

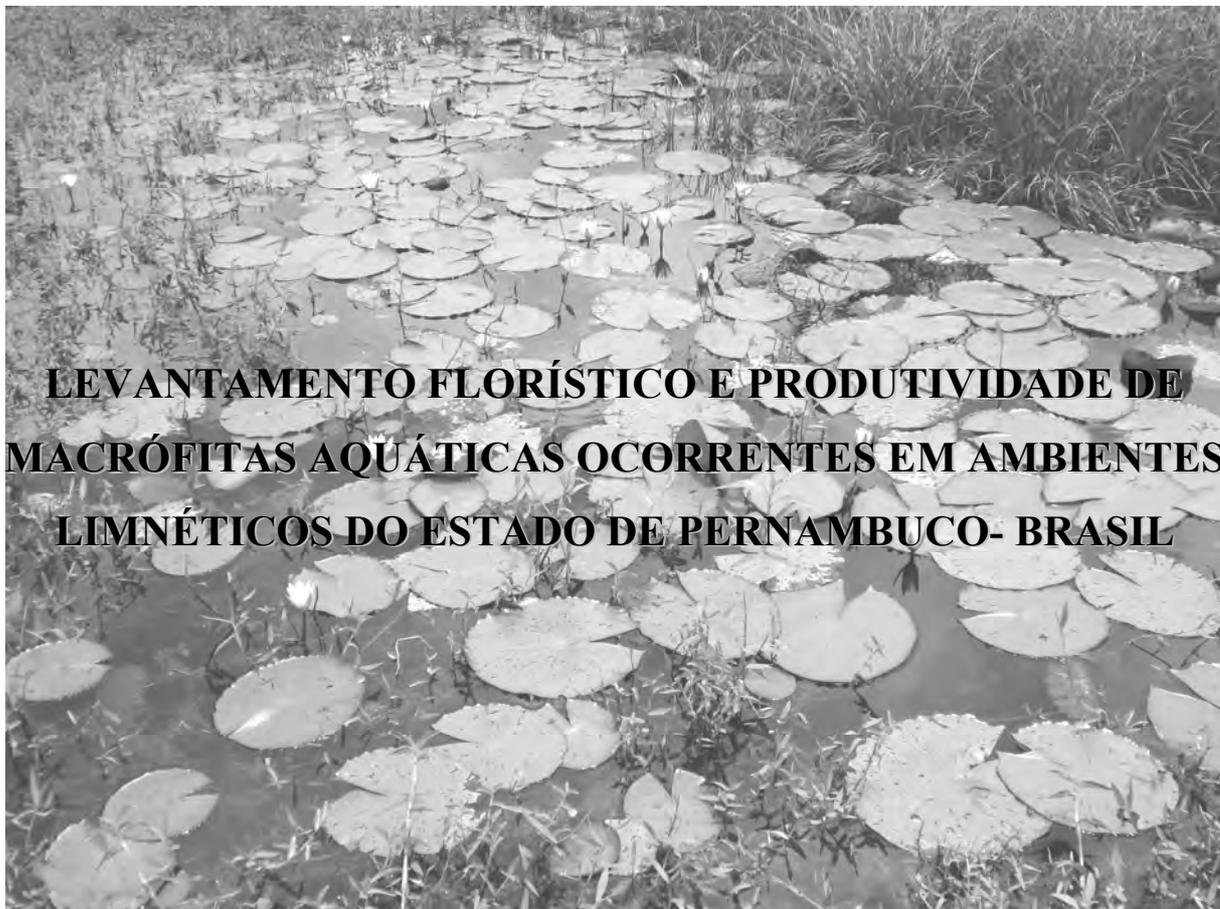
PAULA REGINA FORTUNATO DO NASCIMENTO

**LEVANTAMENTO FLORÍSTICO E PRODUTIVIDADE DE
MACRÓFITAS AQUÁTICAS OCORRENTES EM AMBIENTES
LIMNÉTICOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO – BRASIL**

RECIFE

2009

PAULA REGINA FORTUNATO DO NASCIMENTO



**LEVANTAMENTO FLORÍSTICO E PRODUTIVIDADE DE
MACRÓFITAS AQUÁTICAS OCORRENTES EM AMBIENTES
LIMNÉTICOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO- BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como um dos requisitos para obtenção ao título de Doutor em Botânica.

RECIFE

2009

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA – PPGB**

**LEVANTAMENTO FLORÍSTICO E PRODUTIVIDADE DE
MACRÓFITAS AQUÁTICAS OCORRENTES EM AMBIENTES
LIMNÉTICOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO – BRASIL**

Orientadora:

Dra. Sonia Maria Barreto Pereira

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Conselheiro:

Dr. Everardo Valadares de Sá Barreto Sampaio

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

RECIFE

2009

FICHA CATALOGRÁFICA

N244 I Nascimento, Paula Regina Fortunato do
Levantamento florístico e produtividade de macrófitas
aquáticas ocorrentes em ambientes limnéticos do Estado de
Pernambuco – Brasil / Paula Regina Fortunato do Nasci --
mento. -- 2009.
90 f. : il.

Orientadora : Sonia Maria Barreto Pereira
Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal
Rural de Pernambuco. Departamento de Botânica.
Inclui anexo e bibliografia.

CDD 574.5

1. Macrófitas aquáticas
2. Açude
3. Reservatório
4. Florística
5. Biomassa
6. Sucessão
7. Pernambuco (BR)
 - I. Pereira, Sonia Maria Barreto
 - II. Título

PAULA REGINA FORTUNATO DO NASCIMENTO

**LEVANTAMENTO FLORÍSTICO E PRODUTIVIDADE DE
MACRÓFITAS AQUÁTICAS OCORRENTES EM AMBIENTES
LIMNÉTICOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO – BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como pré-requisito para obtenção ao título de Doutor em Botânica.

Tese defendida e aprovada pela Banca examinadora:

Orientadora:

Profa. Dra. Sonia Maria Barreto Pereira - UFRPE
Presidente

Examinadores:

Dra. Cibele Cardoso de Castro - UFRPE
Titular

Dra. Enide Eskinazi Leça - UFRPE
Titular

Dra. Iva Carneiro Leão Barros - UFPE
Titular

Dra. Maria Elizabeth Bandeira- Pedrosa - UFRPE
Titular

Dra. Suzene Izídio da Silva - UFRPE
Titular

Dra. Elcida de Lima Araújo - UFRPE
Suplente

Dra. Maria de Fátima de Oliveira Carvalho - FASNE
Suplente

Data da Aprovação: 27/02/2009

Recife
2009

*“Faça de cada obstáculo uma
oportunidade, transforme tudo que é
negativo em alguma coisa positiva”.*

(Linda Armstrong)

OFERTEÇO

*Aos Meus Pais Elías Mendes do Nascimento
(in memorian) que sempre incentivou meus estudos
e a minha mãe Severina Fortunato da Silva por
todo apoio nos momentos alegres e tristes de minha vida.*

Dedico

*Ao meu esposo Gladistone Santos e as minhas
Filhas Fernanda Fortunato e Gabrielle Fortunato
por agüentar todas as horas de sufoco durante a
realização desta tese.*

*E ao meu Anjinho Fernando, que com certeza está
ao lado de Deus.*

AGRADECIMENTOS

Na vida não conquistamos nada sozinhos. Sempre precisamos de outras pessoas para alcançar os nossos objetivos. Muitas vezes um simples gesto de uma pessoa amiga pode mudar a nossa vida.

Inicialmente gostaria de agradecer à **Deus** por sempre me iluminar, me guiar e me amparar nos momentos alegres e difíceis da minha vida.

Ao meu esposo Gladistone Cunha dos Santos, pelo apoio, incentivo, confiança e compreensão, durante a realização deste trabalho.

Ao presente que Deus me deu na vida: às minhas filhas Fernanda Fortunato e Gabrielle Fortunato. Obrigada por vocês existirem na minha vida e por “suportarem” a minha ausência, em tantos momentos.

Aos meus familiares, em especial à minha mãe, Severina Fortunato, por todo apoio e incentivo durante toda minha vida e também por cuidar de forma tão amorosa das minhas filhas.

À Profa. Dra. Sonia Maria Barreto Pereira, pela orientação, sugestões e oportunidade de realização deste trabalho. Obrigada por enriquecer os meus conhecimentos, com suas argumentações científicas e sugestões. Pela demonstração de confiança, amizade e respeito, nos momentos atribulados da minha vida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CTHidro), pelo apoio financeiro indispensável para realização deste trabalho, através concessão da bolsa de doutorado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPGB), nas pessoas das ex-coordenadoras, Profa. Dra. Ariadne do N. Moura, Profa. Dra. Carmen S. Zickel, Prof. Dr. Ulysses P. de Albuquerque e a atual coordenadora, Profa. Dra. Cibele Cardoso de Castro, pelas facilidades concedidas no uso das suas instalações e pelo incentivo aos alunos do Programa.

À Dra. Maria Elizabeth Bandeira-Pedrosa, pelo convívio e amizade durante tantos anos.

Ao Prof. Dr. Everardo Valadares de Sá Barreto Sampaio pela co-orientação.

À Profa. Vali Joana Pott, do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pela enorme ajuda na confirmação e identificação de algumas espécies do presente trabalho

À Profa. Enide Eskinazi Leça, exemplo de profissionalismo, sempre.

Há pessoas que marcam nossas vidas, através do companheirismo, amizade e carinho com que nos trata. Neste sentido eu gostaria de agradecer de forma especial aos meus “filhos” (apesar de não ter idade para tal função!!), Talita Oliveira de Araújo e Leonardo Rafael C. C. Xavier, obrigada por tudo. E aos amigos, Suellen Brayner e Heitor Barros, por estarem presentes em alguns dos momentos mais importantes da minha vida.

Aos amigos do LABOFIC (UFRPE), Maria de Fátima de Oliveira-Carvalho, Douglas Correia Burgos, Khey Albert, José Juarez e Silvana Nascimento, pela amizade e agradáveis momentos de descontração na hora do almoço. E, não poderia esquecer das amigas “adotadas”, mas extremamente queridas, Roberta Sampaio Pinho e Mariana.

Ao “batalhão” que sempre se fez necessário para os trabalhos de campo, passando pelos maiores sufocos, os quais se revezavam, nas diferentes áreas e meses de coleta: Talita Oliveira, Leonardo Xavier, Polyana, Suellen Brayner, Heitor Barros, Fátima Carvalho, Douglas Burgos, Khey Albert, Thiago Silva, Nadja Maia, Giulliani Alan, Giselle Dias, Emmanuel Nascimento.

À Douglas Burgos E Leonardo Xavier, pela importante ajuda na realização dos testes de similaridade.

À minha turma de doutorado: Andreza Santos, Daniel Portela, Francisco Soares, Francisco Leite, Giulliani Alan, Júlio Marcelino, Kleber Andrade e Reinaldo Farias, pelo convívio durante o curso.

À Margarida Clara da Silva, ex- secretária do Curso de Pós-Graduação em Botânica e ao funcionário Manassés Araújo Silva (Seu Mano) pela atenção e disposição em ajudar sempre.

Enfim a todos que de alguma maneira contribuirão direta ou indiretamente na execução deste trabalho.

SUMÁRIO

Resumo	xiv
Abstract	xvi
1. Introdução	18
2. Revisão de literatura	22
3. Referências Bibliográficas	36
4. Capítulos	49
4.1 – Capítulo I (Manuscrito a ser enviado para a Aquatic Botany)	49
Artigo I: “Levantamento florístico de macrófitas aquáticas em cinco ambientes limnéticos no estado de Pernambuco - Brasil”	49
Abstract	50
Introdução	50
Material e Métodos	51
Resultados e discussão	53
Agradecimentos	57
Referências	57
4.2 – Capítulo II (Manuscrito a ser enviado para a Revista Brazilian Archives of Biology and Techonology)	70
Artigo II: “Capacidade de regeneração de macrófitas aquáticas localizadas no Açude de Dois Irmãos – Recife – Pernambuco - Brasil”.	71
Abstract	71
Introdução	71
Material e Métodos	72
Resultados e discussão	72
Agradecimentos	77
Resumo	77
Referências	77
5. Considerações Finais	78
6. Anexos gerais	81

LISTA DE FIGURAS

MANUSCRITO I

- Figuras: 1A – F.** Ilustrações de ambientes limnéticos. **A-** Vista Geral do Reservatório de Abastecimento público de Mundaú, localizado no Município de Garanhuns, Zona do Agreste de Pernambuco. **B -** Vista Geral do Açude do Óleo, localizado no Distrito de Lagoa do Carro, Município de Carpina, Zona da Mata de Pernambuco. **C -** Vista Geral do Reservatório Carpina, localizado no Distrito de Lagoa do Carro, Município de Carpina - Zona da Mata de Pernambuco. **D-** Vista geral do Açude de Apipucos, localizado no Município de Recife (PE). Observe uma extensa área ocupada por *Eichhornia crassipes*. **E-** Vista geral do Açude de Dois Irmãos, localizado no Município de Recife (PE), ocupado por grande quantidade de macrófitas aquáticas. **F -** Vista Geral do Açude do Prata, localizado no Município de Recife (PE), com a ocorrência de macrófitas aquáticas. 60
- Figura 2 -** Número de espécies de macrófitas aquáticas por famílias, identificadas no reservatório de Mundaú, e nos Açudes do Óleo, Apipucos, Dois Irmãos e do Prata (Pernambuco), durante o período de janeiro/2006 a janeiro/2007..... 61
- Figura 3-** Percentual de distribuição da forma biológica de espécies de macrófitas aquáticas, no reservatório de Mundaú, e nos Açudes do Óleo, Apipucos, Dois Irmãos e do Prata (Pernambuco), durante o período de janeiro/2006 a janeiro/2007..... 62
- Figura 4-** Número de espécies de macrófitas aquáticas, identificadas no reservatório de Mundaú, e nos Açudes do Óleo, Apipucos, Dois Irmãos e do Prata (Pernambuco)..... 63
- Figura 5 A- M.** Ilustrações de algumas macrófitas aquáticas identificadas em ambientes limnéticos do estado de Pernambuco. **A-** *Salvinia auriculata* Aubl.. **B –** *Nymphaea Alba* L.. **C –** *Eichhornia crassipes* (Holm.) Solms. **D –** *Ludwigia helminthorrhiza* (Mart.) Hara. **E –** Associação entre *Utricularia gibba* L.. e *Salvinia auriculata* Aubl. **F –** *Cabomba aquatica* Aubl.. **G –** *Pistia stratiotes* L.. **H –** Vista aproximada de *Nymphoides indica* (L.) Kuntze. **I –** *Nymphoides indica* (L.) Kuntze. **J –** Associação entre *Pistia stratiotes* L. e representantes da família *Lemnaceae*. **L –** *Limnobium laevigatum* (Willd.) Heine. **M –** Flor de *Nymphaea Alba* L.. 64
- Figura 6 -** Frequência de ocorrência por espécie monitorada no Açude de Apipucos – Mesorregião Metropolitana do Recife – PE, no período de janeiro/2006 a janeiro/2007. 65
- Figura 7-** Frequência de ocorrência por espécie monitorada no Açude de Dois Irmãos – Mesorregião Metropolitana do Recife – PE, no período de janeiro/2006 a janeiro/2007. 66

Figura 8 A-C. **A-** Frequência de ocorrência por espécie monitorada no Açude do Prata – Mesorregião Metropolitana do Recife – PE, no período de janeiro /2006 a janeiro/2007. **B** - Frequência de ocorrência por espécie monitorada no Açude do Óleo – Distrito de Lagoa do Carro – Município de Carpina – Mesorregião da Zona da Mata de Pernambuco, no período de janeiro/2006 a janeiro/2007. **C** - Frequência de ocorrência por espécie monitorada no Reservatório de Mundaú – Município de Garanhuns – Mesorregião do Agreste de Pernambuco, no período de janeiro/2006 a janeiro/2007. 67

