia do Alto Sorocaba apresenta clima Cwb, ou seja, clima úmido e quente com inverno seco. A temperatura média anual é de 20°C e a precipitação média anual de 1.364 mm, sendo janeiro o mês mais chuvoso e agosto o mais seco (SARDINHA *et al.*, 2008)

Situada na região de cabeceira do rio Sorocaba, o reservatório é formado pelos rios Una, Sorocamirim e Sorocabuçu e abrange os municípios de Votorantim, Ibiúna, Mairinque, Alumínio e Piedade, além de Cotia e Vargem Grande Paulista, que mesmo não estando nos limites do reservatório, abrigam as nascentes dos principais rios formadores. O reservatório de Itupararanga foi construído pela Light, empresa de energia elétrica, com a finalidade de geração de energia e regularização da vazão do rio Sorocaba e entrou em operação em 1912.

Hoje é utilizado para abastecimento das cidades de Sorocaba (74% do consumo), Votorantim (94%), Ibiúna (100%) e São Roque (32%) além de gerar energia elétrica para a Votorantim Energia, empresa que possui a concessão de operação do reservatório (SMITH; PETRERE, 2001).

A área de drenagem do reservatório é de 936,5 Km², apresenta 26 Km de canal principal e 192,8 Km de margem. A barragem localizada no município de Votorantim apresenta queda bruta de 206m. A vazão máxima do reservatório é de 39,12 m³.s⁻¹, volume útil de 286 milhões de m³, com potência instalada de 55MW e produção média anual de 150 GWh (SMITH; PETRERE, 2007). A Tabela 1 apresenta resumidamente estas principais características.

Tabela 1: Características do reservatório de Itupararanga, Bacia do Rio Sorocaba, SP (GARCIA *et al.* 2000; SMITH; PETRERE, 2001).

Altitude	710 m
Profundidade média	7,8 m
Área	20,9 km ²
Volume total	286x10 ⁶ m ³
Uso preponderante	Abastecimento
Área de drenagem	936,5 km ²
Canal principal	26 km
Margem	192,8 km
Vazão máxima	39,12 m ³ .s ⁻¹

As áreas no entorno do reservatório de Itupararanga e da bacia do rio Sorocaba estão inseridas em uma Área de Proteção Ambiental (APA).

A formação vegetal na região é caracterizada por Floresta Ombrófila Densa (IGC, 1981), sendo que boa parte da cobertura vegetal original já foi removida e os remanescentes de mata contínua localizam-se principalmente na margem direita do reservatório, constituindo-se um importante refúgio para a fauna da região (GARCIA *et al.*, 2000) (Figura 2).



Figura 2. a) Margem esquerda do reservatório de Itupararanga demonstrando ausência de mata ciliar. b) Margem direita do reservatório de Itupararanga com remanescentes de mata contínua.

Com relação à geomorfologia a região do reservatório está inserida na província do Planalto Atlântico, na unidade morfoestrutural do Planalto de Ibiúna/São Roque (ROSS, 1997).

Nas regiões de drenagem dos principais rios formadores do reservatório, concentram-se atividades de agricultura intensiva em pequenas propriedades, com culturas de hortifruti o que constitui um dos problemas ambientais mais preocupantes na região, já que a maioria dessas culturas faz uso de irrigação e de pesticidas. Na região de cabeceira do reservatório observam-se também áreas de assoreamento, ocasionadas principalmente por atividades de extração de areia, irrigação indiscriminada e retirada da mata ciliar (GARCIA *et al.*, 2000).

O chamado turismo de segunda residência também tem se mostrado como um dos impactos ambientais mais importantes às margens do reservatório, considerando que nos últimos 40 anos o número de residências e chácaras às margens da represa tem aumentado sem controle adequado (TANAKA, 2008) (Figura 3).



Figura 3. Exemplo de residência de alto padrão localizada na margem esquerda do reservatório de Itupararanga.

Com relação ao grau de trofia o reservatório de Itupararanga apresenta-se como mesotrófico, segundo monitoramento feito pela Cetesb (2009). O que se torna preocupante, já que o seu uso preponderante é para o abastecimento público.

3.2. Período de amostragem e localização dos pontos de coleta

Foram realizadas duas visitas ao reservatório para reconhecimento da área e identificação dos locais com presença de macrófitas aquáticas, uma em agosto e outra em dezembro de 2009. Todo o reservatório foi percorrido com auxílio de um barco e os pontos com ocorrência de macrófitas foram marcados com auxílio de GPS Garmin (GPS-72).

Foram realizadas duas coletas durante o ano de 2010, uma no verão, entre os dias 1 e 4 de fevereiro e outra no inverno, nos dias 28 e 29 de junho.

Foram identificados 12 locais (estações de coleta) com ocorrência de macrófitas aquáticas ao longo do reservatório (Figura 4).

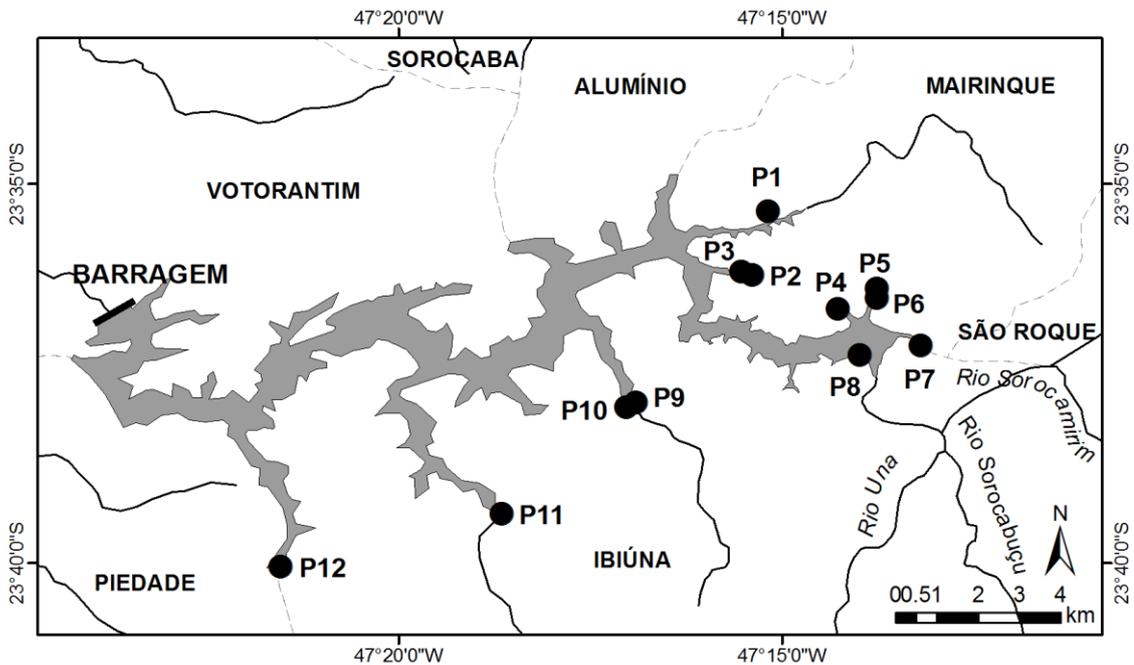


Figura 4. Localização dos estandes de macrófitas aquáticas no reservatório de Itupararanga identificados em agosto e dezembro de 2009. (Crédito da imagem: Kaline de Mello).

3.3. Variáveis Climáticas e hidrológicas

Os valores de precipitação e vazão do reservatório nos períodos de coleta foram cedidos pela Votorantim Energia, empresa operadora da barragem, a partir das informações coletadas por uma estação meteorológica própria.

3.4. Variáveis físicas e químicas da água

Os valores de pH, temperatura da água, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido foram obtidos *in situ*, pelo método potenciométrico, em cada estação de coleta, com o auxílio de multissonda YSI modelo 556, previamente calibrada. A profundidade da zona eufótica (Z_{euf}) e a profundidade da coluna d'água foram obtidas com disco de Secchi. Sendo:

$$Z_{euf} = Z_{secchi} \times 3.$$

onde:

Z_{euf} : profundidade da zona eufótica

Z_{secchi} : profundidade do disco de Secchi.

Em cada estande de macrófitas amostrado, foram coletadas amostras de água na subsuperfície, armazenadas em garrafas plásticas previamente identificadas e mantidas em caixa térmica até serem levadas ao laboratório.

Em laboratório, amostras de água foram congeladas para posterior determinação de nutrientes totais (Tabela 2).

Tabela 2. Relação dos nutrientes totais da água coletada nos estandes de macrófitas aquáticas do reservatório de Itupararanga, bacia do rio Sorocaba.

Variável	Unidade	Método	Bibliografia
Nitrogênio Total	mg.L ⁻¹	Kjeldahl	Golterman <i>et al.</i> (1978)
Fósforo Total	µg.L ⁻¹	Espectrofotometria	Golterman <i>et al.</i> (1978)

3.5. Variáveis físicas e químicas do sedimento

Amostras de sedimento foram coletadas em cada estande com auxílio de draga de Van Veen e armazenadas em potes plásticos previamente identificados para posterior determinação em laboratório dos teores de Nitrogênio e Fósforo, porcentagem de matéria orgânica e granulometria de acordo com os métodos apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Variáveis analisadas no compartimento sedimento, com seus respectivos métodos de determinação.

Variável	Unidade	Método	Bibliografia
Nitrogênio Total	mg.g ⁻¹	Kjeldahl	APHA (2005)
Fósforo Total	mg.g ⁻¹	Espectrofotometria	Andersen (1976)
Matéria Orgânica	%	Incineração	Wetzel; Likens (2000)
Granulometria	%	Peneiramento	Camargo <i>et al.</i> (2009)

3.6. Macrófitas aquáticas

3.6.1. Campo

Foram selecionados os estandes de macrófitas representativos e prontamente acessíveis. Nos estandes selecionados, as macrófitas foram amostradas segundo metodologia

sugerida por Westlake (1965). Foram lançados quatro quadrados flutuantes de PVC com área de 0,25m² (POMPÊO; MOSCHINI-CARLOS, 2003).

Todas as plantas encontradas no amostrador foram coletadas com auxílio de tesoura de poda e foice. Em seguida foram armazenadas em sacos plásticos identificados (com estação de coleta e amostragem) para posterior determinação da biomassa seca em laboratório.

Amostras das espécies não identificadas foram coletadas com tesoura de poda e prensadas ainda em campo para posterior identificação taxonômica.

A identificação foi realizada com o auxílio de especialistas da área do Laboratório de Limnologia do Instituto de Biologia da USP, através de consultas a material específico (POTT; POTT, 2000; SCREMIN-DIAS *et al.*, 1999; AMARAL *et al.*, 2008) e visita ao herbário do Instituto de Biologia da UNICAMP.

Cada estande de macrófita amostrado foi georreferenciado com auxílio de GPS.

3.6.2. Laboratório

Em laboratório as macrófitas coletadas foram lavadas com água corrente para retirada de todo material aderido, separadas por espécie e levadas para secagem em estufa a 60°C (WESTLAKE, 1963 *apud* POMPÊO; MOSCHINI-CARLOS, 2003) até a obtenção de massa constante.

3.7. Análise dos dados

Foi utilizada estatística descritiva, por meio de gráficos e tabelas para a apresentação dos dados biológicos e físicos.

Além disso, foi realizada a análise de similaridade da comunidade de macrófitas aquáticas em cada estação de coleta. O cálculo foi feito através de matrizes de presença e ausência. Para isto foi realizada uma análise de agrupamento através do índice de similaridade de Sorensen pelo método de formação de grupos por associação média (UPGMA) (Valentin, 1995; 2000).

Uma Análise de Correspondência Canônica (CCA) foi aplicada com a finalidade de encontrar relação entre as variáveis ambientais e a distribuição das espécies de macrófitas aquáticas encontradas no reservatório de Itupararanga. Também foi realizada a simulação de Monte Carlo com 1000 randomizações para verificar a significância das correlações.

O programa utilizado para a realização das análises de similaridade e a CCA foi o MVSP 3.1.

Também foi aplicado um teste t aos dados de biomassa das espécies que ocorreram nos dois períodos (verão e inverno), com a finalidade de encontrar diferenças significativas entre os valores nas duas épocas do ano. O programa utilizado para esta análise foi o R 2.11.1.

4. Resultados

4.1. Dados Climatológicos

Durante o mês de janeiro de 2010 houve grande precipitação na região do reservatório, atingindo o valor médio de 504 mm. A vazão da barragem também foi o maior em janeiro, com $37\text{m}^3.\text{s}^{-1}$. Em fevereiro, mês da primeira coleta, os valores de precipitação e vazão foram 110 mm e $33\text{m}^3.\text{s}^{-1}$, respectivamente. Em relação ao mês de janeiro, a precipitação em fevereiro foi menor, porém, os valores de vazão da barragem foram próximos nos dois meses, refletindo o acúmulo de água durante o mês de janeiro. Já em junho, mês da segunda coleta, a precipitação foi de 37mm e vazão de $13\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ (Figura 5a).

A cota média do reservatório foi de 825m no mês de janeiro e de 824m no mês de junho (Figura 5b).