Figura 9 - Dendrograma ilustrando a similaridade florística, obtido por matriz de presença x ausência das espécies ocorrentes no reservatório de Mundaú, e nos Açudes do Óleo, Apipucos, Dois Irmãos e do Prata (Pernambuco), acompanhado do teste de permutação de Monte Carlo..... 68

MANUSCRITO II

Figura 1 A- D – Processo de regeneração de macrófitas aquáticas, no Açude de Dois Irmãos – Recife – PE. **A** - Início do Experimento (“tempo zero”) em 29 de maio de 2006. Observe ausência de macrófitas aquáticas; **B:** Área estudada após **15 dias** de experimento. Observe início da regeneração; **C:** Área estudada após **45 dias** de experimento. Observe ocorrência de macrófitas. **D:** Área estudada após **90 dias** de experimento. Observe a regeneração total das macrófitas. 75

Figura 2- Biomassa da macrófita aquática *Salvinia* durante o período de acompanhamento da regeneração, no Açude de Dois Irmãos – Recife – PE. 76

Figura 3 - Biomassa da macrófita aquática *Nymphaea* durante o período de acompanhamento da regeneração, no Açude de Dois Irmãos – Recife – PE . 76

Figura 4 - Biomassa da macrófita aquática *Utricularia* durante o período de acompanhamento da regeneração, no Açude de Dois Irmãos – Recife – PE. 76

Figura 5 - Biomassa da macrófita aquática *Cabomba* durante o período de acompanhamento da regeneração, no Açude de Dois Irmãos – Recife – PE. 76

Figura 6 - Biomassa da macrófita aquática *Limnobium* durante o período de acompanhamento da regeneração, no Açude de Dois Irmãos – Recife – PE. 76

Figura 7 – Valores comparativos das macrófitas aquáticas identificadas durante o período de acompanhamento da regeneração, no início e final do experimento, no Açude de Dois Irmãos – Recife – PE. 76

LISTA DE TABELAS

MANUSCRITO I

Tabela 1- Relação das macrófitas aquáticas encontradas, por estação de coleta, com suas respectivas formas biológicas, no estado de Pernambuco.	69
---	----

RESUMO

Uma grande diversidade de macrófitas aquáticas pode ser encontrada nas margens de rios ou reservatórios (açudes e barragens). São importantes componentes destes ecossistemas, constituindo parcela de estoque de energia e matéria do primeiro nível trófico. No entanto, devido à alteração do ambiente, algumas espécies passam a desenvolver densas infestações, promovendo uma série de prejuízos, e neste caso são consideradas plantas daninhas. Portanto o levantamento de plantas aquáticas faz-se necessário, pois permite observar o grau de infestação das diferentes espécies e a distribuição nos corpos hídricos estudados. Devido aos problemas que algumas destas plantas podem acarretar e a escassez de informações sobre esta comunidade no estado de Pernambuco, o presente trabalho teve como objetivo realizar o levantamento de macrófitas aquáticas, bem como avaliar a produtividade de algumas espécies através da observação da sua capacidade de regeneração de biomassa. Para esta pesquisa, foram eleitos cinco ambientes limnéticos distintos: Açude de Apipucos, Açude de Dois Irmãos e Açude do Prata (Mesorregião Metropolitana do Recife), Açude do Óleo (Mesorregião da Zona da Mata de Pernambuco) e Reservatório de Mundaú (Mesorregião do Agreste de Pernambuco). Em cada estação, foram definidos pontos de coletas, após a coleta piloto. O monitoramento das macrófitas aquáticas foi realizado, durante o período de janeiro de 2006 a janeiro de 2007. A capacidade de regeneração de macrófitas aquáticas foi observada no Açude de Dois Irmãos e para tanto foi demarcada uma área de 150 m² (10 m X 15 m) e considerado um “tempo zero” para o início do experimento. A partir desta data foi feito um acompanhamento visual da regeneração e da biomassa produzida, tendo sido realizadas três coletas, seguindo uma escala temporal de 15, 45 e 90 dias. Os resultados mostraram a presença de 35 espécies, distribuídas em 18 famílias, sendo as mais representativas quanto ao número de espécies: Lemnaceae (4 spp.), Pontederiaceae (4 spp.), Cyperaceae (34 spp.), Hydrocharitaceae (34 spp.), Lentibulariaceae (34 spp.),

Limnocharitaceae (34 spp.) e Nymphaeaceae (34 spp.). Os gêneros mais representativos foram *Eichhornia* Kunth (4 espécies), *Nymphaea* Smith e *Utricularia* L. com 3 espécies cada. No que diz respeito a análise da capacidade de regeneração foi acompanhado o desenvolvimento de *Salvinia* Michell, *Nymphaea* Smith, *Utricularia* L., *Cabomba* Aubl. e *Limnobium* Richard. Os dados indicaram que estas plantas apresentaram um grande potencial de regeneração, demonstrados pelos elevados valores de biomassa. Destaca-se entre as demais *Salvinia* cuja biomassa variou de 197,95 a 258,55 g.PS/m², no período de 15 e 90 dias do experimento, respectivamente. Havendo também uma correlação positiva entre a produção de biomassa e a escala temporal.

Palavras-chave: Vegetação aquática, açude, reservatório, biomassa, sucessão, abastecimento público.

ABSTRACT

A wide variety of aquatic macrophytes can be found on the banks of rivers or reservoirs (sluices and dams). They are important components of these ecosystems, consisting of stock portion of energy and matter in the first trophic level. However, due to the changed environment, some species begin to develop dense infestations, promoting a series of losses, and in this case are considered weeds. Thus the lifting of aquatic plants it is necessary therefore shows the degree of infestation of various species and distribution in water bodies studied. Due to the problems that some of these plants can cause and lack of information about this community in the state of Pernambuco, is that this study aimed to observe the diversity of aquatic and assess the productivity of some species through the observation of its capacity the regeneration of biomass. For this search, were elected five environments limnéticos different: Apipucos of Dam, Prata of Dam and Dois Irmãos of Dam (Metropolitan Region of Recife), Óleo Dam (Zona da Mata, Pernambuco) and Reservoir of Mundaú (Agreste of Pernambuco). At each station, were defined points of collections, which were chosen after collecting seat. The monitoring of aquatic was conducted during the period January 2006 to January 2007. The capacity for regeneration of aquatic was observed in two of Weir and Friars for both was a demarcated area of 150m² (10m x 15m) and considered a "zero time" to the beginning of the experiment, and from that date was made a visual tracking the regeneration and biomass produced, was performed three collections, following a time scale of 15, 45 and 90 days. The results showed the presence of 35 species, belonging to 18 families, and the most representative on the number of species: Lemnaceae (4), Pontederiaceae (4), Cyperaceae (3), Hydrocharitaceae (3), Lentibulariaceae (3), Limnocharitaceae (3) and Nymphaeaceae (3). The genera with the largest number of species found were *Eichhornia* Kunth (4 species), *Nymphaea* Smith and *Utricularia* L. species with 3 each. As regards the analysis of the capacity for regeneration was accompanied by the development of *Salvinia* Michell, *Nymphaea* Smith, *Utricularia* L., *Cabomba* Aubl.

and *Limnobium* Richard. The data indicated that these plants had a large potential for regeneration, demonstrated by high levels of biomass. There was emphasis on *Salvinia* whose biomass ranged from 197.95 to 258.55 g.PS / meters in the period between 15 and 90 days of the experiment, respectively. There are also a positive correlation between biomass production and time scale.

Key-words: aquatic vegetation, pond, reservoir, biomass, succession, public supply.

1 – INTRODUÇÃO

A terminologia usada para descrever o conjunto de vegetais adaptados ao ambiente aquático é bastante variada. Na literatura especializada, podem ser encontrados termos como hidrófitas, limnófitas, plantas aquáticas, macrófitas e macrófitos aquáticos, usados na realidade como sinônimos. Porém, o de uso mais freqüente no Brasil é macrófitas aquáticas, que engloba as formas macroscópicas de vegetação que habitam desde brejos até ambientes verdadeiramente aquáticos, sendo uma denominação genérica independente de aspectos taxonômicos (Hoehne, 1948; Pedralli, 1990; Wetzel, 1993; Esteves, 1998).

As macrófitas aquáticas, que incluem desde macroalgas até as angiospermas, podem ser classificadas de acordo com a sua forma biológica ou grupo ecológico, descritos a seguir Macrófitas aquáticas emersas: enraizadas, porém com folhas fora d'água. Ex: *Eleocharis acicularis* (L.) R. & S., *Typha domingensis* Persoon; Macrófitas aquáticas com folhas flutuantes: enraizadas e com folhas flutuando na superfície da água. Ex: *Nymphaea* sp, *Nymphoides peltata* (Gmel.) Kuntze; Macrófitas aquáticas submersas enraizadas: crescem totalmente submersas na água, fixas ao sedimento. Ex: *Egeria densa* Planchon, *Mayaca fluviatilis* Aubl.; Macrófitas aquáticas submersas livres: permanecem flutuando submergidas na água, Ex: *Utricularia* sp.; Macrófitas aquáticas flutuantes: flutuam na superfície da água. Ex: *Pistia stratiotes* L., *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (Pedralli, 1990; Esteves, 1998).

Toda esta vegetação aquática é considerada como importante componente, tanto do metabolismo, quanto da estrutura dos ecossistemas aquáticos. Nesses ambientes, cerca de 95% da biomassa total concentra-se nessas plantas, constituindo significativa parcela de estoque de energia e matéria do primeiro nível trófico da rede alimentar. Além disso, contribui para manter a oxigenação da água, proteger as margens de rios e lagos contra a ação erosiva, realiza a autodepuração das águas através da assimilação de nutrientes, serve para fixação da comunidade perifítica, proporcionando também abrigo para desova e proteção das fases jovens de organismos aquáticos, o que favorece a maior diversidade local, entre outros efeitos desejáveis (Barko *et al.*, 1986; Esteves, 1998; Pompêo e Moschini-Carlos,

2003). No entanto, devido à alteração do ambiente, em geral promovida pela ação antrópica, algumas espécies de plantas aquáticas são favorecidas e passam a desenvolver densas populações, promovendo uma série de prejuízos ao equilíbrio biológico do sistema e às atividades do próprio homem, sendo consideradas plantas daninhas ou invasoras, havendo, portanto, a necessidade de aplicação de técnicas de controle e/ou manejo (Marcondes e Tanaka, 1997; Terra *et al.*, 2003).

Na atualidade, a água é considerada como um bem precioso, um verdadeiro recurso estratégico. A ausência deste recurso ou a sua presença em quantidade ou qualidade inadequadas têm sido um dos principais fatores limitantes ao crescimento social e econômico de várias regiões do Brasil e do mundo. A demanda por água doce em todo o mundo tem aumentado de maneira exponencial. Paralelamente, a degradação de sua qualidade tem reduzido ainda mais sua disponibilidade. Os ecossistemas aquáticos continentais têm se tornado cada vez mais indispensáveis à vida moderna, pois estão relacionados às mais variadas atividades humanas, como a obtenção de alimento, de energia elétrica, o lazer, a irrigação e o abastecimento doméstico, entre outras (Rebouças *et al.*, 1999).

O Brasil possui a maior rede hidrográfica do mundo, sendo os ecossistemas aquáticos (fluviais, lacustres permanentes ou temporários) de grande representatividade dentre os ecossistemas brasileiros (Pott *et al.*, 1992). Em consequência do crescimento populacional e da produção agrícola e industrial, esses corpos hídricos têm se tornado cada vez mais eutrofizados (ricos em nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio), devido, principalmente, aos lançamentos de esgotos domésticos "*in natura*", aos efluentes líquidos industriais ricos em nutrientes, carreamento de fertilizantes utilizados na lavoura e dejetos oriundos da criação de animais domésticos nas proximidades dos cursos hídricos.

Uma vez iniciada a eutrofização, é difícil revertê-la ou controlá-la, pois demanda elevados investimentos financeiros. Em seus estágios finais, a eutrofização reduz o oxigênio na água, proporciona liberação e acumulação de toxinas, tanto na água quanto nos sedimentos, podendo levar à morte diversos organismos, incluindo o próprio homem se ficar exposto à água poluída.

Além disso, pode acarretar sérios danos em rios, lagos e reservatórios, pelo fato desses ecossistemas tornarem-se propícios à proliferação excessiva das algas e de macrófitas aquáticas, em reservatórios utilizados para abastecimento público. Este fato têm sido registrado com uma maior frequência não só no Brasil, mas também em várias partes do mundo (Patton & Starnes, 1970; Rebouças *et al.*, 1999; Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2002). Por este motivo, a proliferação de plantas aquáticas, constitui-se atualmente num sério e complexo problema, com repercussão não apenas ambiental, como nas áreas econômicas e sociais, pois podem afetar a captação de água para abastecimento público, a navegação, a atividade agropecuária e pesqueira, o lazer, turismo e a saúde pública. Em grandes centros urbanos possibilitam a procriação de mosquitos e outros vetores de doenças humanas, bem como a produção de substâncias de mau odor (Marcondes & Tanaka, 1997; Terra *et al.* 2003).

Segundo Carvalho *et al.* (2003), os levantamentos sobre diversidade de espécies e monitoramento das comunidades de macrófitas aquáticas, são essenciais para a realização de investigações teóricas e aplicadas em ecologia, principalmente porque é crescente a preocupação com o manejo e conservação da biodiversidade. Como exemplo, é notório o interesse em estudar *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, conhecida vulgarmente como baronesa ou aguapé. É capaz de aumentar sua massa verde em 15% ao dia, sendo considerada como a planta daninha aquática mais invasora, causando prejuízos em mais de 50 países, distribuídos nos continentes africano, asiático e americano (Holm *et al.* 1977; Alves *et al.* 2003). Esta espécie tem ocorrência em diversos corpos hídricos no estado de Pernambuco. Dentre as macrófitas submersas, destaca-se a *Egeria densa*, por ser uma das espécies mais infestantes em reservatórios com fins hidrelétricos, fato esse observado nos trabalhos realizados por Pereira *et al.* 1997; Pereira *et al.*, 1999; Nascimento, 2002; Sampaio & Oliveira, 2005; Oliveira *et al.*, 2005; Pereira *et al.* 2008).

O levantamento de infestações por plantas aquáticas é importante, pois permite observar o grau de infestação das diferentes espécies e a sua distribuição nos corpos hídricos. A partir desses dados, podem ser tomadas decisões a respeito da maneira correta de interagir com esta vegetação, podendo variar desde um simples monitoramento até uma prática de controle (Martins *et al.*, 2003).

Em contraste com os prejuízos causados por super populações de plantas aquáticas, destacam-se no Brasil, a ausência de legislação específica envolvendo o monitoramento e controle destas plantas. O levantamento e monitoramento periódico de macrófitas aquáticas permitem analisar a evolução das comunidades, bem como, determinar o potencial de danos associados a essas populações. Além disso, a identificação de focos iniciais, também é bastante importante na tomada de decisões quanto a erradicação ou não desses focos.

Desta forma, devido aos prejuízos que algumas plantas aquáticas podem acarretar e a escassez de informações sobre esta vegetação nos ambientes limnéticos do estado de Pernambuco, fica evidente a necessidade da realização de trabalhos, visando obter dados sobre levantamento e monitoramento destas plantas. Estes contribuirão para o conhecimento e preservação da biodiversidade, além de fornecer subsídios para embasar programas futuros de manejo e/ou controle de suas populações, principalmente em áreas que sirvam diretamente ao abastecimento público.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – ESTUDOS SOBRE MACRÓFITAS AQUÁTICAS

A história da humanidade mostra que as grandes civilizações se estabeleceram na sua grande maioria próxima à corpos d' água, uma vez que a água doce é um importante recurso natural, sendo essencial ao abastecimento do consumo humano e ao desenvolvimento de suas atividades industriais e agrícolas (Rebouças, 2006). É ainda considerada a base de toda a forma de vida neste planeta, de modo que avaliar a sua qualidade e quantidade disponível é sempre uma tarefa difícil (Tundisi 2003; Pompêo & Moschini-Carlos 2003).