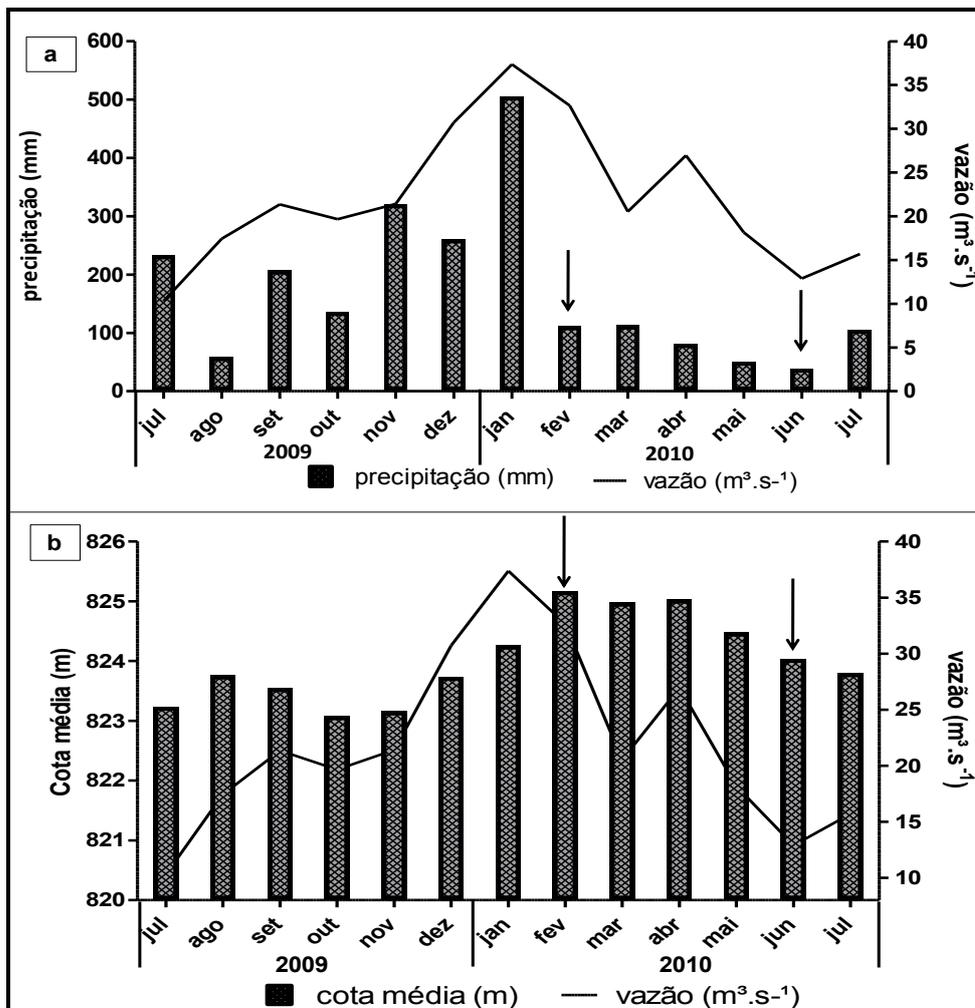


Figura 5. a) Valores de precipitação total acumulada e vazão média; b) valores de vazão e cota médias do reservatório de Itapararanga entre os meses de julho de 2009 a julho de 2010. As setas indicam os meses de coleta (Fonte: Votorantim Energia)

4.2. Variáveis físicas e químicas

Na primeira coleta (verão) foram amostradas 12 estações de coleta (P1 a P12). As estações de 4 a 8 localizam-se na região de cabeceira, próximas à foz dos principais rios formadores do reservatório. As estações de 1 a 3 encontram-se em dois braços da margem direita do reservatório e as de 9 a 12 em três braços da margem esquerda.

Na segunda coleta (inverno) foram amostradas 9 estações (P1, P2, P3, P4, P5, P8, P10, P11 e P12).

Na Figura 6 é apresentada a variação de dados físico-químicos obtidos na sub-superfície da água nas estações de coleta.

Os valores de pH variaram entre 3,34 (P1) e 8,02 (P12) no verão e entre 6,11 (P2 e P3) e 7,14 (P11) no inverno.

A condutividade variou de $36\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (P1) a $63\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (P12) no verão e de $37\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (P1) a $73\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (P4) no inverno.

No verão a temperatura da água observada foi de $24,45^\circ\text{C}$ (P8) a $30,70^\circ\text{C}$ (P2) e no inverno de $14,37^\circ\text{C}$ (P2 e P3) a $18,56^\circ\text{C}$ (P11).

Com relação ao oxigênio dissolvido (OD) os valores variaram de $4,10\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (P9) a $9,34\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (P3) no verão e de $5,22\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (P3) a $9,66\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (P11) no inverno.

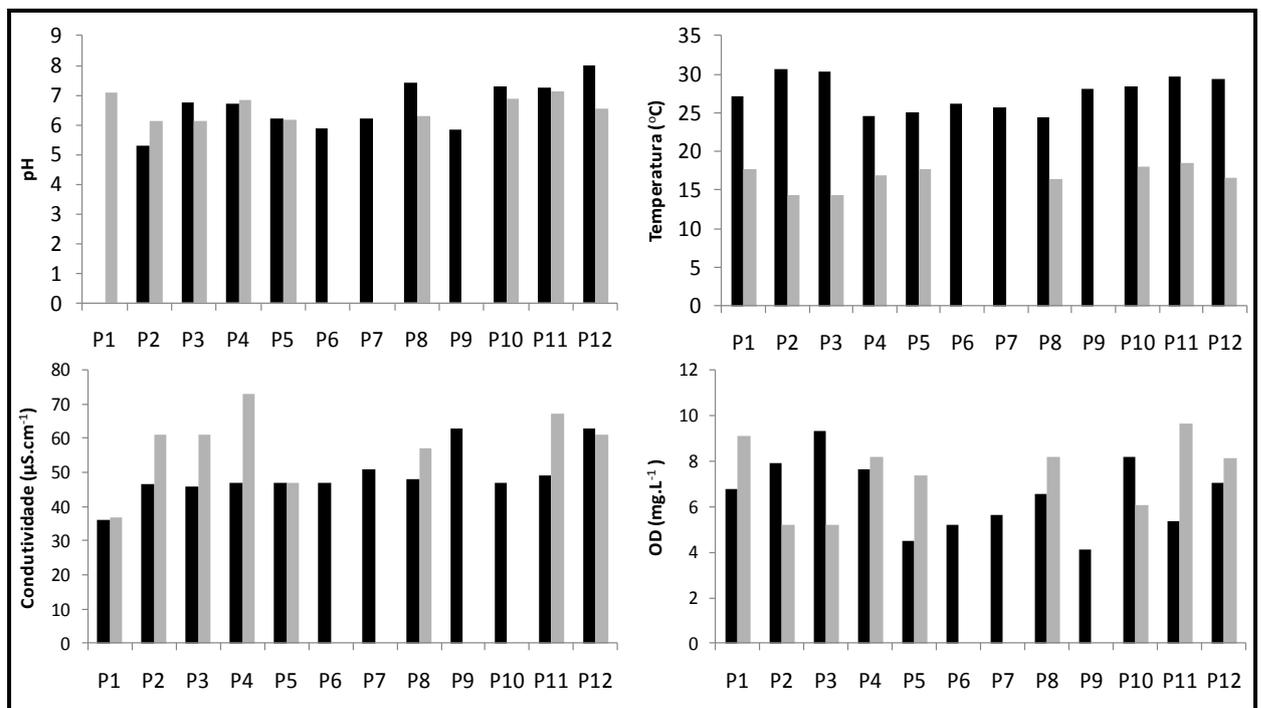


Figura 6. Variáveis físico-químicas da água das estações de coleta amostradas no reservatório de Itupararanga em dois períodos (verão■; inverno■) do ano de 2010.

A profundidade da zona eufótica (*Zeuf.*) variou de 2,4m (P8) a 4,95m (P10) no verão e de 2,70m (P2 e P3) a 4,05m (P4) no inverno.

A profundidade da coluna d'água oscilou de 0,98m (P2) a 6,40m (P8) no verão e de 1,20m (P2 e P3) a 2,70m (P4) no inverno (Figura 7).

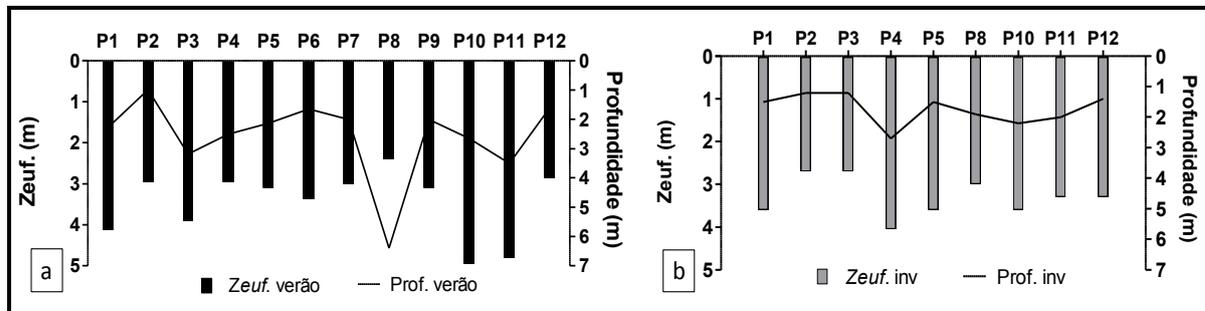


Figura 7. Valores de profundidade da coluna d'água e profundidade da zona eufótica (*Zeuf.*) das estações de coleta amostradas no reservatório de Itupararanga em dois períodos do ano de 2010: a)verão; b)inverno.

Os maiores valores de Nitrogênio (em P10 e P12 - $0,43\text{mg.L}^{-1}$) e Fósforo (em P3 - $70,22\mu\text{g.L}^{-1}$) totais da água, em geral, foram encontrados no verão (Figura 8).

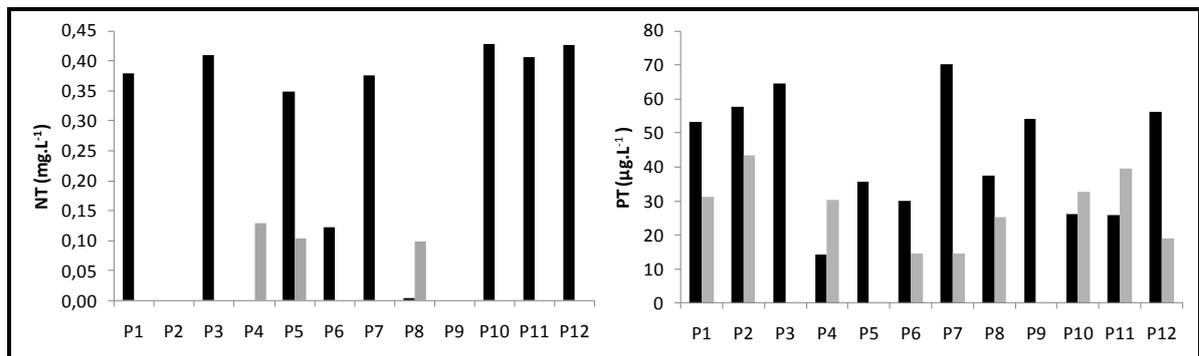


Figura 8. Valores de nitrogênio e fósforo totais da água das estações de coleta amostradas no reservatório de Itupararanga em dois períodos (verão ■; inverno ■) do ano de 2010.

A Figura 9 apresenta os valores de nitrogênio e fósforo totais do sedimento e a porcentagem de matéria orgânica em cada estação de coleta nos dois períodos.

Os valores de nitrogênio total variaram de $140\ \mu\text{g.g}^{-1}$ (P11) a $8.222\ \mu\text{g.g}^{-1}$ (P9 e P10) no verão e de valores abaixo do limite de detecção do método (P8 e P12) a $4.685\ \mu\text{g.g}^{-1}$ (P5) no inverno.

Os valores de fósforo total no verão variaram entre $2,52\ \mu\text{g.g}^{-1}$ (P11) e $7,09\ \mu\text{g.g}^{-1}$ (P9 e P10). Já no inverno a variação foi de $0,70\ \mu\text{g.g}^{-1}$ (P12) a $6,55\ \mu\text{g.g}^{-1}$ (P5).

Com relação à porcentagem de matéria orgânica os valores encontrados variaram de 7,53% (P12) a 43,56% (P9 e P10) no verão. E de 1,85% (P12) a 32,89% (P5) no inverno.

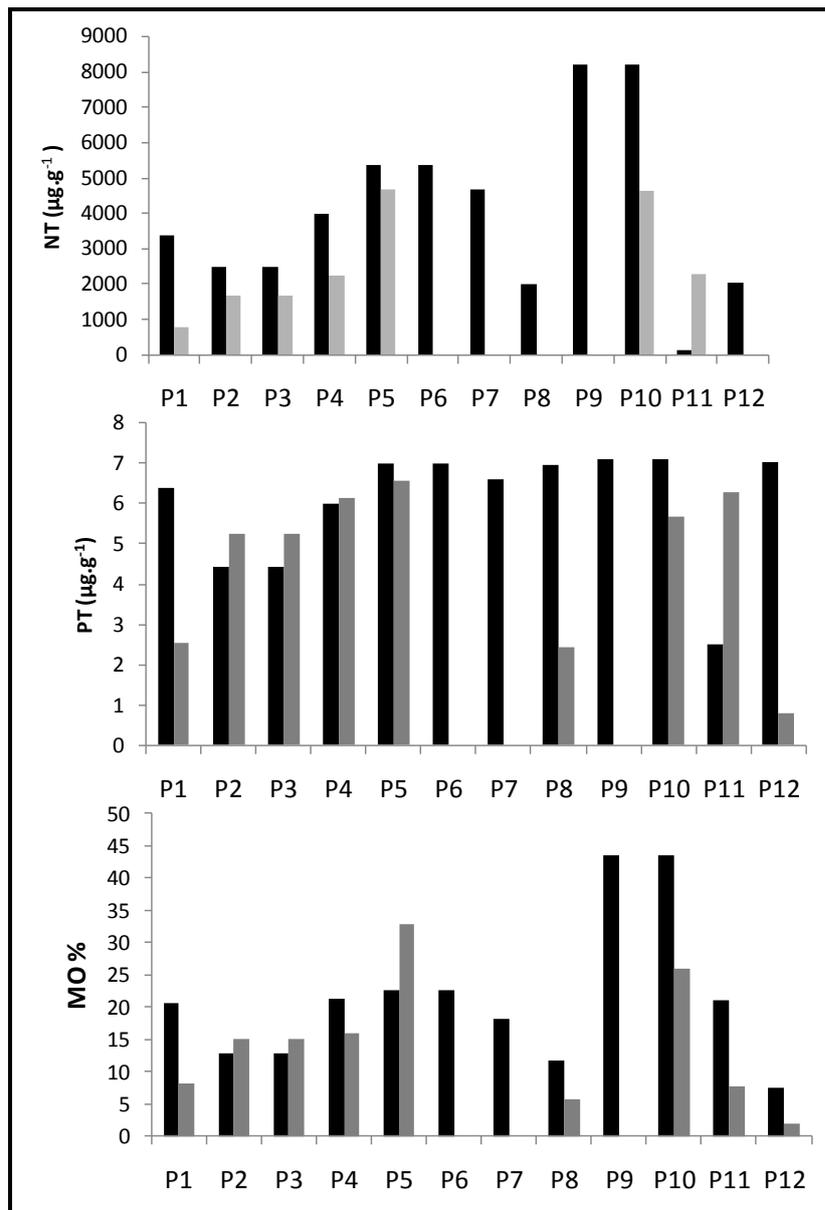


Figura 9. Valores de nitrogênio e fósforo totais e porcentagem de matéria orgânica do sedimento nas estações de coleta amostradas no reservatório de Itaparanga em dois períodos (verão ■; inverno ■) do ano de 2010.

Para as frações granulométricas (Figura 10) a porcentagem de areia variou de 4,60% (P11) a 72,30% (P12) no verão. E de 2,80% (P2 e P3) a 94,35% (P12) no inverno.

A porcentagem encontrada de argila foi de 15,50% (P12) a 61,50% (P7) no verão. E de 4,50% (P12) a 63,00% (P10) no inverno.

Com relação às porcentagens de silte foram encontrados valores que oscilaram de 12,20% (P12) a 61,58% (P2 e P3) no verão. E no inverno de 1,15% (P12) a 56,20% (P2 e P3).

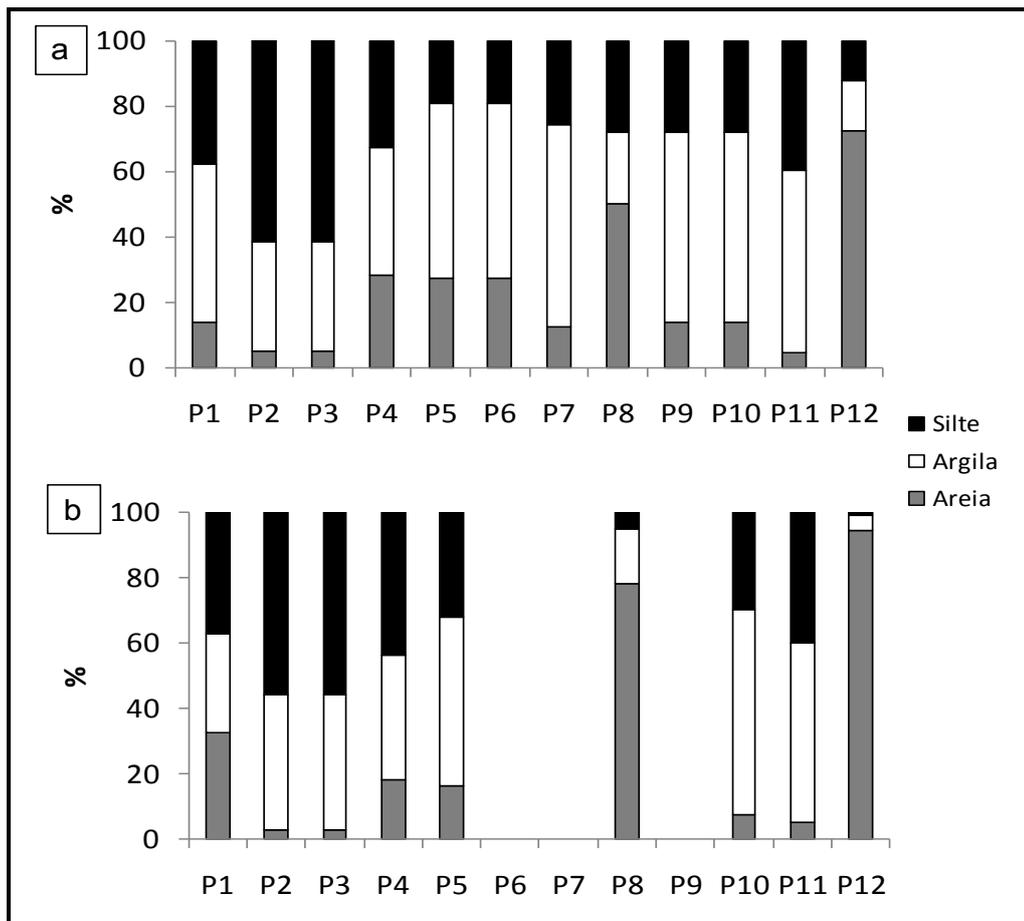


Figura 10. Granulometria do sedimento das estações de coleta amostradas no reservatório de Itupararanga em dois períodos (a) verão; b) inverno) no ano de 2010.

4.3. Riqueza de macrófitas aquáticas

Durante a coleta realizada no verão foi encontrado maior número de indivíduos férteis, portanto foi o período em que se pôde melhor identificar as espécies. Já na coleta realizada no inverno, a identificação dos indivíduos até o nível de espécie foi mais limitada para algumas famílias, devido à ausência de estruturas reprodutivas, portanto a identificação taxonômica neste período foi feita apenas até o nível de gênero em alguns casos. Ao todo foram identificadas 16 espécies distribuídas em 10 famílias e 14 gêneros (Tabela 4 e figura 11).

Tabela 4: Lista das espécies com suas respectivas famílias e tipo ecológico encontradas no reservatório de Itupararanga no verão (fevereiro de 2010) e no inverno (julho de 2010). EM: emersa; FL: Flutuante livre; FF: Enraizada com folhas flutuante.

Famílias	Espécies	Tipo Ecológico
Amaranthaceae	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	EM
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i> L.	FL
Cyperaceae	<i>Cyperus giganteus</i> Vahl.	EM
	<i>Pycnus decumbens</i> T. Koyama	EM
	<i>Oxycaryum cubense</i> Palla f. <i>paraguayense</i> (Maury) Pedersen	EM
Haloragraceae	<i>Myriophyllum aquaticum</i> (Vell.) Verdc.	EM
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea</i> sp.	FF
Onagraceae	<i>Ludwigia longifolia</i> (DC) H. Hara	EM
Poaceae	<i>Panicum pernambucense</i> (Spreng.) Mez. Ex Pilg.	EM
	<i>Urochloa</i> sp.	EM
Polygonaceae	<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	EM
	<i>Polygonum punctatum</i> Elliott	EM
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms.	FL
	<i>Eichhornia azurea</i> Kunth	EM
	<i>Pontederia cordata</i> L.	EM
Salviniaceae	<i>Salvinia</i> sp.	FL

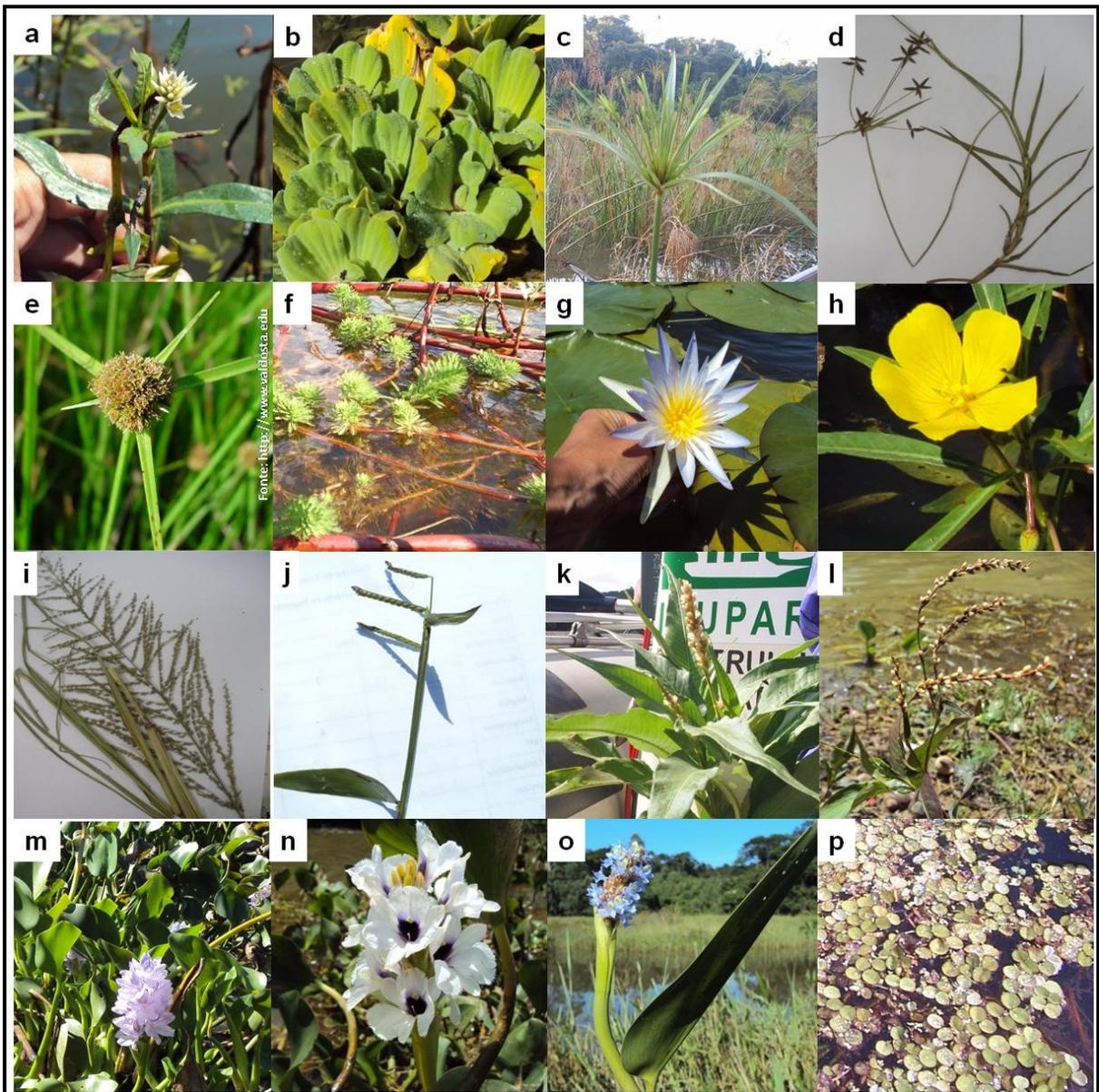


Figura 11: fotos das espécies de macrófitas aquáticas encontradas no reservatório de Itupararanga em dois períodos de 2010 (verão e inverno). a) *Althernanthera philoxeroides*; b) *Pistia stratiotes*; c) *Cyperus giganteus*; d) *Pycnus decumbens*; e) *Oxycarium cubense* var. *paraguayense*; f) *Myriophyllum aquaticum*; g) *Nymphaea* sp.; h) *Ludwigia longifolia*; i) *Panicum pernambucense*; j) *Urochloa* sp.; k) *Polygonum lapathifolium*; l) *Polygonum punctatum*; m) *Eichhornia crassipes*; n) *Eichhornia azurea*; o) *Pontederia cordata*; p) *Salvinia* sp.

Durante a coleta realizada no verão foram identificadas 15 (diferenciando *P. lapathifolium* de *P. punctatum*) espécies e na coleta realizada no inverno foram encontradas 10 espécies.

Devido à dificuldade na identificação das espécies em campo quando estruturas reprodutivas estavam ausentes, no presente estudo as espécies *Polygonum lapathifolium*, *P. punctatum*, *Althernanthera philoxeroides* e *Ludwigia longifolia* serão apresentadas apenas até o nível de gênero: *Polygonum* sp., *Althernanthera* sp. e *Ludwigia* sp.

Na maioria das estações de coleta (exceto P8 e P2) foi observado maior riqueza no verão ou valores iguais (P10 e P11) nos dois períodos (Figura 12).

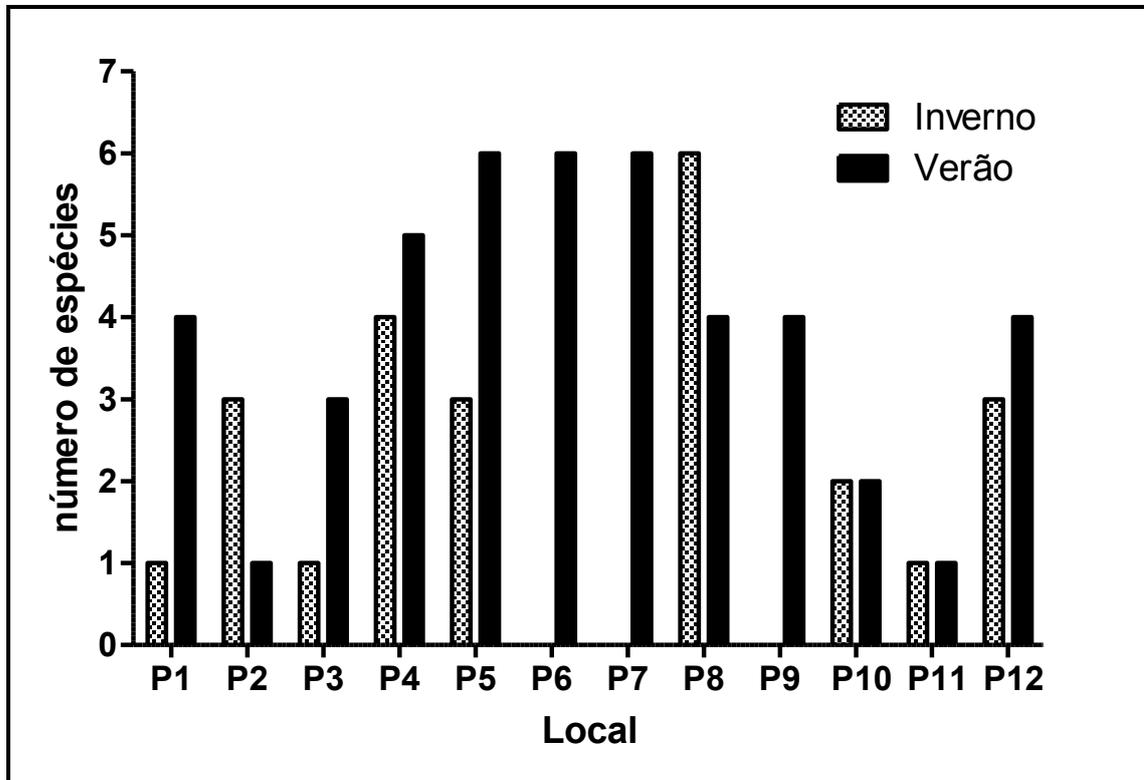


Figura. 12. Riqueza de espécies de macrófitas aquáticas em 12 estações de coleta do reservatório de Ituparanga em dois períodos (verão e inverno) de 2010.