Estima-se que mais de 1,3 bilhões de pessoas carecem de Água doce no mundo, e estudos divulgados pelo Instituto de Gerenciamento de água e pelo Centro de Pesquisa do Grupo Consultivo em Pesquisa Internacional da Agricultura, mostraram que cerca de 1/3 da população mundial vai sofrer com os efeitos da escassez de água nos próximos 25 anos (Souza, 2005). As águas continentais superficiais perfazem uma reduzida fração do total dos recursos hídricos do nosso planeta, apenas 0,016% da água do mundo está contida em rios, lagos ou outros reservatórios superficiais. Diante desta constatação, nos últimos anos, surgiu uma preocupação com a sua conservação, pensamento este decorrente de uma conscientização de que esse recurso encontra-se mal distribuído e em grande parte está sendo drasticamente comprometido pela ação antrópica (Nace, 1964; Vidal, 1997; Thomaz & Bini, 1999).

Diante desse panorama o Brasil encontra-se em situação privilegiada, contendo cerca de 12% de toda a água doce disponível no planeta. Porém, a distribuição dos recursos hídricos é bastante irregular, e um bom exemplo disso é a quantidade de água disponível para a região Nordeste e Norte. A região Norte, abriga apenas 7% da população e dispõe de 60% da água doce brasileira, enquanto que a região Nordeste, abriga 28,91% da população e dispõe apenas de 3,3% desta água (Machado, 2003; Souza, 2005).

Em Pernambuco, a distribuição espacial das chuvas evidencia também uma irregularidade na sua distribuição, o que propicia o aparecimento de açudes e reservatórios, os quais são considerados na sua grande maioria, como reservas de água de valiosa importância e desempenham um papel fundamental para garantir o

abastecimento destas comunidades circunvizinhas (Braga *et al.*, 1999; Figueiredo *et al.*, 2006). Observa-se que nestes ambientes limnéticos (lênticos) ocorre o processo de sucessão ecológica que é considerado clássico, pois num determinado estágio dessa sucessão temporal, esses ambientes são colonizados por macrófitas aquáticas em maior ou menor escala (Thomaz & Bini, 1998; Thomaz, 2002). Aliado a este fato, os corpos hídricos têm se tornado cada vez mais eutrofizados (ricos em nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio) e um dos aspectos mais característicos desse fenômeno é o crescimento exagerado de organismos aquáticos autotróficos, particularmente algas plantônicas (fitoplâncton) e macrófitas aquáticas (Esteves, 1988; Valente *et al.*, 1997; Martins *et al.*, 2003; Cavenaghi *et al.*, 2005). A presença de vegetação aquática excessiva influencia a qualidade e o manejo da água em rios, canais de irrigação, usinas hidrelétricas, e em reservatórios e açudes de abastecimento público. Diante disso é sugerido que a coleta periódica de dados e levantamentos de espécies de macrófitas proporciona um melhor conhecimento dos sistemas aquáticos, constituindo hoje em importantes ferramentas para verificar possíveis modificações, avaliar a qualidade da água e contribuir com propostas de preservação, controle de uso e recuperação destes ambientes (Lancar & Kraker, 2002; Tundisi, 2003; Pompêo & Moschini-Carlos, 2003; Tavares, 2007).

Com relação a comunidade de macrófitas aquáticas, sabe-se que tem sua origem registrada a partir de muitas espécies terrestres que ocupavam habitats os quais eram periodicamente inundados, desde o Período Siluriano. Devido a este fato, as macrófitas aquáticas atuais apresentam várias adaptações morfológicas e fisiológicas que as tornam consideravelmente plásticas e capazes de colonizar ambientes com diferentes características físicas e químicas, compreendendo desde solos saturados até submersos na coluna d' água (Sculthorpe 1967; Davy *et al.*, 1990; Camargo *et al.* 2003).

Uma das primeiras menções feitas ao termo macrófita aquática foi efetuado no ano de 1938 por Weaver & Clements, sendo modificado por Schultorpe em 1967, o qual as definiram como plantas herbáceas que se desenvolvem na água, em solos cobertos ou saturados por água (Irgang *et al.*. 1984; Esteves, 1998; Scremin-Dias *et al.* 1999). Atualmente este termo engloba as formas macroscópicas de vegetação que ocorrem dos brejos até ambientes verdadeiramente aquáticos. Esta denominação é abrangente, pois inclui vegetais que variam de macroalgas até angiospermas, podendo ainda ser classificadas como submersas, emergentes e

flutuantes, dependendo do seu habitat e hábito. Caracteriza-se por ser um tipo de vegetação com elevadas taxas de produção primária e, de acordo com estimativas feitas em alguns ecossistemas limnéticos, pode ser responsável por até metade do aporte de carbono orgânico do ambiente (Esteves 1998; Wetzel 1993).

Nos ambientes aquáticos limnéticos, esta vegetação desempenha algumas funções ecológicas fundamentais (Barko *et al.*, 1986; Miyazaki & Pitelli 2003), porém alguns efeitos negativos são observados quando apresenta uma grande proliferação (Pedralli & Meyer 1996; Thomaz & Bini 1999). Sob este aspecto, comenta-se que algumas macrófitas aquáticas são consideradas maléficas em diversas regiões, coletiva ou isoladamente, principalmente no que diz respeito as espécies consideradas exóticas, pois podem afetar diretamente a biodiversidade da flora e fauna nativa em alguns ecossistemas aquáticos, causando mudanças muitas vezes irreversíveis nos mais diferentes habitats (Pieterse & Murphy, 1990).

Ao nível mundial, a maioria dos estudos com macrófitas aquáticas está relacionada principalmente com a diversidade, ocorrência e formas de controle das espécies consideradas daninhas ou invasoras (Mitchell, 1996), assim também como o seu crescimento e capacidade de assimilação de nutrientes (Debusk & Reddy, 1987). Segundo Holm *et al.* (1977), em seu livro que trata da distribuição e biologia de macrófitas aquáticas daninhas, foi listada a ocorrência das seguintes espécies, como as principais plantas invasoras do mundo: *Typha domingensis* Person, *Ipomoea carnea* Jacq., *Hydrilla verticillata* (Linnaeus) Royle, *Alternanthera pheloxeroides* (Martius) Grisebach, *Monochoria vaginalis* (N.L. Burman) Kunth, *Sagittaria* spp., *Potamogeton* spp., *Salvinia auriculata* Aubl., *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms e *Pistia stratiotes* L. Ressaltaram que as três últimas espécies são consideradas as mais prejudiciais plantas aquáticas invasoras, tendo sido referenciadas tanto em sistemas tropicais, quanto em subtropicais. *Eichhornia crassipes*, conhecida vulgarmente como baronesa ou aguapé, tem quase que uma distribuição geográfica global, causando prejuízos similares em mais de 50 diferentes países. Está citada no *Guinness Book* por ser considerada como a recordista entre as “ervas daninhas” aquáticas, tendo uma capacidade de produção de biomassa de 1.000Kg diários por hectare (Rubio *et al.* 2004).

Ainda sob o aspecto de desenvolvimento de estudos com enfoque nas macrófitas aquáticas daninhas, citam-se exemplos em diferentes regiões do mundo. No continente africano, baseada em informações obtidas a partir de um estudo realizado em diferentes lagos da Uganda, Quênia, Tanzânia e Zimbábue, foi verificada a ocorrência excessiva de *Salvinia molesta* Mitchell, *Pistia stratiotes* e *Eichhornia crassipes*, as quais competiam severamente com a comunidade fitoplanctônica (Cilliers, 1991; Taylor *et al.*, 1991; Harper, 1992). No Egito, mais de 40% dos canais de irrigação são afetados por esta vegetação, destacando-se *Potamogeton pectinatus* L., *P. nodosus* e *P. crispus*. Um outro país africano onde há ocorrência de danos causados por este tipo de vegetação é o Sri Lanka (Solangarachichi & Dushyanta, 1994). Estes autores realizaram um trabalho com o objetivo de avaliar o crescimento de *Salvinia molesta*, destacando também outras espécies invasoras importantes, como *Eichhornia crassipes*, *Salvinia* sp., *Potamogeton stratiotes* e *P. repens*, ocorrentes em canais de irrigação. No Zaire (África), mais especificamente no Rio Congo, desde 1954 ocorrem densas populações de *E. crassipes*, causando grandes prejuízos às populações que dependem do rio para sobreviver (Charlier, 1995).

No caso do continente americano, especificamente na América do Norte, um dos países que merecem destaque é o México, sendo citado como exemplo o Lago Cuitzeo, com marcada diversidade de habitats que serve para o desenvolvimento de plantas aquáticas daninhas. Ocorre uma grande riqueza florística representada por 40 famílias, 70 gêneros e 92 espécies, destacando-se os gêneros *Typha* sp., *Scirpus* sp., *Cyperus* sp., *Hydrilla* sp., *Eleocharis* sp. e *Phragmites* sp.. Neste país, foi criada a Comissão Nacional de Água (CNA), tendo como um dos objetivos principais desenvolver estudos visando o controle destas plantas aquáticas, por métodos mecânicos, químicos e/ou biológicos (Rojas & Agüero, 1996).

Nos Estados Unidos, destaca-se o estado da Flórida como sendo um dos maiores centros de estudo desta vegetação aquática. Em 1950, *Hygrophila polysperma* (Roxb.) T. Anderson foi introduzida na Flórida, por ser uma planta utilizada na ornamentação de aquários. Atualmente é considerada, nesta região, como uma das espécies exóticas de maior potencial invasor. Por este motivo, várias tentativas de controlar suas populações foram testadas, destacando-se o trabalho de Cuda & Sutton (2000), os quais utilizaram carpas triplóides, na tentativa de fazer um controle biológico desta espécie. É importante ressaltar que neste Estado há elevados investimentos anuais, cerca de cem milhões de dólares, para o controle de

diferentes espécies de macrófitas aquáticas invasoras. Estima-se que desse valor, 15 milhões de dólares, sejam destinados, exclusivamente, para o controle de populações de *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Hydrilla verticillata* (Charudattan, 2001). Ainda na Flórida, segundo Caw (1982), o controle destas plantas chegou a ser uma questão de segurança nacional. O exército americano mobilizou estratégias químicas, mecânicas e biológicas, para controlar infestações nos seus principais canais de navegação. Em vista de tantos prejuízos causados por macrófitas aquáticas, no referido Estado, foi criado um imposto que incide sobre a comercialização de combustíveis, especificamente para financiar pesquisas e ações para o monitoramento e controle desta vegetação.

No continente europeu, especificamente na Espanha, França, Alemanha e Suíça, existem registros da ocorrência de grandes estandes de macrófitas aquáticas, sobretudo *Potamogeton pectinatus* L., *P. fluitans* Roth, *P. lucens* Auct. Non L., *P. natans* L., *Myriophyllum spicatum* L. e *Lemna* sp., causando sérios prejuízos econômicos, principalmente em reservatórios com fins de abastecimento público e hidrelétrico (Lancar & Kraker, 2002).

Com relação ao continente asiático, também não é diferente, pois é prejudicado pela ocorrência de plantas aquáticas daninhas, segundo Tjotropcdirdjo (1990), estudando ambientes aquáticos na Indonésia, conseguiu identificar 20 espécies de plantas aquáticas no Lago Rawa Pening, das quais, quatro são consideradas ervas daninhas, *Eichhornia crassipes*, *Hydrilla verticillata*, *Salvinia molesta* Mitchell e *Mimosa pigra* L. Ainda na Indonésia, também pode ser citado como exemplo, o estudo realizado por Sukrawo (1990), no Lago Sentani, que registrou a presença de 89 espécies de plantas daninhas aquáticas, sendo as mais invasoras *Eichhornia crassipes*, *Hydrilla verticillata*, *Ceratophyllum demersum*, *Salvinia molesta*, *Scirpus grossus* L. e *Panicum repens* L.

Mansor (1996) retratou infestações de macrófitas aquáticas daninhas em algumas localidades do continente asiático, como por exemplo, na Malásia. Neste local, após dez anos de pesquisas de campo em vários corpos de água (lagoas, rios, reservatórios e canais de irrigação), há uma evidência clara de que quatro ervas daninhas são as mais problemáticas, *Eichhornia crassipes*, *Salvinia molesta*, *Lemna perpusilla* Torr e *Pistia stratiotes*. Estas plantas têm o crescimento excessivo ativado pelos fatores ambientais favoráveis, como por exemplo, o alto teor de fosfato.

Na Índia, há registro de um grande número de espécies ocorrendo nos mais diferentes habitats, incluindo reservatórios rasos e fundos, canais de irrigação e sistemas de drenagem. A maioria destas plantas consegue se reproduzir e se estabelecer em curto período de tempo, o que dificulta o seu manejo e/ou controle. As espécies que mais se destacam na Índia são: *Typha angustata* Persoon, *Polygonum glabrum* Willd, *Paspalum distichum* L., *Eclipta prostrata* L., *Scirpus maritimus* L., *Phragmites karka* (Retz.) Steud, *Polygonum glabrum* Willd., *Eichhornia crassipes*, *Salvinia molesta* Mitchell, *Lemna polyrhiza* L., *Nymphaea stellata*, *N. nauchali*, *Nelumbo nucifera* Gaertner, *Jussiaea repens* L., *Ipomea aquatica*, *Azolla pinnata* R. Brow, *Hydrilla verticillata* (L.F.) Royle, *Vallisneria spirallis* L., *Potamogeton pectinatus* L., *Potamogeton crispus* L., *Potamogeton perfoliatus* L., *Myriophyllum spicatum* L., *Zanichellia palustris* L. e *Ceratophyllum demersum* (Lancar & Kraker, 2002).

O Japão, também, é extremamente afetado pelas macrófitas aquáticas daninhas principalmente *Egeria densa* Planchon, *Elodea nuttallii* Planch, *Eichhornia crassipes* e *Trapa japonica* Flerov. Um dos exemplos mais característicos é o que ocorre no Lago Biwa, pois desde 1960 foi registrado um alto nível de eutrofização, o que ocasionou superpopulações de macrófitas aquáticas e grandes florescimentos de microalgas causadoras de maré vermelha e também blooms de cianobactérias (Oki & Bay- Peterson, 1992; Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2002). Nagasaka (2004) acompanhou as mudanças na distribuição espacial da biomassa da macrófita aquática submersa invasora *Elodea nuttallii* Planch., no Lago Kizaki – Japão. Foi feito um acompanhamento entre os anos de 1999 a 2002, havendo uma relação linear entre o fósforo disponível do sedimento e a biomassa observada.

Na Oceania, a Nova Zelândia apresenta sérios problemas causados pela presença de macrófitas aquáticas, a exemplo dos trabalhos a seguir comentados: Chapman *et al.* (1974) estudaram o crescimento excessivo de macrófitas numa hidrelétrica situada no Rio Waikato, e verificaram uma invasão de *Ceratophyllum demersum* L., *Lagarosiphon major* (Ridley) Moss, *Egeria densa* Planchon e *Elodea canadensis*. Michaelis (1983) realizou um estudo das macrófitas aquáticas do Lago Rotopounamu, tendo sido registradas 12 diferentes espécies, distribuídas entre as formas biológicas submersas e emersas.

De acordo com Wells & Clayton (1993), tem sido observada em diferentes ambientes limnéticos a ocorrência de plantas aquáticas daninhas, ressaltando *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton crispus*, *Hydrilla verticillata* (L.F.) Royle, *Lemna major*, *Elodea canadensis*, *Egeria densa*, *Nitella hookeri* A. Br., *Chara fibrosa* Ag. ex Bruz e *Hydrodictyon reticulatum* (Linneus) Lagerheim. Hofstra *et al.* (1999) demonstraram a habilidade da *Hydrilla verticillata* em invadir estandes mono-específicos de *Egeria densa*, *Lemna major*, *Elodea canadensis* Rich. e *Ceratophyllum demersum* em lagos desta região. Estes dados serviram de base para tomada de decisões sobre o controle químico da referida espécie.

No Brasil, apesar de crescente, ainda existe um número reduzido de pesquisadores que têm se dedicado ao estudo de plantas aquáticas. Segundo um levantamento feito por Thomaz & Bini (2003), os estudos pioneiros sobre plantas aquáticas no Brasil podem ser atribuídos a Eugene Warming, pesquisador dinamarquês que publicou, em 1892, na sua língua de origem, o livro intitulado “Lagoa Santa”. Somente em 1908 o referido livro foi traduzido para o português, nele constando descrições da vegetação aquática e anfíbia e comparações com vegetação de brejos de ambientes temperados.

Ainda sobre trabalhos pioneiros específicos de macrófitas aquáticas no Brasil, destaca-se o realizado por Hoehne (1948), no qual o autor aborda os diversos grupos vegetais aquáticos, como microalgas, macroalgas, pteridófitas e fanerógamas e ainda hoje é uma referência sobre a sistemática, distribuição e aspectos ecológicos básicos sobre a vegetação aquática. Até a década de 60, as populações de plantas aquáticas continuavam a ser negligenciadas, pois os pesquisadores não acreditavam que esta vegetação desempenhasse funções relevantes nos ecossistemas limnéticos (Tundisi, 1976; Esteves, 1998; Pompêo & Moschini-Carlos, 2003). Segundo Thomaz & Bini (2003), só a partir da década de 80, é que os trabalhos tiveram impulso, devido ao entendimento de sua real importância, sendo considerada inclusive como uma das comunidades vegetais mais produtivas, e principalmente porque algumas espécies têm potencialidade em atingir um rápido processo de colonização (invasão), principalmente em reservatórios com fins hidroelétricos. Neste caso, cita-se como exemplo, o custo anual com controle mecânico de macrófitas nos reservatórios da Ligth (Companhia Energética do Rio de Janeiro), que é da ordem de três milhões de reais (Velini, 1998). Na década de 90, destacaram-se aqui no Brasil as publicações de três importantes livros sobre esta

vegetação: Irgang & Gastal Júnior (1996), Scrimin-Dias *et al.* (1999) e Pott & Pott (2000), os quais são considerados básicos para identificação desta vegetação.

No entanto, e de maneira geral, dados referentes especificamente sobre diversidade e ocorrência de macrófitas em ecossistemas aquáticos brasileiros ainda são escassos na literatura. Há, além disso, uma concentração de informações provenientes de pesquisas realizadas nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, devido aos grandes centros de pesquisas limnológicas estarem localizados nestas regiões. Para as demais regiões, observa-se uma escassez de estudos, destacando-se o Nordeste como a mais carente.

Dentre os trabalhos que merecem ser destacados nas regiões do Centro-Oeste, Sudeste e Sul, cita-se o de Oliveira *et al.* (1988), no qual apresentaram uma lista preliminar de macrófitas aquáticas dos banhados Grande e Chico Lomã, Rio Grande do Sul, registrando 32 famílias, 62 gêneros e 94 espécies. Beyruth (1992) estudou as macrófitas aquáticas de um lago marginal ao rio Embu-Mirim no estado de São Paulo, relacionando-as com as características físicas, químicas e biológicas do ambiente. Foi comprovado um processo de eutrofização extremamente acelerado, o que favoreceu o surgimento e predominância de *Eichhornia crassipes* e *Salvinia auriculata*.

Pedralli *et al.* (1993) listaram a ocorrência de 52 famílias, 92 gêneros e 134 espécies ocorrentes na área da Estação de Pesquisa e Desenvolvimento Ambiental de Peti (MG). Alguns problemas causados pelo crescimento excessivo de *E. crassipes* foram registrados por Tundisi *et al.* (1993) nos reservatórios do rio Tiête, no estado de São Paulo. Devido a ocorrência desta vegetação neste local, foi desenvolvido, posteriormente, um projeto com objetivo de mostrar a variação e abundância de espécies da comunidade de macrófitas, tendo sido registrado a presença maciça de *Eichhornia crassipes*, *Salvinia auriculata* e *Pistia stratiotes*. Pedralli & Meyer (1996) realizaram um levantamento das macrófitas na área da Usina Hidroelétrica de Nova Ponte, no estado de Minas Gerais, contabilizando um total de 50 famílias, 75 gêneros e 99 espécies. Foram enfatizadas aquelas com grande potencial de infestação em reservatórios e formadoras de habitats propícios ao desenvolvimento de vetores de doenças com veiculação hídrica.

Rosa & Irgang (1998) realizaram um levantamento de macrófitas aquáticas na planície de inundação do rio Sinos, Município de Novo Hamburgo (RS), os quais classificaram, de acordo com sua forma biológica, 104 espécies, distribuídas em 81 gêneros e 44 famílias.

Os pulsos de inundação em ambientes limnéticos, podem afetar diretamente as comunidades de macrófitas aquáticas. Os efeitos da alteração dos níveis da água podem ser observados, por exemplo, nos valores de biomassa de *Egeria najas* Planchon, como citado por Thomaz *et al.* (1999), a partir de amostras coletadas em duas diferentes profundidades, no reservatório de Itaipu. Pott & Pott (2000) publicaram uma importante contribuição ao conhecimento da vegetação aquática encontrada no Pantanal, sendo considerado como um excelente guia de identificação. Cavenaghi *et al.* (2003) realizaram um trabalho sobre o desenvolvimento de programas de manejo integrado de plantas aquáticas em cinco reservatórios da bacia do rio Tiête- SP. Relacionaram a ocorrência desta vegetação com as condições ambientais, principalmente, da água e do sedimento. Bove *et al.* (2003) estudaram as macrófitas fanerogâmicas em ambientes aquáticos da planície costeira do norte fluminense, no estado do Rio de Janeiro, tendo sido registrado um total de 113 táxons, distribuídos em 40 famílias. Carvalho *et al.* (2003) efetuaram um monitoramento das plantas aquáticas no reservatório de Barra Bonita, no Rio Tiête (SP), a fim de avaliar o grau de infestação de cada espécie. Foram identificadas 17 espécies com níveis de infestação acima de 10%, considerando a área total do reservatório. Tavechio & Thomaz (2003) avaliaram a taxa de fotossíntese e o crescimento de *Egeria najas* Planchon, submetidas a baixas intensidades de radiação luminosa, utilizando exemplares coletados no reservatório de Itaipu.

Lisboa & Gastal Jr (2004) realizaram um levantamento nas margens do Lago Guaíba (RS), de plantas aquáticas, entre as quais foram registradas espécies consideradas invasoras *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth, *Pistia stratiotes*, *Ludwigia leptocarpa* (Nutt.) e *Echinochloa polystachia* (H.B.K.) Hitchcock. Identificaram um total de 24 famílias, distribuídas em 34 gêneros e 37 espécies, tendo sido estabelecida a importância econômica e/ou ecológica de cada uma delas. Negrisoli *et al.*, (2006) estudaram o processo de decomposição de três espécies de plantas aquáticas (*Eichhornia crassipes*, *Brachiaria subquadripata* e *Pistia stratiotes*) no reservatório da Hidroelétrica de Americana no estado de São Paulo. Rocha *et al.* (2007) avaliaram a diversidade de macrófitas aquáticas na fazenda Santa Emília, planície de inundação do Rio Negro no pantanal (MS). Estes autores identificaram

35 famílias, 61 gêneros e 89 espécies, registrando como famílias mais representativas Leguminosae (9), Cyperaceae (8), Onagraceae (8), Poaceae (8) e Pontederiaceae (6).

Martins *et al.* (2008) estudaram as características da comunidade de macrófitas aquáticas em 18 reservatórios em bacias hidrográficas no estado de São Paulo, identificando 39 espécies. Entre estas algumas se destacaram pela maior infestação como *Eichhornia crassipes*, *Salvinia molesta* e *Pistia stratiotes*, *Egeria densa* e *Ceratophyllum demersum* apresentando elevada taxa de biomassa. Pivari *et al.* (2008) realizaram o levantamento das espécies de macrófitas aquáticas presentes em ilhas flutuantes em sub-regiões pantaneiras, com a finalidade de evidenciar aspectos da dinâmica sucessional de ilhas flutuantes. Foram encontradas 66 espécies de macrófitas aquáticas epífitas, distribuídas em 27 famílias, sendo Cyperaceae e Poaceae as mais representativas.

No Brasil, *Egeria densa*, está entre macrófitas aquáticas que tem despertado o interesse no desenvolvimento de estudos, tendo em vista ser considerada como uma das espécies que mais causam prejuízos nos ambientes aquáticos. Pezzato & Camargo (2004), por exemplo, determinaram a taxa fotossintética da referida espécie nos rios Aguapeú e Manbu (SP), relacionando com variáveis limnológicas da água e do sedimento.

Corrêa *et al.* (2005) desenvolveram um conjunto de equipamentos, com o objetivo de mapear as áreas infestadas e detectar o nível de infestação das macrófitas aquáticas *Egeria densa* e *E. najas*. Sampaio *et al.* (2007) testaram a eficiência da adubação orgânica com esterco e *Egeria densa* com diferentes dosagens, no plantio de milho, sendo observado um aumento nas quantidades de fitomassa e conteúdo de N, P e K. No geral, o efeito da adição da *E. densa* foi de 3 a 10 vezes maior do que a do esterco. Pereira *et al.* (2008), fizeram uma retrospectiva dos estudos desenvolvidos com *E. densa* nos reservatório da Hidroelétrica de Paulo Afonso - BA, relatando todas as atividades desenvolvidas no período de 1996 a 2003. Nascimento *et al.* (2008), determinaram a produção de biomassa a partir do crescimento dos ápices da *E. densa*, em três diferentes reservatórios do Complexo Hidroelétrico, situado em Paulo Afonso – BA. Foi observado que a referida macrófita apresenta uma grande capacidade de acúmulo de biomassa, sobretudo no período de maior precipitação, onde geralmente há maior disponibilidade de nutrientes.

No Nordeste do Brasil, a construção de açudes foi a forma encontrada para tentar minimizar os efeitos da seca que tradicionalmente assola essa região. Como as chuvas são incertas e escassas e o solo não favorece a absorção dessa água, a solução seria aproveitar ao máximo as águas superficiais que escorressem provocadas pelas chuvas. Para isso, foram construídos entre 1200 a 1500 reservatórios públicos, com capacidade superior a 100.000 m³, e cerca de 450 açudes com mais de 1 milhão de m³ (Molle & Cadier, 1992). Esses números indicam a grande importância social desses ambientes.

As bacias do Nordeste brasileiro estão, portanto, entre as mais impactadas, visto que estes reservatórios visam o fornecimento de água para consumo humano, piscicultura e uso agropecuário. Além disso, os programas desenvolvidos na região têm sido realizados de maneira desestruturada, pois são desvinculados de estudos básicos que analisem, de forma integrada, variáveis endógenas dos sistemas e variáveis ambientais que influenciam na qualidade das águas. Cabe destacar que os estudos sistemáticos de diversidade biológica, na região, são extremamente reduzidos e pouco se sabe sobre a estrutura, processos e dinâmica da biodiversidade aquática. Estes estudos podem fornecer subsídios para o desenvolvimento e aplicação de monitoramentos, visando determinar a qualidade da água, em diferentes pontos dos reservatórios, permitindo escolher alternativas de intervenções que gerem impactos menores (Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, 2002).

No caso específico das macrófitas aquáticas em ecossistemas nordestinos, a literatura mostra um déficit muito grande, pois há poucos especialistas na área. Os levantamentos florísticos nos diversos tipos vegetacionais ainda são insuficientes para o delineamento de um quadro geral do conhecimento botânico da região. Apesar de um grande esforço de alguns pesquisadores e instituições, ainda estão longe de atingir um mínimo de conhecimento geral. Então, dentro desse quadro, o conhecimento das comunidades vegetais aquáticas está apenas dando os seus primeiros passos (França, 2008).

Alguns trabalhos desenvolvidos têm sido de grande importância, como o de Barbieri & Pinto (1999) sobre o inventário florístico das comunidades de macrófitas aquáticas na planície de inundação da microregião da Baixada Maranhense (MA), identificando 14 famílias e 19 espécies. Matias *et al.*, (2003) realizaram o levantamento da composição florística e da estrutura da comunidade de macrófitas

aquáticas presentes na lagoa de Jijoca e de Jericoacoara (CE). Foram determinadas a densidade, a frequência e a cobertura de um total de 45 espécies, das quais *Eleocharis mutata* (L.) Roem. & Schult., *Paspalidium geminatum* Stapf, *Eleocharis atropurpurea* (Retz.) Kunth, *Nymphoides indica* (L.) Kuntze e *Echinodorus tenellus* (Mart.) Buchen, foram consideradas como potencialmente daninhas. França *et al.* (2003) realizaram um levantamento da flora vascular em seis açudes de uma região semi-árida da Bahia, no qual foram registradas 121 espécies distribuídas em 46 famílias, destacando-se como mais representativas Cyperaceae (18), Poaceae (13), Asteraceae (10), Scrophulariaceae e Fabaceae (6). Sampaio & Oliveira (2005) verificaram a possibilidade de aproveitamento da *Egeria densa* como adubo orgânico, a partir de material coletado nas Usinas hidroelétricas de Paulo Afonso (BA). Oliveira *et al.* (2005) determinaram a capacidade de regeneração de exemplares de *Egeria densa*, após terem sido arrancadas propositalmente de uma área conhecida (4m²), de material proveniente dos reservatórios da Hidroelétrica de Paulo Afonso - Bahia. Moura Júnior *et al.* (2008) avaliaram a ação do gradiente longitudinal como efeito na similaridade das comunidades de macrófitas aquáticas no reservatório de Sobradinho, na Bahia, onde foi observado uma alta similaridade entre os ecossistemas lótico e de transição e baixa relação entre esses ambientes e a região lântica. Moura *et al.* (2008) verificaram a possibilidade de utilização das macrófitas aquáticas como bioindicadoras da qualidade da água, num trecho da bacia Hidrográfica do rio Apodi- Mossoró no estado do Rio Grande do Norte. Oliveira *et al.* (2008) realizaram um levantamento das macrófitas da Lagoa Morros – PI, onde foram identificadas apenas, oito gêneros e oito espécies. Costa *et al.* (2008) realizaram um levantamento das macrófitas aquáticas, localizadas no açude dos Mouras (PB), sendo registrado apenas 6 espécies e 4 gêneros.

No Estado de Pernambuco, há o registro do trabalho desenvolvido por Teixeira (1993), considerado um dos pioneiros. Foram estudadas populações de *Typha domingensis* no perímetro irrigado de Moxotó - na região de Ibimirim, acompanhando o processo de regeneração e a viabilidade de aproveitamento econômico de partes das plantas em testes artesanais, culinários, fitoquímicos e industrial para produção de papel.