O tipo ecológico mais frequente no reservatório foi o de macrófitas emersas, compreendendo 12 das 16 espécies encontradas (Tabela 4). As espécies mais frequentes foram *Polygonum* sp., *Urochloa* sp. e *E. crassipes*, sendo que as duas primeiras predominaram no verão, (*Urochloa* sp. em 8 estações de coleta; *Polygonum* sp. em 7). Já no inverno a espécie *E. crassipes* foi a mais frequente, encontrada em 5 estações de coleta, seguida de *Urochloa* sp., que ocorreu em 4 estações (Tabela 5 e Figura 13).

Tabela 5. Lista de espécies de macrófitas aquáticas e em suas respectivas estações de coleta no reservatório de Itupararanga no verão e inverno de 2010.

Espécie		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	Verão			X									
	Inverno												
<i>Pistia stratiotes</i>	Verão				X		X	X	X				
	Inverno		X		X				X				
<i>Cyperus giganteus</i>	Verão							X					
	Inverno												
<i>Oxycarium cubense var paraguayense</i>	Verão												
	Inverno								X				
<i>Pycreus decumbens</i>	Verão					X	X						
	Inverno												
<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Verão					X	X	X		X			X
	Inverno			X									X
<i>Nymphaea sp.</i>	Verão										X		
	Inverno										X		
<i>Ludwigia sp.</i>	Verão	X			X	X	X			X			
	Inverno	X											
<i>Panicum pernambucense</i>	Verão							X					
	Inverno												
<i>Urochloa sp.</i>	Verão	X	X	X	X	X	X		X	X			
	Inverno		X		X	X			X				
<i>Polygonum sp.</i>	Verão	X		X			X			X	X	X	X
	Inverno								X		X	X	
<i>Eichhornia crassipes</i>	Verão	X			X	X		X	X				X
	Inverno		X		X	X			X				X
<i>Eichhornia azurea</i>	Verão												X
	Inverno												X
<i>Pontederia cordata</i>	Verão					X							
	Inverno												
<i>Salvinia sp.</i>	Verão				X			X	X				
	Inverno				X	X			X				

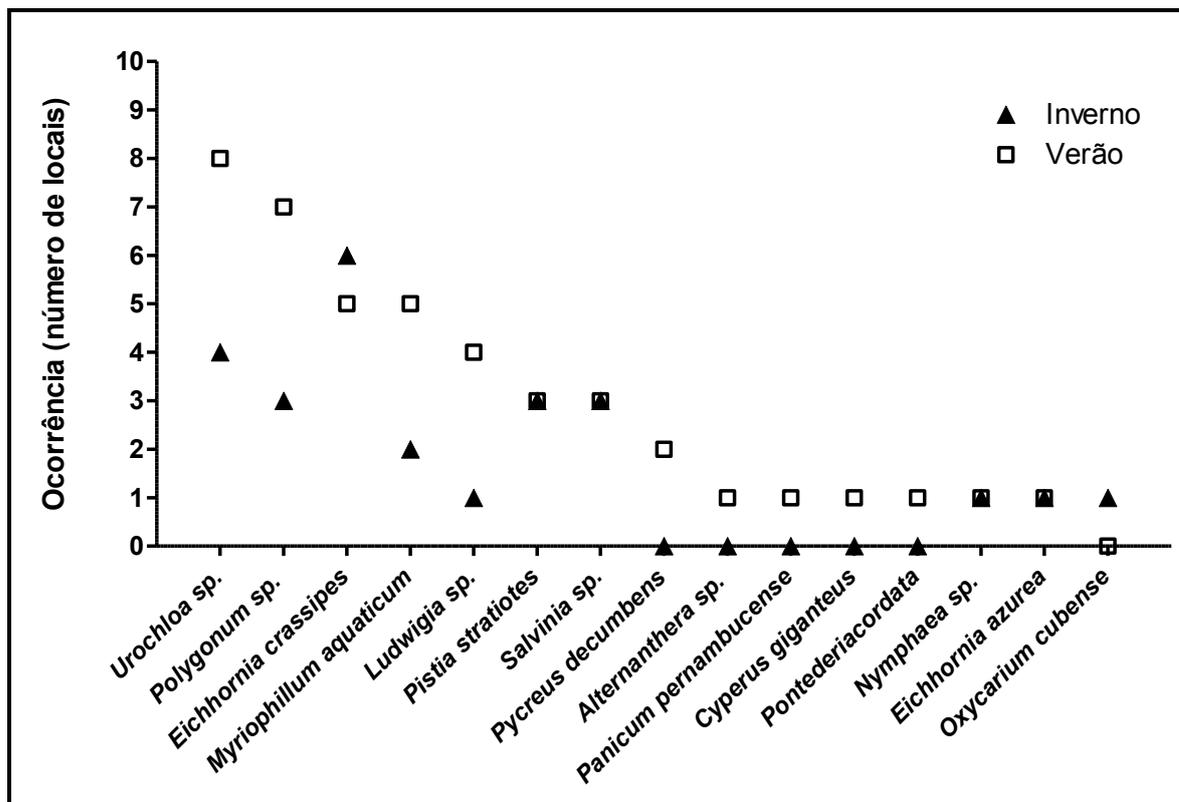


Figura 13. Número de estações de coleta onde ocorre cada uma das espécies de macrófitas aquáticas encontradas no reservatório de Itupararanga em dois períodos (verão e inverno) de 2010.

No dendograma de similaridade aplicado à composição florística, se considerarmos a similaridade de 0,367, encontramos 3 principais grupos no verão (Grupo1: P1, P4, P5, P6, P7, P8; Grupo2: P2, P3 e P9; Grupo 3: P10, P11 e P12) (Figura 14a). No inverno o dendograma também formou 3 principais grupos (Grupo 1: P2, P4, P5, P8; Grupo 2: P3 e P12; Grupo 3: P10 e P11), sendo que a estação de coleta P1 mostrou-se isolada das demais (Figura 14b).

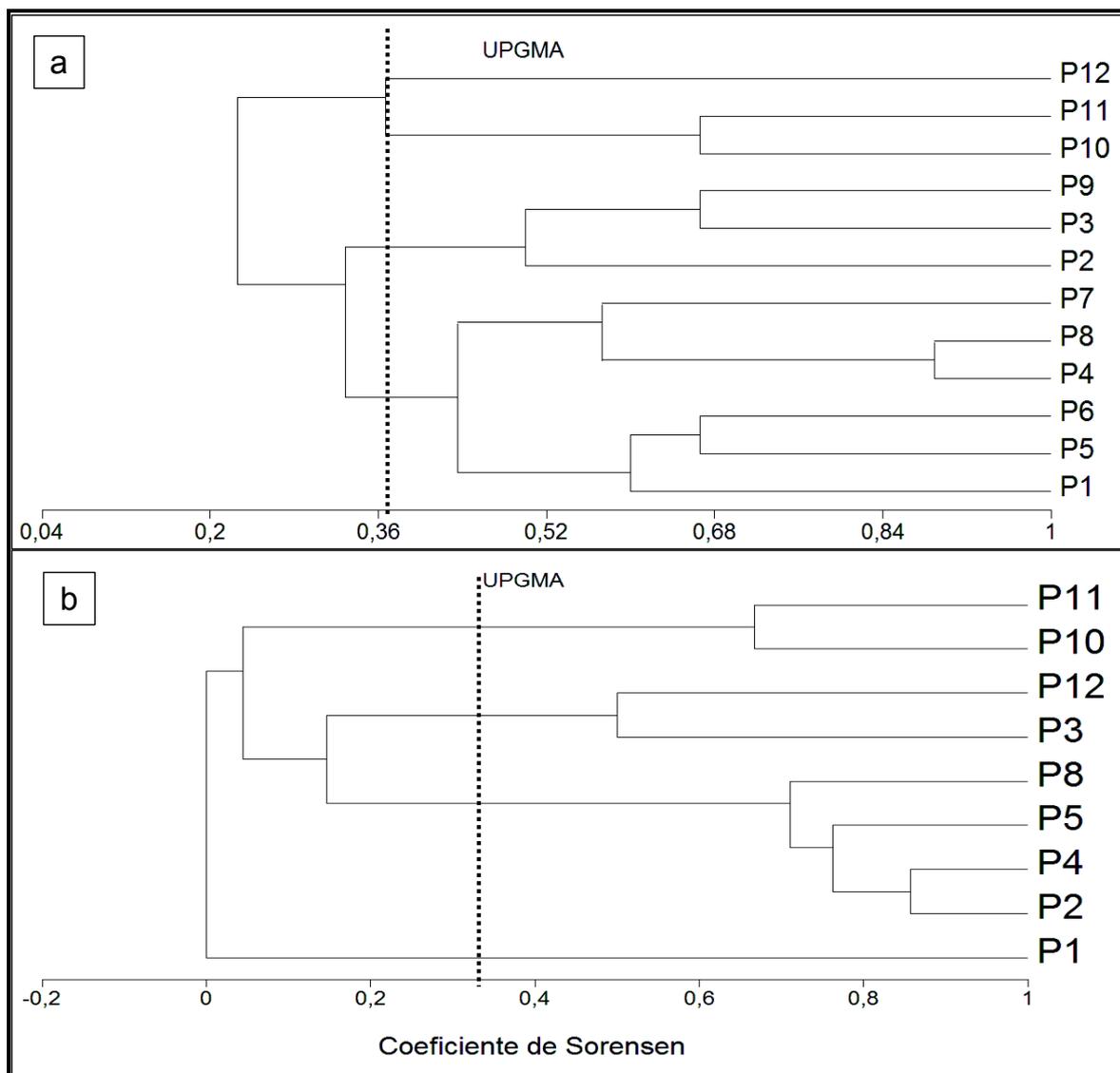


Figura 14. Dendogramas da similaridade florística entre as estações de coleta amostradas no reservatório de Itapararanga em duas épocas do ano de 2010, verão (a) e inverno (b).

4.4. Biomassa da comunidade de macrófitas aquáticas

A espécie *Nymphaea* sp. foi encontrada em apenas uma estação de coleta (P10) no reservatório de Itapararanga e em baixa densidade. Por isso optou-se apenas em registrar a ocorrência da espécie e não amostrar sua biomassa, visando preservar a integridade do estande.

O valor médio da biomassa total das plantas foi ligeiramente superior no inverno ($573,50 \text{ gMS.m}^{-2}$) em relação ao verão ($492,76 \text{ gMS.m}^{-2}$). Porém o teste t aplicado a estes valores não apresentou diferenças significativas para $p < 0,05$ (figura 15). O valor de p encontrado foi de 0,372.

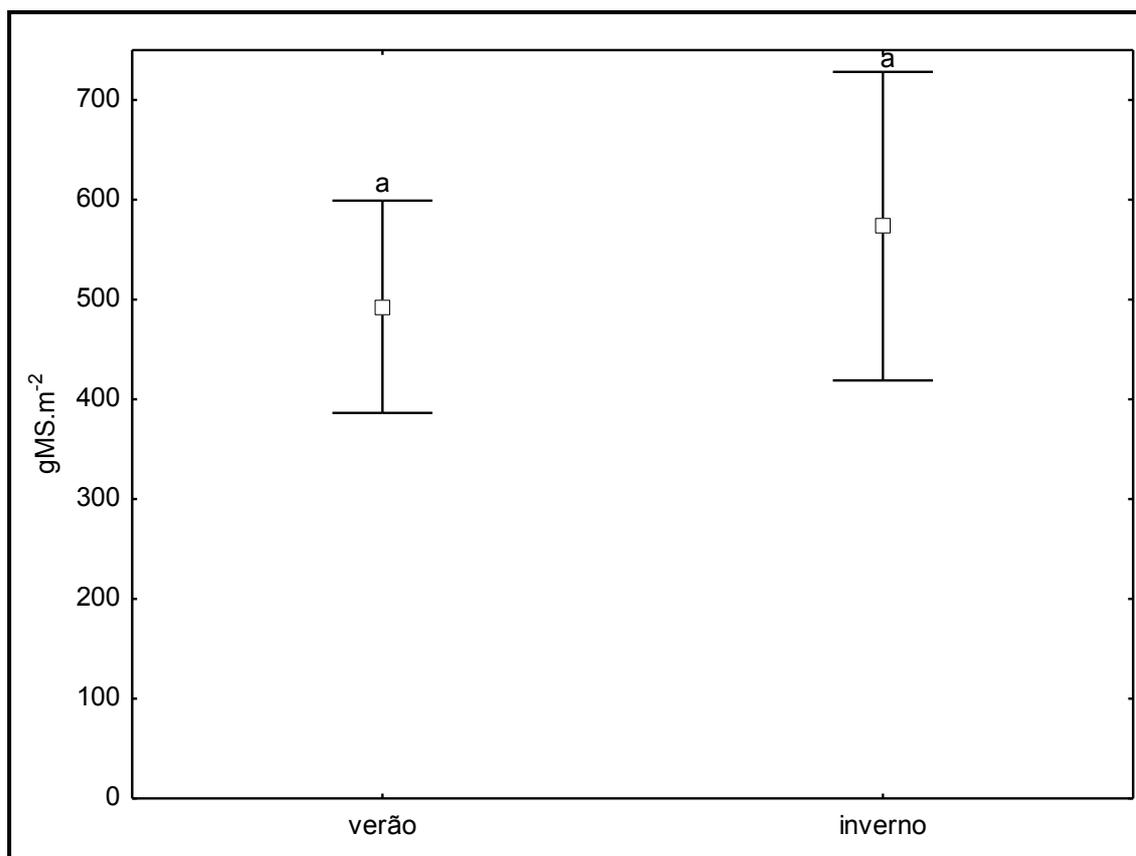


Figura 15. Biomassa total de macrófitas aquáticas no reservatório de Itupararanga em dois períodos (verão e inverno) de 2010. Letras iguais indicam que não houve diferença significativa ($p < 0,05$).

As Figura 16 e 17 apresentam os valores de biomassa em gramas de massa seca por metro quadrado (gMS.m^{-2}) de cada espécie em seus respectivos locais de ocorrência.

Nas macrófitas flutuantes *E. crassipes* e *Salvinia* sp. foram observados os maiores valores médios de massa seca no inverno, atingindo 1.245 gMS.m^{-2} e 54 gMS.m^{-2} , respectivamente. Já *P. stratiotes* foi a espécie com maior densidade no verão, atingindo 117 gMS.m^{-2} .

Em relação às macrófitas emersas, *Urochloa* sp. atingiu sua biomassa máxima no verão com 488 gMS.m^{-2} e *Polygonum* sp. 750 gMS.m^{-2} , também no verão. O mesmo ocorreu com *M. aquaticum* com 147 gMS.m^{-2} e *E. azurea* com 98 gMS.m^{-2} . Já *Ludwigia* sp., apesar de ter sido mais frequente no verão, apresentou maior biomassa no inverno com 215 gMS.m^{-2} .

Althernanthera philoxeroides, *Panicum pernambucense*, *Pycreus decumbens* e *Pontederia cordata* foram encontradas apenas no verão. Para *A. philoxeroides* a biomassa média foi de 21 gMS.m^{-2} , para *P. pernambucense* de 55 gMS.m^{-2} , para *P. decumbens* de

108 gMS.m⁻² e *P. cordata* de 44 gMS.m⁻². *Oxycarium cubense* foi encontrada apenas no inverno e com um valor médio de biomassa de 4 gMS.m⁻².

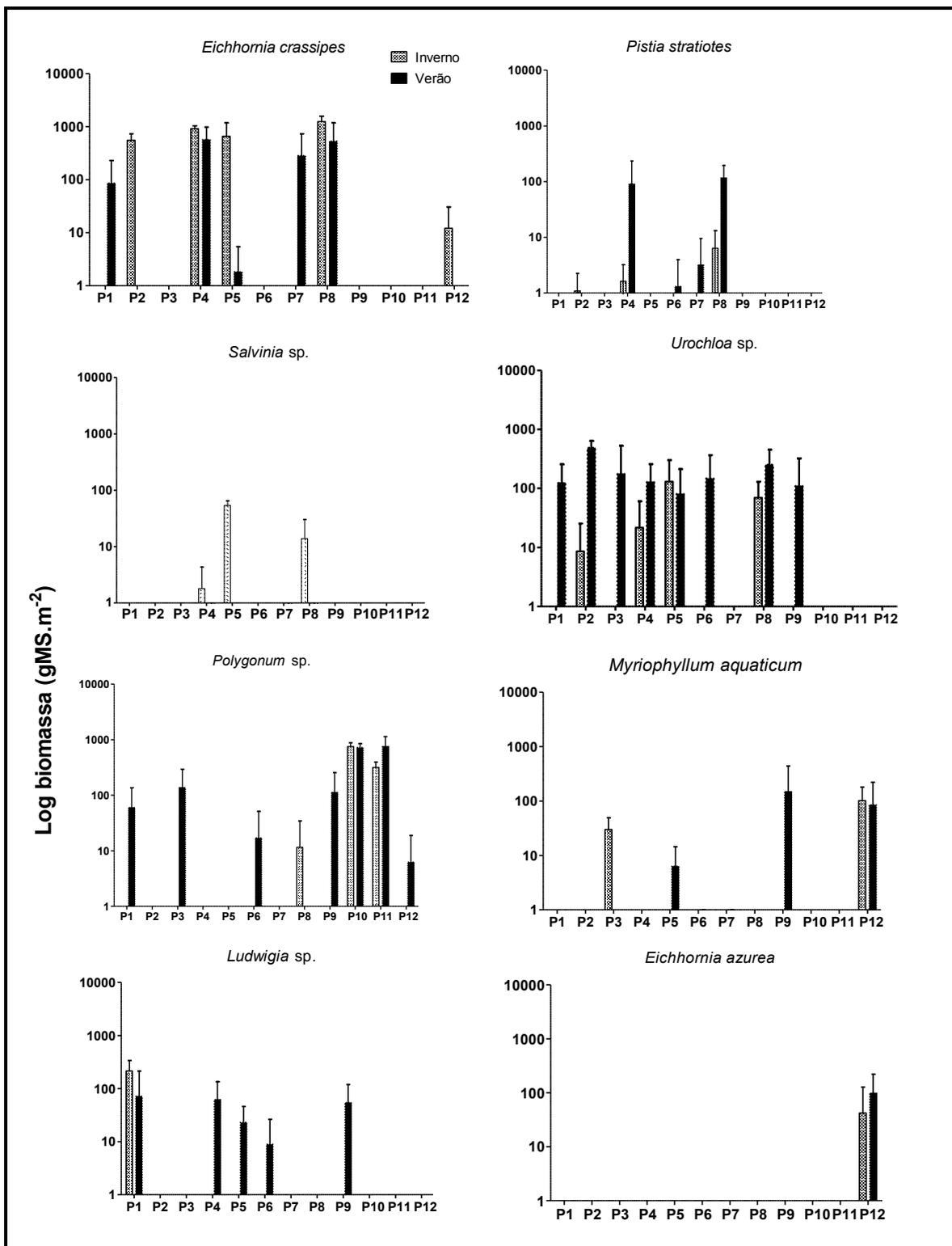


Figura 16. Valores de Biomassa em gramas de massa seca por metro quadrado (gMS.m⁻²) das espécies comuns às duas estações amostradas (verão e inverno) em seus respectivos locais de ocorrência no reservatório de Itupararanga. Valores de biomassa de *Salvinia sp.* não aparecem no verão devido à escala aplicada aos gráficos.

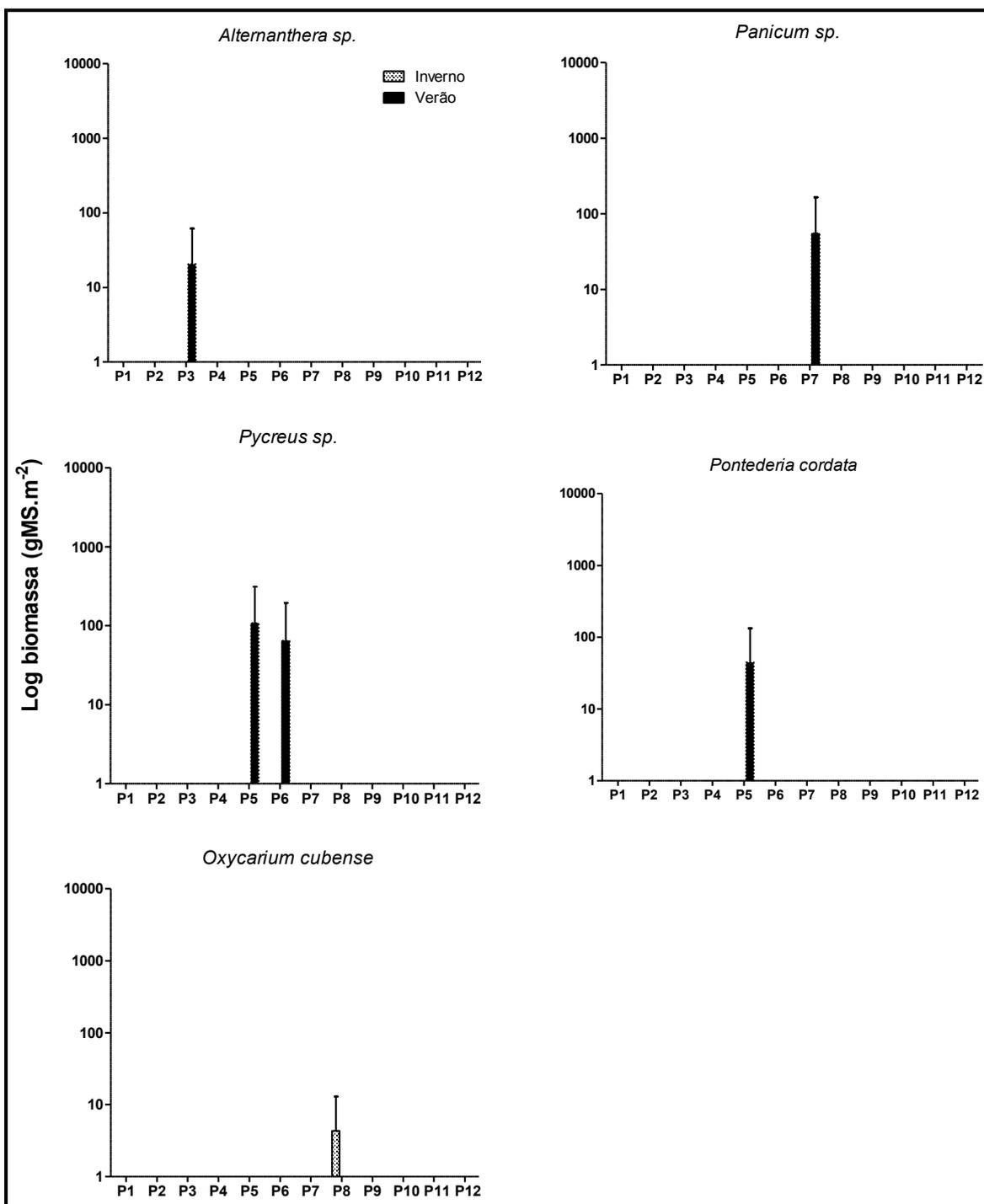


Figura 17. Logaritmo dos valores de biomassa (gramas de massa seca por metro quadrado - gMS.m⁻²) das espécies encontradas em apenas um período (verão ou inverno) e seus respectivos locais de ocorrência no reservatório de Itupararanga.

Foram comparados os valores de biomassa das espécies comuns aos dois períodos do ano (verão e inverno) e apesar dos valores terem sido diferentes, nem todas as espécies apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) (Figura 18).

O teste t indicou diferenças significativas ($p < 0,05$) apenas para *E. crassipes*, *Salvinia* sp. e *Urochloa* sp. Enquanto que para *P. stratiotes*, *E. azurea*, *Ludwigia* sp., *M. aquaticum* e *Polygonum* sp. não foram observadas diferenças significativas entre os períodos (Tabela 6).

Tabela 6. Valores de p obtidos pelo teste t aplicado aos valores de biomassa das espécies de macrófitas aquáticas comuns aos dois períodos amostrados (verão e inverno) no reservatório de Itupararanga. (*) indica diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os períodos.

Espécie	p
<i>E. crassipes</i>	0,0063*
<i>P. stratiotes</i>	0,0791
<i>Salvinia</i> sp.	0,0040*
<i>Urochloa</i> sp.	0,0043*
<i>E. azurea</i>	0,6558
<i>Ludwigia</i> sp.	0,7181
<i>M. aquaticum</i>	0,7299
<i>Polygonum</i> sp.	0,5773

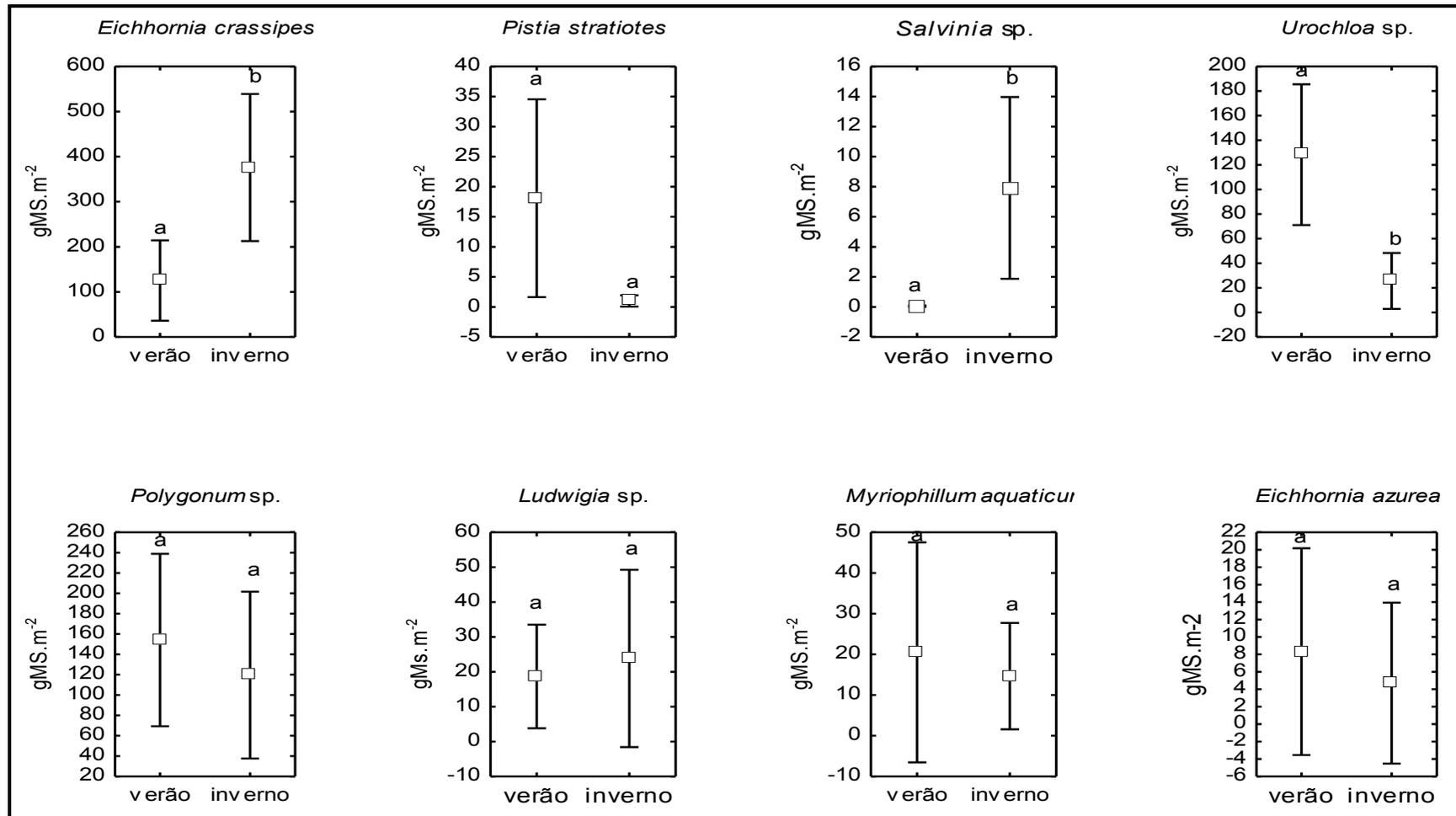


Figura 18. Biomassa em gramas de massa seca por metro quadrado (gMS.m⁻²) das espécies comuns aos dois períodos amostrados (verão e inverno) no reservatório de Ituparanga. Letras iguais indicam que não houve diferença significativa para os valores de biomassa entre os dois períodos e letras diferentes indicam que houve diferença significativa ($p < 0,05$).