Mais recentemente, ocorreu um intenso interesse no que diz respeito aos estudos com esta vegetação em Pernambuco e, apesar de no geral só existirem registros em Anais de Congressos, é importante citar alguns, a exemplo dos trabalhos desenvolvidos por Nascimento *et al.* (2006) que estudaram a variação temporal da biomassa de macrófitas aquáticas consideradas invasoras, localizadas no Açude de Apipucos, município do Recife. As espécies identificadas foram *Eichhornia crassipes*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Lemna valdiviana*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia auriculata*. Destas a que apresentou maior biomassa foi *E. crassipes* atingindo 1.508,96 gPS/m² no mês de março/06. Araújo *et al.* (2006) realizaram um monitoramento da biomassa de macrófitas aquáticas registradas no Açude de Dois Irmãos, Recife- PE, sendo observado valores de biomassa das espécies *Cabomba* (824,04 g.PS/m²), *Salvinia* (90,88 g.PS/m²) e *Limnobium* (14,32 g.PS/m²). Xavier *et al.* (2007a) determinaram o padrão de biomassa de *Eleocharis interstintica* (Vahl) Roem. & Schult., no Açude do Prata – Recife – PE, no qual foi evidenciado uma produtividade de 5.998,99 g.PS/m².

Nascimento *et al.* (2007) analisaram a variação anual da biomassa de *Nymphoides indica* (L.) Kuntze no reservatório de abastecimento público de Mundaú no município de Garanhuns, agreste de Pernambuco. Foi observado que a referida macrófita apresentou um bom êxito no seu crescimento e propagação, refletindo numa boa acumulação de biomassa ao longo de todo ano. Francisco & Barreto (2007) realizaram a caracterização morfo-ecológica e a delimitação entre as espécies de *Cabomba* ocorrentes no Brasil. Foram constatadas disparidades entre as estruturas observadas nas plantas em cultivo e a forma como são descritas na literatura, sendo proposta uma nova nomenclatura para o rizoma e as folhas emersas. Xavier *et al.* (2007b) avaliaram a produtividade da macrófita aquática *Utricularia hydrocarpa* Vahl. a qual apresenta um curioso hábito carnívoro, tendo sua biomassa oscilado de 34,88 g.PS/m² a 12,80g.PS/m². Pessoa *et al.* (2008) efetuaram um levantamento da flora aquática do Açude do Meio, inserido no Parque estadual Dois Irmãos em Recife – PE, além de caracterizar as formas biológicas desta vegetação. Foram registradas 23 espécies, 25 gêneros e 16 famílias. Araújo *et al.* (2008) realizaram um levantamento da coleção de plantas aquáticas e semi-aquáticas de ambientes continentais no Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho (PEUFR), sendo identificadas 99 espécies, distribuídas em 32 famílias.

Portanto, observa-se que atualmente, existe uma necessidade de geração de mais informações sobre as macrófitas em sistemas aquáticos continentais no estado de Pernambuco, porque apesar de crescente ainda são informações básicas. Além disso é possível que num futuro essas informações possam contribuir com ações de conservação e preservação desses recursos hídricos.

3 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E.; ARDOSO, L.R.; SCAVRONI, J.L.R.; FERREIRA, L.C.; BOARO, C.S.F.; CATANEO, A.C. Avaliações fisiológicas e bioquímicas de plantas de aguapé (*Eichhornia crassipes*) cultivadas com níveis excessivos de nutrientes. **Planta Daninha**, v.21, 27-35, Edição Especial, 2003.

ARAÚJO, T.O.; XAVIER, L.R.C.C.; NASCIMENTO, P.R.F.; PEREIRA, S.M.B.P.; Monitoramento da biomassa de macrófitas aquáticas ocorrentes no açude de Dois Irmãos, Recife – Permabuco. In: XXIX Reunião Nordestina de Botânica. Mossoró-RN: Sociedade Botânica do Brasil, **Resumos...** 2006. p. 1-3.

ARAÚJO, T.O.; XAVIER, L.R.C.C.; NASCIMENTO, P.R.F.; PEREIRA, S.M.B.P. Levantamento e Aspectos Ecológicos de Macrófitas Aquáticas Ocorrentes no Açude De Dois Irmãos, Recife, Pernambuco. In: VIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão (JEPEX), Recife. **Resumos...** 2008. p. 1-3.

BARBIERI, R.; PINTO, M. C. P. Study on the aquatic vegetation in the São Bento Coutry – Baixada maranhense (Maranhão, Brasil). **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, Maranhão, v.12, p.95-105, 1999.

BARKO, J.W.; ADAMS, M.S.; CLESCERI, N.L. Environmental factors and their consideration in the management of submersed aquatic vegetation: a review. **J. Aquatic Plant Management**, v. 24, p.1-10, 1986.

BEURUTH, Z. Macrófitas aquáticas de um lago marginal ao rio Embu-Mirim, São Paulo, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v.26, n.4,p.272-282, 1992.

BOVE, C.P.; GIL, A.S.B.; MOREIRA, C.B. ; ANJOS, R.F.B. Hidrófitas fanerogâmicas aquáticos temporários da planície costeira do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.17, n.1, 119-135, p.119-135, 2003.

BRAGA, R.A.P.; CABRAL, J.J.S.P.; CIRILO, J.A.; CAMPELLO, S.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Inserção da universidade na gestão dos recursos hídricos, **Caderno de Extensão - UFPE** (ANO 2, n.3), 1999.

CAMARGO, A. F. M.; PEZZATOI, M.M.; HENRY-SILVA, G.G. Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. **Ecologia e manejo de macrófitas**. Maringá: UEM, 2003. p. 59-83.

CARVALHO, F.T.; GALO, M.L.B.T.; VELINI, E.D.; MARTINS, D. Plantas aquáticas e nível de infestação das espécies presentes no reservatório de Barra Bonita, no Rio Tietê. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, p.15-19, Edição Especial, 2003.

CAVENAGHI, A.L.; VELINI, E.D.; GALO, M.L.B.T.; CARVALHO, F.T.; NEGRISOLI, E.; TRINDADE, M.L.B.; SIM IONATO, J.L.A. Caracterização da qualidade de água e sedimento relacionados com a ocorrência de plantas aquáticas em cinco reservatórios da bacia do Rio Tiête. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, p.43-52, 2003. Edição Especial.

CAVENAGHI, A.L.; VELINI, E.D.; NEGRISOLI, E.; CARVALHO, F.T.; GALO, M.L.B.T.; TRINDADE, M.L.B.; CORRÊA, M.R.; SANTOS, S.C.A. Monitoramento de problemas com plantas aquáticas e caracterização da qualidade de água e sedimento na UHE Mogi-Guaçu. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 225-231, 2005.

CAW, P.M. Mechanical control of aquatic weeds. **Aquaphyte**, v.2, n.2, p.1-6, 1982.

CHAPMAN, V.J.; BROWN, J.M.A.; HILL, C.F.; CARR, J.L. Biology of excessive weed growth in the hydro-electric lakes of the Waikato River, New Zealand. **Hydrobiologia**, v.44, p.349-363, 1974.

CHARLIER, J. The fight against the water hyacinth in Congo-Zaire. **Bulletin des Seances - Academie Royale des Sciences d'Outre-Mer (Belgium)**, v.41, n.2, p. 25-233, 1995.

CHARUDATTAN, R. Are we on top of aquatic weeds? Weeds problems, control options, and challenges. In: International Symposium on the World's Worst Weeds, 2001. Brighton, United Kingdom. **Anais...** United Kingdom, p.1-28, 2001.

CILLIERS C.J. Biological control of water hyacinth, *Eichhornia crassipes* in South Africa. **Agriculture, Eco-system and Environment**, v.37, n. -3, p.207–217, 1991.

CORRÊA, M.R.; BRAVIN, L.F.N.; VELINI, E.D.; BAIO, F.H.R.; GALO, M.L.B.T. Desenvolvimento de equipamentos para o mapeamento de áreas infestadas por macrófitas aquáticas imersas. **Planta Daninha**, v.23, n.2, p. 269-275, 2005.

COSTA, F.C.P.; SOARES, A.O.R.; SILVA, A.A.; MATTOS, M.A. **Levantamento das macrófitas aquáticas ocorrentes no açude dos Mouras no município de Poço José de Moura - PB.** In: **Anais 59º Congresso Brasileiro de Botânica.** Natal/RN: Sociedade Brasileira de Botânica, 2008.

CUDA, J. P.; SUTTON, D. L. **X International Symposium on Biological Control of Weeds.** 4-14 July 1999, Montana State University, Bozeman, Montana, USA. **Proceedings...** Neal, R. S. [ed.], p. 337-348, 2000.

DAVY, A. J.; NOBLE, S.M.; OLIVER, R.P. Genetic variation and adaptation to flooding in plants. **Aquatic Botany**, v.38, p.91-108, 1990.

DEBUSK, W.F.; REDDY, K.R. Density requirements to maximize productivity and nutrient removal capability of water hyacinth. In: REDDY, K.R.; SMITH, W.R. **Aquatic plants for water treatment and resource recovery.** Magnolia Publishing, Orlando, USA, p. 673-680, 1987.

ESTEVEES, F.A. **Fundamentos da Limnologia.** Rio de Janeiro: Ed. Interciência/FINEP, 1998, 602p.

FIGUEIREDO, R.C.; SOBRAL, M.C.; GUNKEL, K.; MELO, G.; CAVALCANTI, G.L. Uma abordagem para o manejo do uso múltiplo da água de açudes na região do semi-árido de Pernambuco, Brasil. IN: **X Encontro da Rede Luso-Brasileira de Estudos Ambientais**, 2006.

FRANÇA, F.; MELO, E.; NETO, A.G.; ARAÚJO, D.; BEZERRA, M.G.; RAMOS, H.M.; CASTRO, I.; GOMES, D. Flora vascular de açudes de uma região do Semi-árido da Bahia, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v.17, n.4, p.549-559, 2003.

FRANÇA, F. O Estudo de Angiospermas Aquáticas Vasculares no Nordeste Brasileiro. **Anais do 59º Congresso Nacional de Botânica (Atualidades, Desafios e Perspectivas da Botânica no Brasil)**. 2 a 8 de Agosto de 2008. Natal – RN. p. 435-436.

FRANCISCO, L.V.; BARRETO, R.C. *Cabomba* Aubl. (Cabombaceae): caracterização morfoecológica e delimitação entre as espécies ocorrentes no Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 1077-1079, 2007.

HARPER, D.M. **Eutrophication of freshwaters. Principles, problems and restoration**. Chapman & Hall: London, 1992. 327p.

HOEHNE, F.C. **Plantas aquáticas**. São Paulo: Secretaria de Agricultura de São Paulo, 1948, 167p.

HOLM, L.G.; PLUCKNETT, D.L.; PANCHO, J.V.; HERBERG, J.P. **The World's Worst Weeds – Distribution and Biology**. University of Hawaii Press: Honolulu, 1977.

HOSFTRA, D.E.; CLAYTON, J.; GREEN, J.D.; AUGER, M. Competitive performance of *Hydrilla verticillata* in New Zealand. **Aquatic Botany**, v.63, p.305-324, 1999.

IRGANG, B. E; GASTAL JR, C.V. S. **Macrófitas aquáticas de planície costeira do Rio Grande do Sul**. 1ª ed. Porto Alegre: EdUFRGS, 1996, 260p.

IRGANG, B.E. PEDRALLI, G.; WAECHTER, J.I. Macrófitos aquáticos da Estação Ecológica do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil. **Roessleria**, v. 6, p.395-404, 1984.

LANCAR, L.; KRAKE, K **Aquatic Weeds & their Management**. International Commission on Irrigation and Drainage. March 2002 , 65p.

LISBOA, F.F; GASTAL JR, C.V.S. levantamento da vegetação costeira da região urbana do Município de Guaíba, RS/Brasil. **Uruguiana**, v.10, p.169-178, 2004.

MACHADO, C.J. S. Recursos hídricos e cidadania no Brasil: limites, alternativas e desafios. **Ambiente e Sociedade**, v.6, n.2, p.121-136, 2003.

MANSOR, M. Noxious floating weeds of Malasya. **Hydrobiologia**, v. 340, n. (1-3), p. 121-125, 1996.

MARCONDES, D.A.S.; TANAKA, R.H. **Plantas aquáticas nos reservatórios das usinas hidroelétricas da CESP**. IN: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 1997, Caxambu. Workshop de Plantas Aquáticas... Caxambu: SBCPD, p.2-4, 1997.

MARTINS, D.; COSTA, N.V; TERRA, M. A.; MARCHI, S.R. Caracterização da comunidade de plantas aquáticas de dezoito reservatórios pertencentes a cinco bacias hidrográficas do estado de São Paulo. **Planta Daninha**, v. 26, p. 17-32, 2008.

MARTINS, D.; VELINI, E.D.; PITELI, R.A.; TOMAZELLA, M.S.; NEGRISOLI, E. Ocorrência de plantas aquáticas nos reservatórios da Ligth- RG. **Planta Daninha**, v.21, p.105-108, Edição Especial, 2003.

MATIAS, L.Q.; AMADO, E.R; NUNES, E.P. Macrófitas aquáticas da lagoa Jijoca de Jericoacoara, Ceará , Brasil. **Acta BotAnica Brasliica**, v.17, n.4, p.623-631, 2003.

MICHAELIS, B.F. Aquatic macrophytes of Lake Rotopounamu, a montane volcanic lake in New Zealand. **New Zealand Journal of Botany**, v.21, p.33-38, 1983.

MITCHEL, D. S., Interactions between national and local strategies for the management of aquatic weeds. **Hydrobiologia**, v.340, p.153–156, 1996.

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

MOLLE, F.; CADIER, E. Manual do pequeno açude. **Sudene-Orstom**, Recife, p.521, 1992.

MOURA JÚNIOR, E.G.; ABREU, M. C. SEVERI, W.; MOURA, A.N.; LIRA, G.A.S.T. **Ação do Gradiente longitudinal (Rio – Barragem) na similaridade das comunidades de macrófitas aquáticas do reservatório de Sobradinho – BA.** In: **Anais 59º Congresso Brasileiro de Botânica.** Natal/RN: Sociedade Brasileira de Botânica, 2008.

MOURA, R.S.T.; PEREIRA, D.M.; DANTAS, L.L.O.; HENRY-SILVA, G.G. **Macrófitas aquáticas como bioindicadores da qualidade da água em ecossistemas aquáticos da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi/Mossoró/RN.** In: **Anais 59º Congresso Brasileiro de Botânica.** Natal/RN: Sociedade Brasileira de Botânica, 2008.

NACE, R.L., **Water of the World**, Natur. Hist., v. 73, n. 1, 1964 .

NAGASAKA, M. Changes in biomass and spatial distribution of *Elodea nuttallii* (Planch.) St. John, an invasive submerged plant in oligomesotrophic lake Kasiki from 1999 to 2002. **Limnology**, v.5, p.129-139, 2004.

NASCIMENTO, P.R.F. **Produção de biomassa de *Egeria densa* Planchon, nos reservatórios Hidroelétricos de Paulo Afonso – Bahia.** (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 47p. 2002.

NASCIMENTO, P.R.F.; PEREIRA, S.M.B.P.; ARAÚJO, T.O.; XAVIER, L.R.C.C. Variação anual da da biomassa de *Nymphoides indica* (L.) Kuntze no reservatório de abastecimento público de Mundaú – Garanhuns- PE In: **Anais XI Congresso Brasileiro de Limnologia**. Macaé/RJ: Sociedade Brasileira de Limnologia, 2007.

NASCIMENTO, P.R.F.; PEREIRA, S.M.B.P.; XAVIER, L.R.C.C. Variação temporal da biomassa de macrófitas aquáticas invasoras ocorrentes no açude de Apipucos, Recife- Pernambuco. In: **Anais do 11º Congresso Nordestino de Ecologia**. Recife: Sociedade Nordestina de Ecologia, 2006. p. 1-3.

NASCIMENTO, P.R.F.; PEREIRA, S.M.B.; SAMPAIO, E.V.S.B. Biomassa de *Egeria densa* nos reservatórios da Hidroelétrica de Paulo Afonso – Bahia. **Planta Daninha**, v.26, n.3, p.481-486, 2008.

NEGRISOLI, E., CORREA, M.R., VELINI, E.D.; BRAVIN, L.F.; MARCHI, S.R.; CAVENAGHI, A.L.; ROSSI, C.V.S. Study on the degradation of three aquatic weeds at the Americana-SP reservoir in Brazil. **Planta Daninha**, v.24, n.2, p.221-227, 2006.