4.5. Análise de correspondência Canônica

O diagrama de ordenação da CCA aplicado às variáveis ambientais e aos valores de biomassa é apresentado na Figura 19. Os eixos explicaram juntos 42% dos dados.

As espécies *E. crassipes*, *Salvinia* sp., *P. stratiotes* e *M. aquaticum* ocorreram em águas com os maiores valores de fósforo total na água e no sedimento e mais oxigenadas. *E. azurea* foi encontrada em sedimento mais arenoso e em águas com maiores valores de condutividade. *Polygonum* sp. ocorreu em locais mais profundos e com maior profundidade da zona eufótica, em pH de neutros a básicos, maiores concentrações de nitrogênio total na água e no sedimento, em sedimento mais argiloso e com maior quantidade de matéria orgânica.

As espécies *Urochloa* sp. e *Ludwigia* sp. não apresentaram relação com nenhuma das variáveis obtidas.

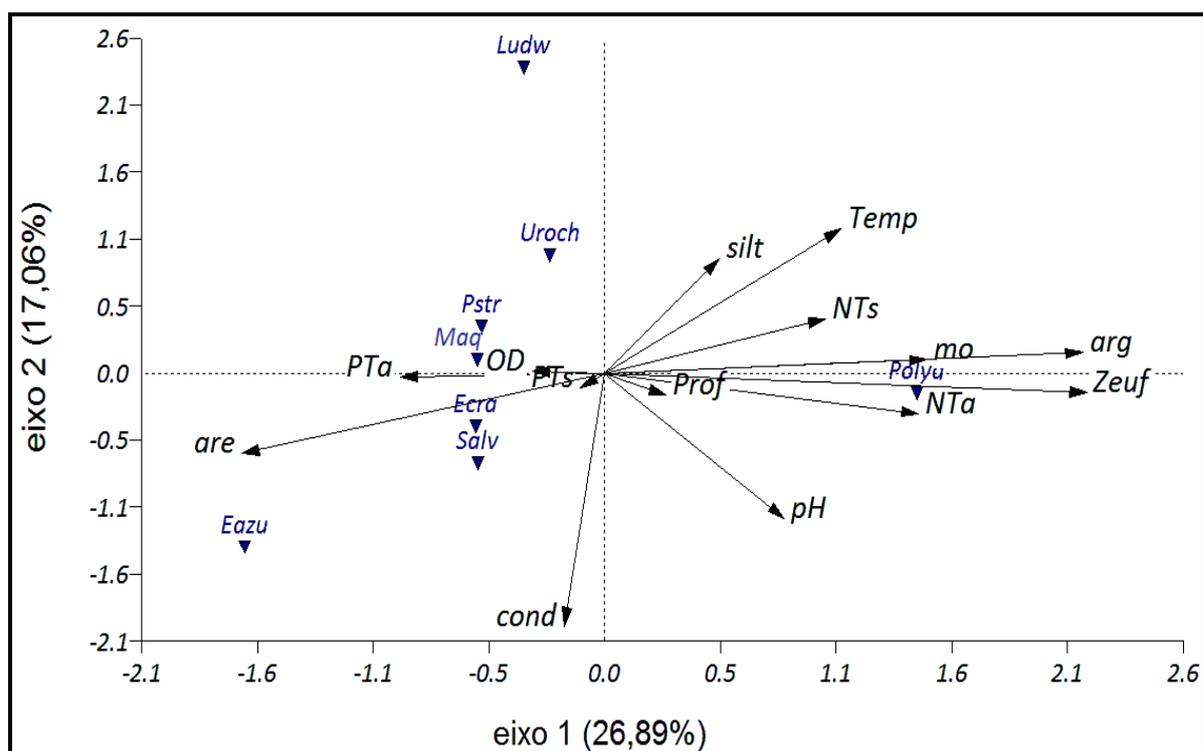


Figura 19. Diagrama de ordenação da Análise de Correspondência Canônica (CCA) aplicada às variáveis ambientais e aos valores de biomassa das espécies comuns a dois períodos do ano de 2010 (verão e inverno) no reservatório de Itupararanga. NTs = nitrogênio total do sedimento, PTs = fósforo total do sedimento, silt = porcentagem de silte, mo = porcentagem de matéria orgânica, arg = porcentagem de argila, are = porcentagem de areia, prof = profundidade, Zeuf = profundidade da zona eufótica, OD = oxigênio dissolvido, pH = potencial hidrogeniônico, Temp = temperatura da água, PTa = fósforo total da água, NTa = nitrogênio total da água

A correlação de Pearson entre as variáveis ambientais e as biológicas foram de 0,921 para o eixo 1 e 0,914 para o eixo 2. O autovalor do eixo 1 foi de 0,754 e de 0,478 para o eixo 2 (Tabela 7).

Tabela 7. Autovalores, porcentagem da variância explicada por cada eixo, porcentagem de explicação acumulada e correlações de Pearson entre as variáveis ambientais e biológicas obtidas com a análise de correspondência canônica (CCA).

AXIS SUMMARY STATISTICS		
Number of canonical axes: 3		
Total variance ("inertia") in the species data: 2.7992		
	Axis 1	Axis 2
Eigenvalue	0.754	0.478
Variance in species data		
% of variance explained	27.0	17.1
Cumulative % explained	27.0	44.0
Pearson Correlation, Spp-Envt*	0.921	0.914

Segundo o teste de Monte Carlo as correlações da CCA não foram significativas para $p < 0,05$. O valor de p obtido com o teste foi de 0,43.

5. Discussão

A metodologia e a periodicidade de coletas utilizadas no presente estudo buscaram amostrar os estandes representativos de macrófitas aquáticas no reservatório de Itupararanga e verificar a influência da sazonalidade sobre a comunidade.

É possível que se forem empregados métodos mais abrangentes que contemplem todos os locais onde ocorrem macrófitas, independente da densidade e em uma periodicidade maior ao longo do ano, sejam encontrados mais indivíduos férteis e um maior número de táxons.

Outros levantamentos de macrófitas aquáticas realizados em reservatórios encontraram diferentes números de táxons. (Tabela 8).

Tabela 8. Tabela comparativa de levantamentos de macrófitas aquáticas realizados em reservatórios no Brasil.

Espécies	Local	Autor
62	Reservatório de Itaipu-PR	Thomaz <i>et al.</i> (1999)
29	6 Reservatórios da Companhia Energética de São Paulo	Tanaka <i>et al.</i> (2002)
17	Reservatório de Barra Bonita-SP	Carvalho <i>et al.</i> (2003)
35	5 reservatórios da bacia do rio Tietê	Cavenaghi <i>et al.</i> (2003)
16	Reservatório Cachoeira Dourada-GO-MG	Bini <i>et al.</i> (2005)
28	6 reservatórios da bacia do rio Tietê-SP	Martins <i>et al.</i> (2008)
41	Res. Santana-RJ	Pitelli <i>et al.</i> (2008)
16	presente estudo	-----

No estudo de Cavenaghi *et al.* (2003) foram avaliadas as espécies de macrófitas aquáticas que ocorrem em 5 reservatórios da bacia hidrográfica do rio Tietê, a mesma bacia a qual pertence a sub-bacia do rio Sorocaba, onde está inserido o reservatório de

Itupararanga. As coletas foram realizadas em três períodos do ano (junho/julho; outubro/novembro e fevereiro/março). Foram encontradas 35 espécies e algumas delas coincidem com aquelas encontradas no presente estudo (*Polygonum lapathifolium*, *Althernanthera philoxeroides*, *Myriophyllum aquaticum*, *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes*, *Eichhornia azurea*, os gêneros *Salvinia*, *Panicum*, *Ludwigia*, *Cyperus* e *Nymphaea*), demonstrando a dispersão de espécies ao longo da bacia.

No reservatório de Barra Bonita, o primeiro à jusante de Itupararanga na bacia do rio Tietê, foi registrada a ocorrência de 24 espécies por Cavenaghi *et al.* (2003), 20 espécies por Martins *et al.* (2008) e 17 espécies por Carvalho *et al.* (2003). Em Bariri, outro reservatório da bacia do rio Tietê e com área mais semelhante à de Itupararanga (63Km²) foram registradas 19 espécies por Cavenaghi *et al.* (2003) e 15 por Martins *et al.* (2008).

Com isso é provável que o número de táxons registrados em estudos de levantamentos de espécies varie de acordo com a metodologia empregada e a abordagem dos pesquisadores. O que pode indicar que o presente estudo, apesar de ser o primeiro na área amostrou a maioria das espécies dominantes na área.

O tipo ecológico mais freqüente no reservatório foi o de macrófitas emersas. O mesmo foi observado por Cavenaghi *et al.* (2003), Martins *et al.* (2003) e Tanaka *et al.* (2003). O verão foi o período em que este tipo ecológico apresentou o maior número de espécies no presente estudo.

Apesar da alta precipitação registrada no verão, a cota média do reservatório neste período (825m) variou em apenas 1m em relação à coleta realizada no inverno (824m) (Figura 5b). Isto é devido à regularização do volume de água acumulado pela operação da barragem (dados de vazão – Figura 5). Desta forma, a variação no nível da água é baixa ao longo do ano. Isto, aliado à baixa declividade das margens faz com que haja um maior desenvolvimento marginal e as profundidades nessas regiões mantenham-se baixas, mesmo em épocas mais chuvosas.

Estas observações, aliadas à elevada transparência da água, comprovada pela profundidade da zona eufótica chegando até o sedimento (Figura 7), na maioria dos pontos de amostragem, corroboram as informações de Thomaz e Bini (2003) que relatam que baixas declividades, menores profundidades, maior transparência da água e maior desenvolvimento da margem são características que favorecem o estabelecimento de macrófitas aquáticas, principalmente as enraizadas.

A biomassa total não apresentou diferenças significativas entre os dois períodos, apesar de a biomassa média ter sido ligeiramente maior no inverno. Pitelli *et al.* (2008), avaliaram a dinâmica da comunidade de macrófitas aquáticas no reservatório de Santana-RJ e também não encontraram diferenças nos tamanhos das populações ao longo do ano.

Os dados de biomassa apresentaram diferenças significativas para 3 das espécies comuns aos dois períodos amostrados.

Duas das três espécies flutuantes encontradas no reservatório (*E. crassipes* e *Salvinia* sp.) apresentaram diferenças significativas para os valores de biomassa. E estes valores foram maiores no inverno. Geralmente a ocorrência destas espécies está associada a maiores valores de nutrientes na água, especialmente nitrogênio e fósforo.

As estações de coleta P4 e P8 apresentaram os maiores valores de biomassa de *E. crassipes* e também maiores concentrações de nitrogênio total na água na coleta realizada no inverno. Thomaz e Pelicice (2008) estudando assembléias de *E. crassipes* na planície de inundação do alto rio Paraná associaram o desenvolvimento reduzido ou inexistência desta espécie às baixas concentrações de fósforo disponível na água. Porém, no presente estudo não foi observada forte relação entre a disponibilidade de fósforo na água e altos valores de biomassa desta espécie

Salvinia sp. teve os maiores valores de biomassa também no inverno, nas estações de coleta P4, P8 e P5, sendo que as estações P4 e P8 foram onde se observou a maior concentração de nitrogênio total na água no inverno e P5 maior valor de fósforo total no mesmo período. Isto é esperado, pois macrófitas aquáticas flutuantes retiram os nutrientes necessários à sua sobrevivência da coluna d'água desenvolvem-se melhor em águas ricas em nutrientes (CAMARGO; PEZZATO; HENRY-SILVA, 2003).

Observa-se também certa relação das três espécies flutuantes com o fósforo disponível no sedimento. O mesmo foi observado por Bini *et al.* (1999) no reservatório de Itaipu. Os autores citando Wetzel (1983) relatam que o sedimento pode ser uma importante fonte de nutrientes para espécies flutuantes, demonstrando uma relação direta entre água e sedimento. Cavenaghi *et al.* (2003) também citam que em pequenas profundidades, espécies flutuantes conseguem captar nutrientes do sedimento.

Myriophyllum aquaticum relacionou-se com a quantidade de oxigênio dissolvido na água. Na estação P3, onde foi encontrado o segundo maior valor de biomassa de *M. aquaticum* no verão, foi registrado maior quantidade de oxigênio dissolvido. Isso provavelmente deve-se à atividade fotossintética da espécie, que possui parte de sua

biomassa submersa. Houve também uma relação de *M. aquaticum* com a quantidade de fósforo no sedimento, sendo que nas três estações de coleta onde *M. aquaticum* ocorreu no verão (P5, P9 e P12) foram registrados altos valores de fósforo no sedimento e alto valor de fósforo total da água em P9 e P12.

Urochloa sp., foi a terceira espécie que apresentou diferenças significativas para os valores de biomassa entre os períodos. Mesmo sendo uma das espécies mais freqüentes do reservatório, não foi observada relação com nenhuma das variáveis ambientais avaliadas. Como esta é uma espécie considerada anfíbia, ou seja, que também ocorre fora da água, é possível que outras variáveis ambientais, tais como maior desenvolvimento da margem no verão, exerçam maior influência sobre ela. Pitelli *et al.* (2009) estudando uma espécie semelhante e da mesma família (Poaceae), *Brachiaria arrecta*, sugerem que ela apresenta plasticidade fenotípica capaz de lhe proporcionar bom desenvolvimento independente do tipo de habitat e do estágio sucessional.