OKI, Y.; BAY-PETERSON, J. Integrated management of aquatic weeds in Japan. Integrated management of paddy and aquatic weed in Asia. **Proceedings...** of an International seminar, Tsukuba, Japan, FFTC book series n.45, p. 19-25, 1992.

OLIVEIRA, M.C.P.; AVELINO FILHO, P.F.; LOPES, A.S. **Macrófitas aquáticas da Lagoa dos Morros, Terezina – PI, Brasil**. In: **Anais 59º Congresso Brasileiro de Botânica**. Natal/RN: Sociedade Brasileira de Botânica, 2008.

OLIVEIRA, M.L.A.A.; NEVES, M.T.M.B.; STREHL, T.; RAMOS, R.L.D.; BUENO, O.L. Vegetação de macrófitos aquáticos das nascentes do Rio Gravataí (Banhado Grande e Banhado Chico Lomã), Rio Grande do Sul, Brasil – Levantamento Preliminar. **Iheringia. Série Botânica**, Porto Alegre, v.38, p.67-80, 1988.

OLIVEIRA, N.M.B., SAMPAIO, E.V.S.B., PEREIRA, S.M.B.; MOURA JUNIOR, A.M. capacidade de regeneração de *Egeria densa* nos reservatórios de Paulo Afonso, BA. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 23, n. 2, p. 363-369, 2005.

PATTON, V.D.; STARNES, W.E. Aquatic weeds and water pollution. **Hyacinth Control Journal**, 8, n.2, p. 48-49, 1970.

PEDRALLI, G. Macrófitos aquáticos: técnicas e métodos de estudos. **Estudos de Biologia**, v.26, p.5-24, 1990.

PEDRALLI, G.; MEYER, S.T. Levantamento da vegetação aquática (“macrófitas”) e das florestas de galeria na área da Usina Hidroelétrica de Nova Ponte, Minas Gerais. **Bios**, Belo Horizonte, v.4, n.4, p.49-60, 1996.

PEDRALLI, G.; STEHMANN, J.R.; TEIXEIRA, M.C.B.; OLIVEIRA, V.L.; MEYER, S.T. Levantamento da vegetação aquática (“macrófitas”) na área da EPDA – Peti, Santa Bárbara, MG. **Iheringia. Série Botânica**, Porto Alegre, n.43, p.15-28, 1993.

PEREIRA, S.M.B.; MANSILLA, A.O.; ESKINAZI-LEÇA, E.; TEIXEIRA, M.G. Ocorrência de *Egeria densa* (Hydrocharitaceae) no Sistema Hidroelétrico de Paulo Afonso. IN: 2ª Reunião técnica preparatória sobre a qualidade da água e o setor elétrico, 1997, Paulo Afonso –BA. **Anais...** Paulo Afonso- BA, p.1-5, 1997.

PEREIRA, S.M.B.; BRAGA, J.D.; BRAGA, E.G.P.; ESKINAZI-LEÇA, E.; TEIXEIRA, M.G. (1999). Programa de controle de macrófitas aquáticas no Complexo Hidroelétrico de Paulo Afonso e na UHE Itaparica. IN: XV Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica (Grupo XI- Grupo de Estudos de Impactos Ambientais), 1999, Foz de Iguaçu –PR. **Anais...** Foz de Iguaçu –PR, p.1-5, 1999.

PEREIRA, S. M. B.; NASCIMENTO, P. R. F. ; SAMPAIO, E. V. S. B.; CARVALHO, M. F. O.; MOURA JÚNIOR, A. M. Monitoramento e manejo da macrófita aquática *Egeria densa* Planchon no nordeste brasileiro. Estudo de caso. In: MOURA, A.N.; ARAÚJO, E.L.; ALBUQUERQUE, U.P. (Org.). **Biodiversidade, Potencial Econômico e Processos Eco-Fisiológicos em Ecossistemas Nordestinos**. Ed. Nupeea, v. 1, 2008.

PESSOA, L.M.; SILVA, L.S.S; LIMA, P.B; ALMEIDA JÚNIOR, E.B.; SANTOS FILHO, F.S.S. **Levantamento de macrófitas aquáticas do Açude do Meio, Período chuvoso, Recife – Pernambuco.** In: **Anais 59º Congresso Brasileiro de Botânica.** Natal/RN: Sociedade Brasileira de Botânica, 2008.

PEZZATO, M.M.; CAMARGO, A.F.M. Photosynthetic rate of aquatic macrophyte *Egeria densa* Planch. (Hydrocharitaceae) in two rivers from the Itanhém River Basin in São Paulo state, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, n.1, p.153-162, 2004.

PIETERSE, A.H.; MURPHY K.J. **Aquatic weeds: the ecology and management of nuisance aquatic vegetation.** Oxford University Press, 1990, 593 p.

PIVARI, M.O.; POTT, V.J.; POTT, A. Macrófitas aquáticas de ilhas flutuantes (baceiros) nas sub-regiões do Abobral e Miranda, Pantanal, MS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** v.22, n.2, p. 563-571, 2008.

POMPÊO, M. L. M.; MOSCHINI-CARLOS, V. **Macrófitas Aquáticas e Perifiton: Aspectos Ecológicos e Metodológicos.** São Carlos: RiMa Editora e FAPESP, p.134, 2003.

POTT, V.J.; BUENO, N.C. & SILVA, M.P. Levantamento florístico e fitossociológico de macrófitas aquáticas em lagoas da Fazenda Leque, Pantanal, MS. **Anais do VIII Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo:** p. 91-99, 1992.

POTT, V.J.; POTT, A. **Plantas aquáticas do Pantanal.** Brasília: EMBRAPA, 404p. 2000.

REBOUÇAS, A.C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B. TUNDISI, J.G. **Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação – 3. ed. – São Paulo: Escrituras Editora, 2006, p. 1-35.**

REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (Ed.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** São Paulo: Escrituras, 1999, 717p.

ROCHA, C.G.; RESENDE, U.M.; LUGNANI, J.S. Diversidade de macrófitas aquáticas em ambientes aquáticos do IPPAN na Fazenda Santa Emília, Aquidauana, MS. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5 (Suplemento 2), p. 456-458, 2007.

ROJAS, M.; AGUERO, R. Biological control of *Hydrilla verticillata* by utilization of the grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **Agronomia- Mesoamericana**, v.7, n.2, p.1-12, 1996.

ROSA, F.F.; IRGANG, B.E. Comunidades vegetais de um segmento da planície de inundação do rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia. Série Botânica**, Porto Alegre, v.50, p.75-87, 1998.

RUBIO, J.; SCHNEIDER, I.A.H.; RIBEIRO, T. ; COSTA, C.A.; KALLFEZ, C.A. Plantas aquáticas: sorventes naturais. **Ciência Hoje**, v.35, n.205, junho/2004.

SAMPAIO, E.V.S.B.; OLIVEIRA, N.M.B. Aproveitamento da macrófita aquática *Egeria densa* como adubo orgânico. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 23, n. 2, p. 169-174, 2005.

SAMPAIO, E.V.S.B.; OLIVEIRA, N.M.B; NASCIMENTO, P.R.F. Eficiência da adubação orgânica com esterco bovino e com *Egeria densa*. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 31, p. 995-1002, 2007.

SCREMIN-DIAS, E.; POTT, V.J.; HORA, R.G.; SOUZA, P.R. **Nos jardins submersos da Bodoquena: guia para identificação de plantas aquáticas de Bonito e região**. UFMS/ECOIA, 160p, 1999.

SCULTHORPE, C.D. **The biology of aquatic vascular plants**. New York: St. Martins Press., 610p, 1967.

SOLANGARACHICHI S.M, DUSHYANTHA R.P.K. Growth and branching of damaged *Salvinia molesta*. **Journal of the National Science Council of Sri Lanka**, v.22, n.3, p.271-278, 1994.

SOUZA, F.A. 2005. Água: conscientizar e preservar. Disponível em: http://mail.falnatal.com.br:8080/revista_nova/a4_v3/artigo_4.pdf. Acesso em: 24 nov. 2007

SUKARWO, P. Analysis of vegetation of aquatic weed in Santani lake, Irian Jaya. BIOTROP special publication. In: Symposium on aquatic weed management held in Bogor, Indonesia, n. 40, p.79 - 85, 1990.

TAVARES, K. S. **Caracterização limnológica e inventário de diversidade das comunidades de macrófitas aquáticas em cinco lagoas tropicais: composição florística, biomassa e macroinvertebrados associados**. 2007. 124f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, 2007.

TAVECHIO, W.L.G.; THOMAZ, S.M. Effects of light on the growth and photosynthesis of *Egeria najas* Planchon. **Braslian Archives of Biology and Technology**, v.46, n. 2, p.203-209, 2003.

TAYLOR, R.; PARSONS, J.P.; AVENT, A.G., STEVEN P. RANNARD, S.P; DENNIS, T.J.; HARE, J.P.; KROTO, H.W.; WALTON, D.R.M. Degradation of C₆₀ by light. **Nature**, v .351, n. 277, 1991.

TEIXEIRA, M.G. **Aspectos ecológicos e do desenvolvimento e viabilidade de aproveitamento da *Typha domingensis* Persoon no perímetro irrigado de Moxotó – Ibimirim – PE - BR**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 1993.

TERRA, M.A.; NEGRISOLI, E.; CARBONARI, C.A.; CARDOSO, L.R.; MARTINS, D. Controle químico de plantas aquáticas: *Polygonum lapathifolium*. **Planta Daninha**, Viçosa, 21, 85-88, Edição Especial, 2003.

THOMAZ, S.M. Fatores Ecológicos Associados à Colonização e ao Desenvolvimento de Macrófitas Aquáticas e Desafios de Manejo. **Planta Daninha**, Viçosa, v.20, p. 21-23, 2002 (Edição Especial).

THOMAS, S. M.; BINI, L. M. A expansão das macrófitas aquáticas e implicações para o manejo de reservatórios: um estudo na represa de Itaipu. In: HENRY, R. **Ecologia de reservatórios: estrutura função e aspectos sociais**. Botucatu: Fundibio, 1999. p. 599-625

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

THOMAZ, S.M. BINI, L.M. Limnologia: enfoques e importância para o manejo dos recursos hídricos. **Caderno de Biodiversidade**, v.2, n.1, julho, p. 11-26, 1999.

THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. **Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas**. Editora da Universidade Estadual de Maringá, 2003, p. 260.

THOMAZ, S.M.; BINI, L.M.; SOUZA, M.C. de; KITA, K.K.; CAMARGO, A.F.M. Aquatic macrophytes of Itaipu Reservoir, Brazil: survey of species and ecological considerations. **Braslian Arquivos of Biology and Tecnology**, v.42, n. 1, p.15-22, 1999.

TJOTROPCDIRDJO, S.S; WIDJAJA, F. Aquatic weed management in Indonesia. BIOTROP special publication. In: **Symposium on aquatic weed management held in Bogor, Indonesia**, n. 40, p.25 - 38, 1990.

TUNDISI, J. Estudos limnológicos no Estado de São Paulo: Pesquisas realizadas e situação atual do campo. In: Encontro Nacional sobre Limnologia, Piscicultura e Pesca continental, 1976, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, p.183-189, 1976.

TUNDISI, J. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. Ed. RiMa, IIE, 2003, 248p.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI. M. **Lagos e Reservatórios – Qualidade da água: o impacto da eutrofização**, v.3, p.1-28, 2002.

TUNDISI, J. G.; T. MATSUMARA-TUNDISI, M.; CALIJURI, M. C. Limnology and management of reservoirs in Brazil. In: Straskraba, M., J. G. Tundisi & A. Duncan (eds), **Comparative reservoir Limnology and Water Quality Management**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p. 25–55, 1993.

VALENTE, J.P.S.; PADILHA, P.M.; SILVA, A.M.M. Contribuição da cidade de Botucatu - SP com nutrientes (fósforo e nitrogênio) na eutrofização da represa de Barra Bonita. **Eclética Química**, v.22, São Paulo, 1997.

VELINI, E.D. Controle mecânico de plantas aquáticas no Brasil. In: Workshop sobre controle de plantas aquáticas. 1998, Brasília – DF. **Anais ...** Brasília: IBAMA, 1998, p.32-35.

VIDAL, C.R.L. **Gestão de Aquíferos – Generalidades**. **Revista Técnica da CPRM**, Belo Horizonte, MG. P.10-13. 1997.

WELLS R.D.S, CLAYTON J.S. Evaluation of Endothall for aquatic weed control in New Zealand. **Proceedings...** of the 46th New Zealand Plant Protection Conference, Christchurch, New Zealand, 10-12 August,1993. p.102-106, 1993.

WETZEL, R.G. **Limnologia**. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. 1993, 919p.

XAVIER, L.R.C.C.; NASCIMENTO, P.R.F.; PEREIRA, S.M.B.P. Análise temporal da biomassa da macrófita aquática *Eleocharis interstincta* (Vahl.) Roem. & Schult. Registrada no açude de abastecimento público do Prata- Recife - PE. In: **Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil**. Caxambu- MG: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007a.

XAVIER, L.R.C.C.; NASCIMENTO, P.R.F.; PEREIRA, S.M.B.P. Determinação da biomassa da macrófita aquática *Utricularia* (Lentibulariaceae) registrada no Estado de Pernambuco. In: **Anais XI Congresso Brasileiro de Limnologia**. Macaé/RJ: Sociedade Brasileira de Limnologia, 2007b.

4 – CAPÍTULOS

4.1 - CAPÍTULO I (MANUSCRITO I)

**Levantamento Florístico de macrófitas aquáticas em Cinco Ambientes
Limnéticos do estado de Pernambuco - Brasil**

O trabalho será enviado para Aquatic Botany

Levantamento florístico de macrófitas aquáticas em cinco ambientes limnéticos do estado de Pernambuco- Brasil

Paula Regina Fortunato do Nascimento ^{a*}, Sonia Maria Barreto Pereira ^{a, b*}, Everardo Valadares de Sá Barreto Sampaio ^c

^a Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Avenida Dom Manoel de Medeiros, S/N. Dois Irmãos, Recife, PE - Brasil. CEP:52171-900. ^b Departamento de Biologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Avenida Dom Manoel de Medeiros, S/N. Dois Irmãos, Recife, PE - Brasil. CEP:52171-900. ^c Departamento de energia Nuclear, Centro de Tecnologia e Geociências - Escola de Engenharia – UFPE CEP: 50711-970 - Recife - PE - Brasil.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Recebido em
Aceito em
Recebido na forma revisada em

Key words:

Aquatic plants
Pond,
Floristic
Reservoir
Brazil

ABSTRACT

A wide variety of aquatic macrophytes can be found on the banks of rivers or reservoirs (sluices and dams), with important components of these ecosystems. Due to lack of information about this community in Pernambuco, is that this study aimed to conduct a survey of vegetation occurrent in five environments limnetics (Reservoir of Mundaú, dam of Óleo, dam of Apipucos, dam of Dois Irmãos and dam of Prata). In each environment were demarcated points of collection to obtain the botanical material. The survey was conducted from January 2006 to January 2007. In these environments were found 35 species, distributed in 18 families, the most representative for the number of species: Lemnaceae (4), Pontederiaceae (4), Cyperaceae (3), Hydrocharitaceae (3), Lentibulariaceae (3), Limnocharitaceae (3) and Nymphaeaceae (3). The most representative genera in number of species were *Eichhornia* (4), followed by *Nymphaea* and *Utricularia*, with 3 species each. As the biological form, there was a predominance of forms floating free, with 32% and emerging, with 29%.

1. Introdução

Uma grande representatividade de macrófitas aquáticas é encontrada nas margens de rios ou reservatórios (açudes e barragens) ou nos mais diversos ambientes aquáticos continentais, empregando diferentes mecanismos de adaptação para sobrevivência e desenvolvimento (Martins et al. 2002). As macrófitas aquáticas compreendem desde macroalgas até angiospermas, que em termos de evolução foram vegetais terrestres que sofreram modificações adaptativas para colonizar ambientes aquáticos. Quanto a sua forma biológica podem ser classificadas em submersas, emergentes, com folhas flutuantes e flutuantes livres. Estes vegetais apresentam adaptações que permitem seu crescimento em um gradiente

que compreende desde solos saturados até submersos na coluna d'água (Esteves 1998; Bianchini Jr. et al. 2002; Camargo et al. 2003). Estas plantas são consideradas como importantes componentes estruturais dos ecossistemas aquáticos e portanto são fundamentais para a dinâmica desses ambientes. Constituem importante fonte de carbono e energia na base da cadeia alimentar, proporcionam habitat de alimentação e de refúgio para várias formas jovens de organismos aquáticos. Além disso, essas plantas promovem heterogeneidade espacial e temporal que favorece a biodiversidade dos corpos hídricos, fornecem substrato para colonização e crescimento do perifiton e absorvem o excesso de nutrientes dissolvidos na água (Barko et al. 1986; Cavenagui et al. 2003).

* Autor para correspondência: Departamento de Biologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manoel de Medeiros, S/N. Dois Irmãos, Recife, PE - Brasil. CEP:52171-900 prfnascimento@yahoo.com.br (Nascimento, P.R.F.); soniabb@terra.com.br (Pereira, S.M.B.)

No entanto, em determinadas situações, como por exemplo em ambientes eutrofizados, algumas destas plantas passam a ser consideradas como plantas daninhas, havendo, portanto, necessidade de aplicação de técnicas de controle e/ou manejo, pois são favorecidas por alterações ambientais ou desequilíbrios nos corpos hídricos e formam extensas e densas populações em detrimento de outras espécies. Nestas condições, as macrófitas passam a causar prejuízos para o uso múltiplo da água e dos corpos hídricos. Além da eutrofização do corpo hídrico, outros fatores são bastante importantes para o estabelecimento e crescimento das populações de macrófitas, como a introdução de plantas exóticas e de animais exóticos predadores de organismos herbívoros, as alterações das características do fluxo d'água e o desequilíbrio da rede trófica local favorecendo as macrófitas (Cavenagui et al. 2003).

Por este motivo, a proliferação de plantas aquáticas se constitui atualmente em sérios prejuízos, de repercussão não apenas em nível ambiental, atingindo igualmente áreas econômicas e sociais. Nestes casos afetando a navegação, a captação de água para abastecimento público, as atividades agropecuária e pesqueira, lazer, turismo e a saúde pública, onde em grandes centros urbanos possibilitam a procriação vetores de

doenças humanas, bem como a produção de substâncias de mau odor (Tanaka et al. 2002; Terra et al. 2003). Portanto, o levantamento de plantas aquáticas faz-se necessário, pois permite observar o grau de infestação das diferentes espécies e a distribuição nos corpos hídricos estudados, além de ser uma etapa crítica na elaboração de planos de manejo. Devido aos prejuízos que algumas espécies podem acarretar, aliado a escassez de informações, o presente trabalho teve como objetivo realizar o levantamento das plantas aquáticas ocorrentes em diferentes ambientes limnéticos no estado de Pernambuco.

2. Material e métodos

Área de Estudo - O estado de Pernambuco possui uma extensão territorial de 98.311,6 km² e apresenta uma extensa área onde podem ser encontrados açudes, lagoas e reservatórios, todos considerados ambientes limnéticos. A área de estudo está representada por um reservatório e quatro açudes, descritos a seguir:

Reservatório de Mundaú (Estação 1) (Fig.1A): Localiza-se na área urbana do Município de Garanhuns, na Mesorregião do Agreste de Pernambuco (08°56'47" S e 36° 29'33" W). É um importante ecossistema utilizado para abastecimento público desta cidade. Destaca-se, também, por ser depositário de grande parte dos esgotos domésticos (SRH, 2000).

Açude do Óleo (Estação 2): Localiza-se no Distrito de Lagoa do Carro, Município de Carpina, na Mesorregião da Zona da Mata do Estado de Pernambuco ($07^{\circ}52'557''$ S e $35^{\circ}20'589''$ W), distando cerca de 5 km do Reservatório principal da Cidade de Carpina (Fig.1C). É utilizado pela população circunvizinha, principalmente para abastecimento público e pescaria (Fig. 1B).

Açude de Apipucos (Estação 3): localiza-se na Mesorregião Metropolitana do Município do Recife (RMR) ($08^{\circ}01'14''$ S e $34^{\circ}56'00''$ W), pertence à Bacia hidrográfica do Rio Capibaribe e é composto por duas células de espelho d'água, divididas por ponte sob o qual há comunicação de suas águas (Fig. 1D). O referido açude recebe a contribuição do canal do Buriti que conduz águas de drenagem natural associados aos despejos clandestinos principalmente de natureza orgânica na forma de esgotos e lixos domiciliares. A Lei Municipal de nº 16.609/2000 designa o Açude de Apipucos como sendo uma Zona Especial de Proteção Ambiental 2 (ZEPA2), onde fica instituída a Unidade de Conservação Açude de Apipucos para efeito de proteção especial dos ecossistemas existentes no interior de sua área. Além disso, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece para as águas do Açude, a Classe 2 que define os seguintes usos: recreação, natação,

mergulho, irrigação, preservação da fauna e flora e criação de peixes. Mas, em função do atual estado da qualidade de suas águas, este Açude serve, apenas, para os usos de pescarias e banhos realizados pela população carente, que vive nas suas proximidades.

Açude de Dois Irmãos (Estação 4): Está localizado no Parque Zoobotânico de Dois irmãos ($08^{\circ}36'38''$ S - $35^{\circ}01'329''$ W), Município de Recife (Fig. 1E). Possui uma área de 16 hectares e, com o passar dos anos, formaram-se ilhas flutuantes devido ao acúmulo de matéria orgânica, estando às mesmas bem fixadas com vegetação herbácea e arbórea bastante desenvolvidas (Telino Júnior, 2003). Observa-se também, um número considerado de macrófitas aquáticas localizado entre essas ilhas, que são residências de muitas espécies animais, incluindo aquelas que nelas residem ou as que as utilizam como ponto para alimentação.

Açude do Prata (Estação 5): Localiza-se no Município de Recife – PE ($08^{\circ}01'00''$ S e $34^{\circ}56'00''$ W), encontra-se circundado por formação Tropical Atlântica (Mata de Dois Irmãos) que se limita a Oeste com a Estrada dos Macacos e o Córrego da Fortuna, a Leste com a BR-101, ao Norte com a Estrada dos Macacos e ao Sul com a Universidade Federal Rural do Pernambuco (Fig. 1F). O referido açude pertence à Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) e, é um manancial

utilizado para o abastecimento público no Recife, abrangendo as comunidades do Alto da Brasileira, Alto do Jenipapo, Nova Descoberta, parte da Macaxeira e de Dois Irmãos.

2.1. Coleta e análise dos dados

Em cada estação, foram demarcados pontos de coletas, com auxílio do Sistema de Posicionamento Global (GPS), escolhidos, após coleta piloto. Nos mesmos foram feitas coletas aleatórias destinadas à obtenção do material botânico. O monitoramento das macrófitas aquáticas foi realizado, durante o período de janeiro de 2006 a janeiro de 2007. Parte do material foi prensado no campo para confecção de exsicatas. Todo o material coletado foi transportado ao laboratório de Ficologia (LABOFIC) do Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), e em seguida colocados para secar em estufas a 70° C.

Todo o procedimento de identificação do material coletado foi feito no laboratório de Ficologia do Programa de Pós-Graduação em Botânica da UFRPE. Para a identificação dos táxons foram utilizadas, além de chaves analíticas, consultas a bibliografia especializada, como Hoehne (1948), Sculthorpe (1967), Cook (1974; 1996), Scremin-Dias et al. (1999), Pott & Pott (2000), entre outros. Além disso,

foram feitas comparações com exsicatas depositadas no Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho (PEUFR) e consulta à especialistas.

A frequência de ocorrência, foi expressa em porcentagem, levando-se em consideração o número de táxon que ocorreu em cada amostra, em relação ao número total de amostras, seguindo a metodologia de Schott et al. (2005). As espécies foram classificadas nas seguintes categorias: Constante (100%), Frequente (99-50%), Esporádica (49-10%) e Ocasional (9-1%).

Para a identificação das formas biológicas das espécies seguiu-se Pott & Pott (2000): Emergentes (enraizada no sedimento e com folhas fora d'água); Flutuantes livres ou fixas; Submersas livres ou fixas e Anfíbias ou semiaquáticas (capazes de viver tanto em áreas aquáticas ou terrestres).

A similaridade da composição florística das macrófitas aquáticas entre os ambientes limnéticos estudados, foi obtida através do índice de similaridade de Jaccard, a partir de matriz do tipo presença/ausência de espécies, utilizando o programa NTSYSpc., versão 2.2. A casualidade da análise de agrupamento foi testada pelo método de permutação Monte Carlo (Manly, 1997), com 2000 replicações respectivamente, através do programa RandMat versão 1.0 (Rosso, 2003) e representada graficamente por meio de dendograma.

3. Resultados e discussão

No levantamento de macrófitas aquáticas registrou-se a ocorrência de 35 espécies, distribuídas em 18 famílias (Tab. 1), das quais, algumas estão sendo ilustradas (Figs. 5A-M).

No Brasil, um representativo número de ambientes aquáticos limnéticos é caracterizado pela ocorrência de grande quantidade de macrófitas, podendo formar extensos bancos. E, a dinâmica desses ecossistemas está ligada diretamente à ação biológica desta vegetação, que podem orientar a evolução do meio em diferentes equilíbrios biológicos e ecológicos, sendo, inclusive, importantes agentes de recuperação da qualidade da água (Bove et al., 2003).

De maneira geral, existem exemplos de áreas no Brasil que estão ou já foram intensamente estudadas no tocante ao levantamento de plantas aquáticas. No entanto, na região Nordeste e especificamente no estado de Pernambuco, existe uma lacuna. Mas, apesar de escassos registros, foi possível comparar a quantidade de macrófitas identificadas no presente trabalho, até agora, com outros trabalhos e observou-se um número relativamente baixo de espécies. E, esse número aparentemente inferior pode ser justificado por se ter trabalhado em apenas cinco diferentes

ambientes. Nestes, as famílias mais representativas foram: Lemnaceae (4 spp.), Pontederiaceae (4 spp.), Cyperaceae (3 spp.), Hydrocharitaceae (3ssp.), Lentibulariaceae (3 spp.), Limnocharitaceae (3ssp.) e Nymphaeaceae (3 spp.) (Fig. 2). Com relação as referidas famílias, as espécies de Lemnaceae são exclusivamente flutuantes, consideradas como as menores angiospermas. Está constituída por apenas, com quatro gêneros e 36 espécies (Landolt, 1986; Pott & Cervi, 1999), com grande adaptação aos ambientes poluídos, considerados eutrofizados. Talvez por isso, no presente trabalho tenham sido encontradas, três dos quatro gêneros, apenas no açude de Apipucos, local onde há grandes despejos de lixo urbano e industrial. São registrados grandes problemas a nível mundial, causados por espécies de *Lemna*, pertencente a esta família, em reservatórios de abastecimento público e hidroelétrico (Lancar & Kraker, 2002).

No presente trabalho, o gênero com maior número de espécies foi *Eichhornia* com 4 spp., representante da família Pontederiaceae, seguido por *Nymphaea* (3 spp.) e *Utricularia* (3 spp.). Esta família está constituída por representantes herbáceas aquáticas, com cerca de 30-35 espécies. Alguns de seus representantes propagaram-se como plantas ornamentais ou invasoras, superando seus limites naturais, entre os quais destaca-se o gênero *Eichhornia*, tornando-se,

freqüentemente, uma praga nociva em várias partes do mundo (Alves dos Santos, 1999). Um dos trabalhos que pode comprovar a expressiva representatividade deste gênero, em termos de propagação foi realizado por Bini et al. (2005) no reservatório de Cachoeira Dourada (GO-MG). Para este local foram identificados 12 taxa, pertencente a 12 famílias, com destaque para *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth registrada em 98% dos locais estudados, seguido por *E. crassipes* com 44%, de um total de 37 pontos visitados. Ainda sobre estas espécies, de acordo com Fernández et al. (1993) e Gopal (1993) *E. azurea* é freqüentemente considerado uma espécie invasora em muitos reservatórios brasileiros e *E. crassipes* é uma das principais infestantes aquáticas da América do Sul e Central.

Dentre as famílias mais comuns nos levantamentos de macrófitas aquáticas destaca-se Cyperaceae. Esta informação corrobora com os trabalhos de Matias et al. (2003), Rocha et al. (2007) e Pivari et al. (2008), no entanto, no presente trabalho só foram registradas três espécies. Esta família tem grande destaque pela presença intensiva em muitas regiões e pelo grande número de espécies (Gil & Bove 2004). Também é considerada cosmopolita, que normalmente, mas não de forma exclusiva, pode ocorrer em locais úmidos (Goetghebeur, 1998).

Talvez, seja necessário intensificar um esforço amostral das espécies ecotonais, ou seja, daquelas plantas que vivem nas áreas de transição entre o ambiente terrestre e aquático propriamente dito para que esse número seja elevado nas áreas estudadas.

É importante ressaltar que dentre as espécies registradas no presente trabalho, ocorreram algumas que são consideradas como bioindicadoras de áreas perturbadas, como *Pistia stratiotes*, *Salvinia auriculata*, *Egeria densa*, *Lemna* spp. e *Typha domingensis*, cujo crescimento pode ser bastante agressivo. Além disso, estas espécies podem apresentar grande potencial de infestação, e em alguns locais, podem formar habitats propícios ao desenvolvimento de vetores de doenças.

No que diz respeito a classificação quanto a forma biológica, do total de espécies identificadas no presente trabalho, 32% foram enquadradas como flutuantes livres, 29% emergentes, 14% submersas fixas, 11% submersas livres, 11% anfíbias e 3% flutuantes fixas (Fig. 3). Dependendo dos ambientes, cada um desses grupos pode se sobressair, um em relação ao outro. Esta informação pode ser comprovada em alguns trabalhos, a exemplo de Thomaz et al. (2002). Estes autores listaram as macrófitas aquáticas da planície de inundação do Alto rio Paraná, identificando 60 espécies, das quais ocorreu um predomínio da forma emergente, com um total de 37 espécies.

Thomaz et al. (2003) realizando um inventário florístico das ressacas das bacias do Igarapé da Fortaleza e do Rio Curiaú (Macapá), registraram 129 espécies, ocorrendo um maior registro, desta vez para a forma anfíbia (49%). Martins et al. (2008) estudando as características da comunidade de plantas aquáticas em 18 reservatórios no estado de São Paulo, verificaram que das 39 espécies identificadas houve um destaque em termos de infestação das espécies classificadas como flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Salvinia molesta* e *Pistia stratiotes*), seguida pelos representantes submersos *Egeria densa* e *Ceratophyllum demersum*. A classificação das macrófitas através da sua forma biológica tem um notável significado ecológico, podendo então ser utilizada sozinha ou em conjunto com a composição florística, atuando como um caráter diagnóstico, em alguns casos (Sculthorpe, 1985). Segundo (Myrphy, 2000), esses diferentes grupos funcionais, tendem a seguir um gradiente de ocupação nos ecossistemas aquáticos, interferindo de maneira diferente em cada ambiente nos quais são encontradas, podendo proporcionar infestações danosas, em graus distintos. Portanto, estas informações podem ser bastante úteis, já que em áreas com grandes populações, poderão ser traçadas metas mais eficientes no caso de um

possível controle ou manejo, agindo de forma peculiar em cada um dos grupos.