A espécie *E. azurea* foi uma das que não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) para os valores de biomassa entre as estações do ano. Da mesma forma, Henry-Silva e Camargo (2003) também não encontraram diferenças significativas para os valores de biomassa de *E. azurea* em 4 estações do ano em um rio da bacia hidrográfica do rio Itanhaém, litoral sul do estado de São Paulo e associaram isto à pequena variação sazonal das características físicas e químicas da água e à uniformidade climática da região. Já o clima na região do reservatório de Itupararanga é diferente daquele encontrado no litoral sul paulista (Cwb), não tão homogêneo ao longo ano, úmido e quente, mas com inverno seco. Nota-se também uma preferência desta espécie por sedimentos mais arenosos. Observou-se que dentre as estações de coleta aquela com maiores porcentagens de areia foi a estação P12 para os dois períodos amostrado, único local onde foi registrada a ocorrência de *E. azurea* no reservatório de Itupararanga.

A maioria das espécies enraizadas, com exceção de *Ludwigia* sp., obteve maiores valores de biomassa no verão. O mesmo foi observado por Camargo e Florentino (2000) que encontraram maior biomassa da macrófita aquática enraizada *Nymphaea rudgeana* no verão em ambiente lótico no litoral sul de São Paulo.

Nota-se uma maior relação da espécie *Polygonum* sp. com a variável porcentagem de argila. Nos locais onde foram encontrados os maiores valores de biomassa dessa espécie (P10 e P11) observou-se maiores porcentagens de argila nos dois períodos amostrados.

Polygonum sp. relacionou-se também com maiores disponibilidades de nitrogênio disponível no sedimento e na água e maior porcentagem de matéria orgânica no sedimento. Padrão semelhante foi observado por Pereira (2002) estudando a distribuição de espécies de macrófitas aquáticas na bacia hidrográfica do rio Itanhaém (SP). A autora encontrou associação de *Polygonum* sp. e áreas com maior disponibilidade de nutrientes.

Espécies enraizadas retiram do sedimento os nutrientes necessários à sua sobrevivência que na maioria das vezes é bem superior às concentrações encontradas na água (ESTEVES, 1998; CAMARGO; PEZZATO; HENRY-SILVA, 2003). Provavelmente seja devido a isto que a maioria das espécies emersas não se diferenciaram nos valores de biomassa entre verão e inverno. Cavenaghi *et al.* (2003) também encontraram maior número de espécies emersas em reservatórios da bacia do Rio Tietê e maiores densidades em regiões de maior sedimentação, associando isto à maior estabilidade de nutrientes no sedimento.

Os locais onde foram registradas a ocorrência de macrófitas aquáticas estão situados na região de cabeceira do reservatório, próximos à foz dos principais rios formadores e também em braços da margem esquerda.

Nas estações de coleta P4, P8 e P7 foram observadas altas concentrações de fósforo total na água para a coleta realizada no verão. Esta região está localizada na cabeceira do reservatório, próximo à entrada dos principais rios formadores. Isto indica o aporte de poluentes domésticos nesta região.

Para o fósforo total no sedimento observa-se que em todas as estações de coleta localizadas na região de cabeceira (P4 a P8) e três situadas em braços da margem esquerda (P9, P10 e P12) também foram encontrados altos valores.

As estações P9, P10, P11 e P12 localizam-se em regiões com relativa ocupação antrópica. P9 e P10 fica na região do bairro conhecido como Campo Verde, P11 fica nas proximidades de um condomínio de luxo localizado às margens do reservatório e P12 nas proximidades do bairro Paruru, todos pertencentes ao município de Ibiúna. Em geral, as regiões do reservatório de Itupararanga onde foi encontrada maior densidade de macrófitas aquáticas localizam-se próximas a estas áreas mais antropizadas, representadas pelos pequenos núcleos urbanos ou propriedades agrícolas. Como consequência há um incremento de nutrientes nessas regiões, caracterizando-as como eutróficas em determinada época do ano como observado por Pedrazzi *et al.* (2007) no mês de janeiro.

A margem direita do reservatório possui grande parte de sua APP (Área de Preservação Permanente), isso provavelmente mantém a qualidade da água, limitando o desenvolvimento de macrófitas nessa região, em relação àquelas áreas com influência antrópica mais intensa.

Outro motivo para menor ocorrência de espécies na margem esquerda pode ser devido ao microclima criado nessas regiões. Com a vegetação ciliar preservada há também uma menor intensidade de luz e temperaturas mais baixas, o que pode ter limitado o estabelecimento de plantas nestes locais. Cancian; Camargo e Henry-Silva (2009) estudando a influência de fotoperíodo e temperatura sobre o desenvolvimento da macrófita aquática flutuante *Pistia stratiotes* observaram que esta espécie apresenta menor desenvolvimento em temperaturas de 15°C e fotoperíodo de 8 horas.

6. Conclusões

- A partir dos resultados apresentados pode-se notar influência da sazonalidade apenas sobre a riqueza de espécies de macrófitas aquáticas no reservatório de Itupararanga, visto que o número de espécies e o número de locais de ocorrência foram maiores no verão em relação ao inverno.
- A pequena elevação dos níveis de água na estação chuvosa (verão) e o maior desenvolvimento de margem parecem ser as principais variáveis responsáveis pelas diferentes riquezas encontradas nos dois períodos (verão e inverno).
- O número de espécies (16) pode ser considerado alto se comparado a outros reservatórios da mesma bacia hidrográfica (de 17 a 24 espécies para Barra Bonita; 19 espécies para Bariri).
- Espécies emergentes são as mais freqüentes.
- Maior riqueza de espécies é encontrada na região de cabeceira do reservatório (P4 a P8).
- *Urochloa* sp., *Polygonum* sp. e *E. crassipes* são as espécies mais freqüentes no reservatório. *Urochloa* sp. – 8; *Polygonum* sp. – 7; *E. crassipes* – 6 estações de coleta.
- *E. crassipes*, *Polygonum* sp. e *Urochloa* sp. também apresentaram os maiores valores de biomassa (1.245 gMS.m⁻², 750 gMS.m⁻² e 488 gMS.m⁻², respectivamente).
- A ocorrência de espécies está relacionada a áreas do reservatório com maior influência antrópica.
- Sendo este o primeiro trabalho registrado de levantamento de espécies de macrófitas aquáticas no reservatório de Itupararanga, os dados apresentados permitem uma descrição inicial da composição florística e distribuição de macrófitas aquáticas neste ecossistema.
- A ocorrência de espécies flutuantes associadas a áreas com maior aporte de nutrientes não deve ser ignorada como um indicativo para o aumento da trofia do reservatório.

- O monitoramento constante dessas regiões é de grande importância, pois pode indicar níveis de infestação pontuais no reservatório, o que auxilia na tomada de medidas de manejo a fim de evitar danos aos usos múltiplos do reservatório.

7. Referências

- ACIRREU, A. T. *et al.* Aplicação do operador de fragmentação assimétrica (FA) na caracterização de controles geomorfológicos em reservatórios hidroelétricos. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 34, n.4, p. 501-508, 2004.
- AGOSTINHO, A. A.; VAZZOLER, A. E. A. M.; THOMAZ, S. M. The high River Paraná Basin: Limnological and ichthyological aspects. *In: Limnology in Brasil*, Rio de Janeiro, ABC/SBL, p. 59-103, 1995.
- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; JULIO JUNIOR, H.F. Relações entre macrófitas aquáticas e fauna de peixes. *In: THOMAZ, S. M.; BINI, L.M. (Eds.) Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas*. Nupélia - Maringá (SC), Eduem, p. 261-280, 2003.
- ALI, M.M.; MURPHY, K.J. Macrophyte functional variables versus species assemblages as predictors of trophic status in flowing waters. *Hydrobiologia*, v. 415, n. 1, p.131-138, 1999.
- ALMEIDA, R. A.; OLIVEIRA, L. F. C.; KLIEMANN, H. J. Eficiência de espécies vegetais na purificação de esgoto sanitário. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.37, n.1, p.1-9, 2007.
- AMARAL, M. C. E. *et al.* Guia de Campo para Plantas Aquáticas e Palustres do Estado de São Paulo. Ribeirão Preto: Ed. Holos, 2008. 452p.
- ANDERSEN, J. M. An ignition method determination of total phosphorus in lake sediments. *Water Resources*, v10, p. 329-33, 1976.
- APHA – American Public Health Association. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 25th edition. Washington. 2005.
- BIANCHINI JUNIOR, I. Modelos de crescimento e decomposição de macrófitas aquáticas. *In: THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. (Eds.) Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas*. Nupélia - Maringá (SC). Eduem, p. 85-126, 2003.
- BINI, L.M. *et al.* Aquatic macrophyte distribution in relation to water and sediment conditions in the Itaipu Reservoir. *Hydrobiologia*, v. 415, n. 1, p. 147-154, 1999.
- BINI, L. M. Dinâmica populacional de *Egeria najas* Planchon (Hydrocharitaceae): sobrevivência de uma espécie submersa em um grande ambiente subtropical com elevada turbidez (reservatório de Itaipu Binacional, Brasil-Paraguai). Tese de doutorado, UEM, Maringá, 2001, 130p.
- BINI, L. M. *et al.* Patterns of the aquatic macrophyte cover in Cachoeira Dourada reservoir (GO-MG). *Brazilian Journal of Biology*, v.65, n.1, p.19-24, 2005.
- BINI, L. M.; THOMAZ, S. M.; CARVALHO, P. Limnological effects of *Egeria najas* Planchon (Hydrocharitaceae) in the arms of Itaipu Reservoir. (Brazil, Paraguay). *Limnology*, v. 11, p. 39-47, 2010.
- BIUDES, J.F.V. Uso de wetlands construídas no tratamento de efluentes de carcinicultura. Tese de Doutorado. UNESP, Jaboticabal, 2007, 103p.
- BIUDES, J.F.V.; PEZZATO, L.E.; CAMARGO, A.F.M. Digestibilidade aparente da farinha de aguapé em tilápias-do-nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.11, p.2079-2085, 2009.

- BORGES NETO, C. R.; GORGATI, C. Q.; PITELLI, R. A. Influência do fotoperíodo e da temperatura na intensidade de doença causada por *Fusarium graminearum* em *Egeria densa* e *E. najas*. *Fitopatologia Brasileira*, 29(3), p. 252-258, 2004.
- BORGES NETO, C. R.; GORGATI, C. Q.; PITELLI, R. A. Influência da Concentração de Inóculo e da Idade da Planta na Intensidade de Doença Causada por *Fusarium graminearum* em *Egeria densa* e *E. najas*. *Fitopatologia Brasileira*, v.29, n.3, p. 282-288, 2004.
- CAMARGO, A. F. M.; FLORENTINO, E. R. Population dynamics and net primary production of the aquatic macrophyte *Nymphaea rudgeana* C. F. Mey in a lotic environment of the Itanhaém River basin (SP, Brazil). *Revista Brasileira de Biologia*. v. 60, n. 1. São Carlos, 2000.
- CAMARGO, A. F. M.; PEZZATO, M. M.; HENRY-SILVA, G. G. Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L.M. (Eds.) *Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas*. Nupélia - Maringá (SC), Eduem, p.281-297, 2003.
- CAMARGO, A.F.M; HENRY-SILVA, G.G.; PEZZATO, M.M. Crescimento e produção primária de macrófitas aquáticas em zonas litorâneas. In: HENRY, R. (Ed.) *Ecótonos nas Interfaces dos Ecossistemas Aquáticos*. São Carlos, Fundibio/Rima, p. 213-232, 2003.
- CAMARGO, O. A. *et al.* Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agronômico de Campinas. Campinas, Instituto Agronômico, 2009. 77p. (Boletim Técnico, 106. Edição revista e atualizada).
- CANCIAN, L. F.; CAMARGO, A. F. M.; HENRY-SILVA, G. H. G. Cescimento de *Pistia stratiotes* em diferentes condições de temperatura e fotoperíodo. *Acta Botanica Brasilica*, v. 23, n.2, p. 552-557, 2009.
- CARVALHO, F.T. *et al.* Plantas aquáticas e nível de infestação das espécies presentes no reservatório de Barra Bonita, no Rio Tietê. *Planta Daninha*, Viçosa, v.21, Ed. Especial, p. 15-19, 2003.
- CARVALHO, P.; THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. Effects of temperature on decomposition of a potential nuisance species: the submerged aquatic macrophyte *Egeria najas* Planchon (Hydrocaritaceae). *Brasilian Journal of Biology*, v.65, n.2, p. 51-60, 2005.
- CAVENAGHI, A. L. *et al.* Caracterização da qualidade da água e sedimento relacionados com a ocorrência de plantas aquáticas em cinco reservatórios da bacia do rio Tietê. *Planta daninha*, Viçosa, v.21, p. 43-52, 2003.
- CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS; ELETROBRAS. Sistema de informação do potencial hidrelétrico brasileiro - SIPOT. Rio de Janeiro, 2007.
- CÍCERO, E. A. S. *et al.* Variabilidade Genética e Sensibilidade d Acesso de *Pistia stratiotes* o Herbicida Glyphosate. *Planta Daninha*, Viçosa, v.25, n.03, p. 579-587, 2007).
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. Relatório de qualidade ambiental do estado de São Paulo 2009. São Paulo: CETESB, 2009.
- COOK, C. D. K. *et al.* Water plants of the world. Dr. Junk b. v. Publishers. England, 1974, 561p.

- COSTA, N. V. *et al.* Controle químico de plantas daninhas aquáticas: *Alternanthera philoxeroides*, *Enhydra anagallis* e *Pycnopus decumbens*. *Planta Daninha*, v. 23, n.02, p. 335-342, 2005.
- DE FILIPPO, R. Colonização e regressão da comunidade de macrófitas aquáticas no reservatório da UHE Serra da Mesa-Goiás. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L.M. (Eds.) *Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas*. Nupélia - Maringá (SC), Eduem, p.281-297, 2003.
- EPE - Plano Decenal de Expansão de Energia 2019/ Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2010. 330p.
- ESTEVEZ, F. A. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Ed. Interciencia/FINEP, 2ª ed., 1998, 602p.
- FARIA, O. B. Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso no reservatório de Salto Grande (Americana, SP). Tese de Doutorado. São Carlos:USP, 2002. 199p.
- FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L. Influência do gradiente longitudinal (rio – barragem) na similaridade das comunidades de desmídias perifíticas. *Revista Brasileira de Botânica*, v.28, n.2, p.241-254, 2005.
- FOLLONI, L.L.; PITELLI, R.A. Avaliação da sensibilidade de diversas espécies de plantas daninhas aquáticas ao carfentrazone-ethyl, em ambiente controlado. *Planta Daninha*, v. 23, n.2, p. 329-334, 2005.
- FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ. Nupélia/Itaipu Binacional. Estudo de macrófitas aquáticas no reservatório de Itaipu: relatório (4ª etapa: 2001-2002) Maringá, 2003. 122p. Relatório técnico - Apoio: Itaipu Binacional.
- GARCIA, J.P.M. *et al.* Caracterização geoambiental da Bacia da represa de Itupararanga, Bacia Hidrográfica do rio Sorocaba-SP, 2000. Disponível em: <www.sositupararanga.com.br/biblioteca> Acesso em: 17 de julho de 2009.
- GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S. OHNSTAD, M. A. M. Methods of physical and chemical analysis of freshwaters. 2nd ed. London: Blackwell Scientific; IBP Handbook. 1978.
- HENARES, M. N. P. *et al.* Toxicidade aguda e efeitos histopatológicos do Diquate na brânquia e no fígado do Piaçu. (*Leporinus macrocephalus*). *Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, Curitiba, v.17, p. 107-116, 2008.
- 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 aqüicultura. *Acta Scientiarum*, v.24, n.2, p.519-526, 2002.
- HENRY-SILVA, G.G.; CAMARGO, A.F.M. Avaliação sazonal da biomassa da macrófita aquática *Eichhornia azurea* em um rio de águas claras da bacia hidrográfica do rio Itanhaém (litoral sul do estado de São Paulo, Brasil). *Hoehnea*, São Paulo, v.30, n.1, p.71-77, 2003.
- HENRY-SILVA, G.G.; CAMARGO, A.F.M.; PEZZATO, L.E. Digestibilidade aparente de macrófitas aquáticas pela tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) e qualidade da água em relação às concentrações de nutrientes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.3, p.641-647, 2006.

HENRY-SILVA, G.G.; CAMARGO, A. F. M.. Treatment of shrimp effluents by free-floating aquatic macrophytes. *Revista Brasileira de Zootecnia/Brazilian Journal of Animal Science*, v. 37, p. 181-188, 2008.

HENRY-SILVA, G. G., CAMARGO, A. F. M.; PEZZATO, M. M. Growth of free-floating aquatic macrophytes in different concentrations of nutrients. *Hydrobiologia*. v.610, p. 153-160, 2008.

IGC - Carta de utilização da terra do estado de São Paulo, folha São Paulo. São Paulo: Instituto Geográfico e Cartográfico, 1981. 1 mapa. Escala 1:250 000.

JONIAK, T.; KUCZYŃSKA-KIPPEN, N; NAGENGAST, B. The role of aquatic macrophytes in microhabitat transformation of physical-chemical features of small water bodies. *Hydrobiologia*, v. 584, n. 1, p. 101-109, 2007.

KOBAYASHI, J. T.; THOMAZ, S. M.; PELICICE, F. M. Phosphorus as a limiting factor for *Eichhornia crassipes* growth in the upper Paraná's river floodplain. *Wetlands*, v. 28, n.4, p.905-913, 2008.

KOVALENKO, K. E. *et al.* Direct and indirect effects of an introduced piscivore, *Cichla kelberi* and their modification by aquatic plants. *Hydrobiologia*, v. 638, n.1, p. 245-253, 2010.

LEITE, A. R. C.; SMITH, W. S. Monitoramento de cianobactérias em mananciais da bacia do rio Sorocaba (SP), com ênfase nas represas de Itupararanga e Ipaneminha. *Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil*, São Lourenço, 2009.

MARCONDES, D. A. S.; MUSTAFÁ, A. L.; TANAKA, R. H. Estudos para manejo integrado de plantas aquáticas no reservatório de Jupia. *In: THOMAZ, S. M.; BINI, L.M. (Eds.) Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas*. Nupélia - Maringá (SC), Eduem, p.299-317, 2003.

MICHELAN, T. S. *et al.* Effects of an exotic invasive macrophyte (tropical signalgrass) on native plant community composition, species richness and functional diversity. *Freshwater Biology*, v.55, p.1315-1426, 2010.

MARTINS, D. *et al.*. Caracterização da comunidade de plantas aquáticas de dezoito reservatórios pertencentes a cinco bacias hidrográficas do estado de São Paulo. *Planta Daninha, Viçosa*. v. 26, n.1, p.17-32, 2008.

NEVES, G. P. Efeitos do tempo de residência, morfometria e estado trófico sobre as assembleias de microcrustáceos (Cladocera e Copepoda) dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande (rio Paranapanema, SP/PR). Dissertação de Mestrado, Botucatu. 2008.

NEGRISOLI, E. *et al.* Estudo da degradação da biomassa de três espécies de plantas aquáticas no reservatório da UHE de Americana-SP. *Planta Daninha, Viçosa*. v. 24, n.2, p. 221-227, 2006.

PADIAL, A. A.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A. Effects of structural heterogeneity provided by the floating aquatic macrophyte *Eichhornia azurea* on the predation efficiency and habitat use of the small Neotropical fish *Moenkhausia sanctaefilomenae*. *Hydrobiologia*. v. 624, n. 1, p. 161-170, 2009.

- PAGIORO, T.A.; THOMAZ, S.M.; ROBERTO, M.C. Caracterização limnológica Abiótica dos reservatórios. In: RODRIGUES, L. *et al.* (Org.) *Biocenose em Reservatórios: padrões espaciais e temporais*. São Carlos: RiMa, p. 17-37, 2005.
- PATTON, V.D.; STARNES, W.E. Aquatic weeds and water pollution. *Hyacinth Control Journal*, v. 8, n. 2, p. 48-49, 1970.
- PEREIRA, M. C. T. Distribuição e abundância de macrófitas aquáticas em relação às características limnológicas em cinco áreas da bacia do Rio Itanhaém, litoral sul do estado de São Paulo. Dissertação de mestrado. Rio Claro-SP, 2002, 72p.
- PEDRAZZI, F. J. M. *et al.* Qualidade da água do reservatório de Itupararanga (Bacia do Alto Sorocaba-SP) Gradiente espacial horizontal. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*, Caxambu, 2007.
- PINTO-COELHO, R.M. *et al.* Efeitos da eutrofização na estrutura da comunidade planctônica no lago da Pampulha, Belo Horizonte – MG. In: Henry, R. (ed). *Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais*. Botucatu: Fapesp/Fundibio, p. 553-572, 1999.
- PITELLI, R. L. C. M. *et al.* Dinâmica da comunidade de macrófitas aquáticas no Reservatório de Santana, RJ. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v.26, n.3, p.473-480, 2008.
- PITELLI, R. L. C. M. *et al.* Utilização de análise multivariada e redes neurais artificiais na determinação do comportamento de colonização de populações de macrófitas aquáticas no reservatório de Santana. *Planta Daninha*, v. 27, n. 3. p. 429-439, 2009.
- POMPÊO; M. L. M.; HENRY, R.; MOSCHINI-CARLOS, V. Chemical composition of tropical macrophyte *Echinochloa polystachya* (H. B. K.) Hitchcock in Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil). *Hydrobiologia*, v. 411, p.1-11, 1999.
- POMPÊO, M. L. M. Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas. *Oecologia Brasiliensis*, v.12, n.3, p. 406-424, 2008.
- POMPÊO, M. L. M.; MOCHINI-CARLOS, V. *Macrófitas aquáticas e perifíton: aspectos ecológicos e metodológicos*. São Carlos: RiMa, 2003, 134 p.
- POTT, V. J.; POTT, A. *Plantas aquáticas do Pantanal*. Brasília: Embrapa, 2000, 404p.
- QUEIROZ, R.P.; IMAI, N.N. Mapeamento das atividades antrópicas na área de entorno do reservatório de Itupararanga – SP: uma abordagem baseada na diminuição gradativa do grau de complexidade da cena interpretada. *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis. INPE., p. 1039-1045, 2007.
- RAUNKIAER, C. *The Life Forms of Plants-and Statistical Plant Geography* Claderon Press, Oxford. 1934.
- RIIS, T.; SAND-JENSES, K.; VESTERGAARD, O. Plant communities in lowland Danish streams: species composition environmental factors. *Aquatic Botany*. v. 66, n. 4, p. 255-272, 2000.
- RODRIGUES, L. *et al.* (Org.) *Biocenose em Reservatórios: padrões espaciais e temporais*. São Carlos: RiMa, 2005. 333p.
- ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo: USP/IPT/FAPESP, 1997. 1 mapa. Escala 1: 500 000. Acompanha relatório técnico.
- SALATIE, J. R; SALATI, E.; SALATI, E. Wetland projects developed in Brazil. *Water*

Science Technology, Londres, v. 40, n. 3, p. 19-25, 1999.

SALATI, E. Utilização de sistemas de wetlands construídas para tratamento de águas, *Biológico*, v. 65, n.1/2, p.113-116, 2003.

SANTOS, D.M.M.; PITELLI, R.A.; BANZATTO, D.A. Efeito de herbicidas em *Spirodela punctata* (G.F.W.Meyer) Thompson (Lemnaceae) cultivada em diferentes soluções nutritivas. *Ecossistema*, v.26, n.1, p.58-65, 2001.

SARDINHA, D. S. *et al.* Avaliação de balanço anual de cátions e ânions na bacia do Alto Sorocaba (SP). *Revista Brasileira de Geociências*, v. 38, n.4, p.730-740, 2008.

SCREMIN-DIAS, E.; POTT, V. J.; HORA, R. C; SOUZA, P. R. (Org.). Nos Jardins Submersos da Bodoquena: guia para identificação de plantas aquáticas de Bonito e região. Campo Grande: Ed. UFMS, 1999. 160p.

SCULTHORPE, C. D. The biology of aquatic vascular plants. Germany, Koeltz Scientific Books. 610p. (D-6240 Königstein/West Germany. Reprint). 1985.

SMITH, E. S.; PETRERE, M. Caracterização limnológica da bacia de drenagem do rio Sorocaba, São Paulo, Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 12, p.15-27, 2000.

SMITH, W.R.; PETRERE, M. Fish, Itupararanga Reservoir, Sorocaba River Drainage, São Paulo, Brazil. *Check List* v.3, n. 2, p. 131-136, 2007.

SMITH, W.R.; PETRERE, M. Peixes em represas: o caso de Itupararanga. *Ciência Hoje*, v. 29, n. 170, p. 74-77, 2001.

STARLING, F. *et al.* Controle biológico da proliferação de macrófitas flutuantes pela carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) em tanques-redes no Lago Paranoá (Brasília-DF). *CD dos Resumos do XII Congresso Brasileiro de Limnologia*, Gramado-RS. 2009.

STAŠKRABA, M. Retention time as a key variable of reservoir limnology. In TUNDISI, J. G.; STRAŠKRABA, M. Theoretical Reservoir Ecology and its Applications. IIE, Backhuys Publishers, Brazilian Academy of Science p. 385-410. 1999.

TAKEDA, A.M. *et al.* Invertebrados associados as macrófitas aquáticas da planície de inundação do alto Rio Paraná (Brasil). In: THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. (Eds.) *Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas*. Nupélia - Maringá (PR): Eduem, 2003, p. 243-260.

TANAKA, R. H. *et al.* Ocorrência de plantas aquáticas nos reservatórios da Companhia Energética de São Paulo. *Planta Daninha*. Viçosa, v.20, p. 101-111, 2002.

TANAKA, J.T. Os impactos do Turismo de Segunda Residência na Represa de Itupararanga. 49p. Monografia (Graduação em Turismo) - UNESP, Rosana, 2008.

TANIWAKI, R. H.; SMITH, W. S. Levantamento da fauna bentônica de artrópodes em diferentes ambientes da bacia de drenagem da represa de Itupararanga, Votorantim (SP, Brasil). *Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil*, São Lourenço, 2009.

THORNTON, W. K. Perspectives on reservoir limnology. In: THORNTON, K. W.; KIMMEL, B.L.; PAYNE, E. F. (eds). *Reservoir Limnology: ecological perspectives*. New York: John Wiley & Sons, Inc. Cap.1. p. 1-13, 1990.

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

- THOMAZ, S. M. *et al.* Aquatic macrophytes of Itaipu reservoir, Brazil: survey of species and ecological considerations. *Brazilian Archives of Biology Technology*, v. 42, p.15-22, 1999.
- THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (orgs), *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*, Eduem, Maringá-PR, 2003, 341p.
- THOMAZ, S. M.; SOUZA, D. C.; BINI, L. M. Species richness and beta diversity of aquatic macrophytes in a large subtropical reservoir (Itaipu Reservoir, Brazil): the influence of limnology and morphometry. *Hydrobiologia*, v. 505, p.119-128, 2003.
- THOMAZ, S. M. *et al.* Effect of reservoir drawdown on biomass of three species of aquatic macrophytes in a large sub-tropical reservoir (Itaipu, Brazil), *Hydrobiologia*, v. 570, p. 53-59, 2006.
- THOMAZ, S. M. *et al.* Temporal trends and effects of diversity on occurrence of exotic macrophytes in a large reservoir. *Acta Oecologica*. v. 35, p. 614-620, 2009.
- TUNDISI, J.G. Represas do Paraná Superior: limnologia e bases científicas para o gerenciamento. *In: BOLTOVSKOY, A.; LOPEZ, H.L. (Eds.). Conferências de Limnologia/ Conferences on Limnology*. La Plata: Instituto de Limnologia “Dr. R. A. Ringuelet”, p. 41-52, 1993.
- TUNDISI, J.G. Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. *In: HENRY, R. (ed.). Ecologia de reservatórios: estruturas, função e aspectos sociais*. Botucatu: FUNDIBIO: FAPESP, 1999.
- VALENTIN, J.L. Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Rio de Janeiro: Interciência, 2000, 117p.
- VALENTIN, J. L. Agrupamento e ordenação. *Oecologia Brasiliensis*, v.2, p.27-55, 1995.
- WEANER, J. E.; CLEMENTS, F. E. *Plants Ecology*. New York, Mc. Gran Hill. 1983.
- WESTLAKE, D. F. Some basic investigation of the productivity of aquatic macrophytes. *Memories of the Italian Institute of Hidrobiologia*, v. 18, p. 229-248, 1965.
- WETZEL, R. G.; LINKENS, G. E. *Limnological analysis*. New York: Springer-Verlag, 2000. 429p.