Com relação a riqueza de espécies foi realizada comparando-se os cinco ambientes estudados, verificou-se que o Açude de Dois Irmãos foi considerado o de flora mais representativa, com apresentando um total de 20 espécies, enquanto que o reservatório de Mundaú foi o menos expressivo registrando apenas duas espécies (Fig. 4).

Na comparação das microrregiões do estado de Pernambuco quando comparadas, constata-se que houve um maior número de espécies registradas na Mesorregião Metropolitana do Recife, em comparação com as zonas da Mata e Agreste. Este fato pode ser explicado por ser uma região de maior influência antrópica. Isto sem dúvida proporciona uma maior infestação de macrófitas aquáticas, causadas por modificações ambientais provocadas, principalmente, pelo processo de eutrofização, resultado de uma forte influência da urbanização. Neste caso podem ser destacados o lançamento de esgotos domésticos e industriais diretamente nos corpos hídricos. Esta informação corrobora com o trabalho de Thomaz (2002) o qual afirma que o rápido incremento de nutrientes e sólidos suspensos nos ecossistemas aquáticos, resultado da ação antrópica, a chamada eutrofização artificial, considerada como um dos processos que mais afetam as comunidades de plantas aquáticas.

A distribuição das espécies, com relação a frequência de ocorrência, seguindo a classificação de Schott et al. (2005), mostrou que do total de espécies monitoradas, no Açude de Apipucos, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Lemna aquinoctialis*, *Lemna valdiviana* e *Pistia stratiotes* atingiram 100% de ocorrência (Fig 6). É importante salientar que *E. crassipes* apesar de ser a macrófita aquática que mais causa problemas no referido Açude, com elevados valores de biomassa, apresentou apenas 83,3% em termos de frequência de ocorrência. Justifica-se este percentual porque no final do monitoramento, nos meses de dez/06 e jan/07, não ocorreu registro da referida macrófita nos pontos de coleta estudados, devido ao controle mecânico da vegetação (através de tratores), realizado pela Empresa Metropolitana de Limpeza Urbana (EMLURB), que presta serviços à Prefeitura da Cidade do Recife.

Com relação as macrófitas aquáticas do Açude de Dois Irmãos, 45% foram consideradas constantes, 15% freqüentes, 35% esporádicas e apenas 5% ocasionais (Fig. 7). Ainda baseada nesta classificação, foi possível observar que *Cabomba aquatica*, *Limnobium laevigatum*, *Nymphaea alba*, *N. caerulea*, *N. rubra*, *Salvinia auriculata*, *Typha domingensis*, *Utricularia hydrocarpa* e *Valisneria americana* estiveram presentes

em todo o período de coleta, sendo consideradas, portanto, como espécies constantes. A espécie classificada como ocasional, foi representada por *Commelina erecta* (Fig. 8). No Açude do Prata as espécies *C. aquatica*, *Eleocharis interstintica* (Valh.) Roem. & Schult. e *Websteria confervoides* (Poir.) S. S. Hooper registraram valores de 100% de frequência de ocorrência (Fig. 8).

A distribuição das macrófitas aquáticas no Açude do Óleo, de acordo com a frequência de ocorrência, mostrou que as espécies *E. crassipes*, *L. laevigatum*, *L. helmithoriza*, *S. auriculata*, *T. domingensis* e *U. gibba* obtiveram 100% (Fig. 9). O Reservatório de Mundaú mostrou uma predominância apenas da macrófita aquática *Ninphoides indica*, estando presente durante todo o monitoramento anual (Fig. 10).

Mauhs et al. (2006) analisaram a frequência de ocorrência de macrófitas aquáticas numa área úmida, próxima à margem de uma lagoa chamada Porteira, no Município de Palmares (RS). Os referidos autores após adotarem a mesma classificação descrita por Schott et al. (2005), registraram constância igual a 100% para as espécies *Fimbristylis dichotoma* (L.) Vahl., *Eleocharis fistulosa* Schult. e *Paspalum distichum* L.

No tocante a similaridade, de acordo a análise de agrupamento, não foi identificado a existência de grupos florísticos entre os ambientes limnéticos estudados (Fig. 5). A

ligação florística entre estas localidades não foi significativa pelo teste de permutação Monte Carlo ($p = 0,05$), não permitindo uma melhor abordagem. Talvez, num futuro possa ser feita uma complementação dessas informações, através de análises de alguns fatores abióticos, correlacionando-os, para desta forma explicar melhor essa observação.

Cabe salientar que algumas espécies identificadas no presente trabalho são consideradas como plantas daninhas, devido a sua alta capacidade reprodutiva e eficiência no processo de dispersão. E, a geração de informações sobre o comportamento de suas populações ao longo de um período de tempo determinado é imprescindível para que haja um planejamento no que diz respeito ao seu manejo. É importante destacar também que no presente trabalho em termos de riqueza, foi registrado um número de espécies relativamente baixo, se comparadas com outras áreas de estudo no Brasil, como por exemplo o Pantanal mato-grossense. Ainda assim, esse número é bastante considerável, visto que não só no estado de Pernambuco, mas de maneira geral, nos ecossistemas aquáticos nordestinos como um todo, há um déficit muito grande de informações e que não condiz com a diversidade destas comunidades vegetais. Este fato sugere que sejam ainda realizados levantamentos num futuro breve.

Agradecimentos

O primeiro Autor agradece o apoio financeiro recebido através da concessão da bolsa de Doutorado, pelo Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CTHidro) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências

- Alves dos Santos, I. 1999. Polinização de macrófitas aquáticas da Família Pontederiaceae. In: Pompêo, M.L.M. (ed.). Perspectivas da Limnologia no Brasil, São Luís: Gráfica e Editora União.
- Barko, J.W.; Adams, M.S.; Clesceri, N.L. 1986. Environmental factors and their consideration in the management of submersed aquatic vegetation: a review. *Journal Aquatic Plant Management* 24, 1-10.
- Bianchini Jr., I.; Pacobahyba, L. D.; Cunha-Santino, M. B. 2002. Aerobic and anaerobic decomposition of *Montrichardia arborescens* (L.) Schott. *Acta limnol. bras.* 14 (3), 27-34.
- Bini, L.M.; Oliveira, L.G.; Souza, D.C.; Carvalho, P.; Pinto, M.P. 2005. Patterns of the aquatic macrophyte cover in Cachoeira Dourada Reservoir (GO-MG). *Braz. J. Biol.* 65 (1), 19-24.
- Bove, C.P.; Gil, A.S.B.; Moreira, C.B.; Anjos, R.F.B. 2003. Hidrófitas fanerogâmicas de ecossistemas aquáticos temporários da planície costeira do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 17(1), 119-135.
- Camargo, A. F. M.; Pezzato, M. M.; Henry-Silva, G. G. 2003. Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas. Pp. 59-83. In: Thomaz, S. M. & Bini, L. M. *Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas*. Editora da Universidade Estadual de Maringá.
- Cavanaghi, A.L.; Velini, E.D.; Galo, M.L.B.T.; Carvalho, F.T.; Negrisoni, E.; Trindade, M.L.B.; Simionato, J.L.A. 2003. Caracterização da qualidade de água e sedimento relacionados com a ocorrência de plantas aquáticas em cinco reservatórios da bacia do Rio Tiête. *Planta Daninha* 21: 43-52, (Edição Especial).
- Cook, C.D.K. 1974. *Water plants of the world*. The Hague, Junk B.V.

- Cook, C.D.K. 1996. Aquatic plant book. The Hague, The Netherlands: SPB Academic publishing.
- Esteves, F.A. 1998. Fundamentos da Limnologia. Rio de Janeiro: Ed. Interciência/FINEP.
- Fernández, O. A., Sutton, D. L., Lallana, V. H., Sabbatini, M. R.; Irigoyen, J., 1993, Aquatic weed problems and management in South and Central America. *In*: A. H. Pieterse & K. J. Murphy (eds.), Aquatic weeds: the ecology and management of nuisance aquatic vegetation. Oxford University Press, Oxford.
- Gil, A.S.B.; Bove, C.P. 2004. O gênero *Eleocharis* R. Br. (Cyperaceae) nos ecossistemas aquáticos temporários da planície costeira do Estado do Rio de Janeiro. Arq. Mus. Nac., Rio de Janeiro, 62(2), 131-150.
- Goetghebeur, P. 1998. Cyperaceae. In The Families and Genera of Vascular Plant IV. Flowering Plants-Monocotyledons. (K. Kubitzki, ed.). Springer-Verlag, Berlin, p.141-190.
- Gopal, B., 1993, Aquatic weed problems and management in Asia. *In*: A. H. Pieterse & K. J. Murphy (eds.), Aquatic weeds: the ecology and management of nuisance aquatic vegetation. Oxford University Press, Oxford.
- Hoehne, F. C. 1948. Plantas aquáticas. São Paulo: Secretaria de Agricultura de São Paulo.
- Lancar, L.; Krake, K. 2002. International Commission on Irrigation and Drainage. March 2002, 65p.
- Landolt, E. 1986. Biosystematic investigations in the family of duckweeds (Lemnaceae) – The family of Lemnaceae – a monographic study v.1. Veröff. geobot. Inst., Zürich 71 (1), 566.
- Manly, B.F.I. 1997. Randomization bootstrap and Monte Carlo methods in biology. New Zealand, Chapman & Hall.
- Martins, D.; Costa, N.V; Terra, M. A.; Marchi, S.R. 2008. Caracterização da comunidade de plantas aquáticas de dezoito reservatórios pertencentes a cinco bacias hidrográficas do estado de São Paulo. Planta Daninha 26, 17-32.
- Martins, D.; Velini, E.D., Negrisoni, E.; Tofoli, G.R. 2002. Controle químico de *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes* e *Salvinia molesta* em caixas d' água. Planta Daninha 20, 83-88.
- Matias, L.Q., Amado, E.R.; Nunes, E.P. 2003. Macrófitas aquáticas da lagoa de Jijoca de Jericoacoara, Ceará, Brasil. Acta Bot. Bras. 17(4), 623-631.
- Maushs, J.; Marchioretto, M.S.; Budke, J.C. 2006. Riqueza e biomassa de macrófitas aquáticas em uma área úmida na planície costeira do Rio grande do Sul, Brasil. Pesquisas, Botânica, Instituto Anchieta de Pesquisas 57, 289-302.
- Murphy, K. J. 2000. Predizendo alterações em ecossistemas aquáticos continentais e áreas alagáveis: o potencial de sistemas bioindicadores funcionais utilizando macrófitas aquáticas. Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia, Maringá, n. 27, p.7-9
- Pedralli, G.; Meyer, S.T. 1996. Levantamento da vegetação aquática (“macrófitas”) e das florestas de galeria na área da Usina Hidrelétrica de Nova Ponte, Minas Gerais. Bios - Caderno do Departamento de Ciências Biológicas da PUC- Minas 4 (4): 49-60.
- Pivari, M.O.; Pott, V.J.; Pott, A. 2008. Macrófitas aquáticas de ilhas flutuantes (baceiros) nas sub-regiões do Abobral e Miranda, Pantanal, MS, Brasil. Acta Bot. Bras. 22 (2): 563-571.
- Pott, V.J.; Cervi, A.C. 1999. A família Lemnaceae Gray no Pantanal (Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), Brasil. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v.22, n2, p.153-174.
- Pott, V.J.; Pott, A. 2000. Plantas aquáticas do Pantanal. Brasília: EMBRAPA, 404p.
- Rocha, C.G.; Resende, U.M.; Lugnani, J.S. 2007. Diversidade de macrófitas aquáticas em ambientes aquáticos do IPPAN na Fazenda Santa Emília, Aquidauana, MS. Revista Brasileira de Biociências 5 (Suplemento 2), 456-458.
- Rosso, S. **Programa RandMat Versão 1.0**. Disponível em: <<http://eco.ibi.usp.br/labmar/software.htm>>. Acesso em: 25 set. 2003.
- Schott, P.; Rolon, A.S.; maltchik, L. 2005. Macrophyte dynamics in an oxbow lake of the Sinos river basin in south Brazil. Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie 29, 815-820.
- Scremin-Dias, E.; Pott, V.J.; Hora, R.G.; Souza, P.R. 1999. Nos jardins submersos da Bodoquena: guia para identificação de plantas aquáticas de Bonito e região. UFMS/ECOA.

- Sculthorpe, C.D. 1985. The biology of aquatic vascular plants. New York: St. Martins Press.
- SRH - Secretaria de Recursos Hídricos. 2000. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco - Documento Síntese, Recife.
- Tanaka, R.H.; Cardoso, L.R.; Martins, D.; Marcondes, D.A.S.; Mustafá, A.L. 2002. Ocorrência de plantas aquáticas nos reservatórios da Companhia Energética de São Paulo. *Planta Daninha* 20: 99-111, (Edição especial).
- Telino Júnior, W.R.; Azevedo Júnior, S.M.; Neves, R.M.L. 2003. Biologia e censo de *Porphyrula martinica*, *Gallinula chloropus* e *Jacana jacana* em Dois Irmãos, Pernambuco, Brasil. *Lundiana* 4(1), 43-49.
- Terra, M.A.; Negrisoni, E.; Carbonari, C.A.; Cardoso, L.R.; Martins, D. 2003. Controle químico de plantas aquáticas: *Polygonum lapathifolium*. *Planta Daninha* 21, 85-88, (Edição Especial).
- Thomaz, D.O.; Costa Neto, S.V.C.; Tostes, L.C.L. 2003. Inventário florístico das Ressacas das Bacias do Igarapé da Fortaleza e do Rio Curiaú. In: Takiyama, L.R.; Silva, A.Q. Diagnóstico das Ressacas do estado do Amapá: Bacias do Igarapé da Fortaleza e Rio Curiaú, Macapá- AP, CPAQ/IEPA e DGEO/SEMA, p. 1-22.
- Thomaz, S. M. 2002. Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo. *Planta Daninha*, 20 (Edição Especial), 21-33.
- Thomaz, S.M.; Pagioro, T.A.; Bini, L.M.; Souza, D.C. 2002. Macrófitas aquáticas da planície de inundação do Alto rio Paraná: listagem de espécies e padrões de diversidade em ampla escala. Relatório anual – PELD/CNPq – A planície de inundação do alto Rio Paraná.
- Viana, S.M.; Montagnolli, W.; Luvizotto-Santos, R.; Espíndola, E.L.G. 2004. Macrófitas aquáticas do rio Itaquari, Itirapina, SP. *Arquivos Instituto de Biologia* 71 (Suplemento), 301-304

LISTA DE FIGURAS

Figuras: 1A – F. Ilustrações de ambientes limnéticos. **A-** Vista Geral do Reservatório de Abastecimento público de Mundaú, localizado no Município de Garanhuns, Zona do Agreste de Pernambuco. **B -** Vista Geral do Açude do Óleo, localizado no Distrito de Lagoa do Carro, Município de Carpina, Zona da Mata de Pernambuco. **C -** Vista Geral do Reservatório Carpina, localizado no Distrito de Lagoa do Carro, Município de Carpina - Zona da Mata de Pernambuco. **D-** Vista geral do Açude de Apipucos, localizado no Município de Recife (PE). Observe uma extensa área ocupada por *Eichhornia crassipes*. **E-** Vista geral do Açude de Dois Irmãos, localizado no Município de Recife (PE), ocupado por grande quantidade de macrófitas aquáticas. **F -** Vista Geral do Açude do Prata, localizado no Município de Recife (PE), com a ocorrência de macrófitas aquáticas.

Figura 2 - Número de espécies de macrófitas aquáticas por famílias, identificadas no reservatório de Mundaú, e nos Açudes do Óleo, Apipucos, Dois Irmãos e do Prata (Pernambuco), durante o período de janeiro/2006 a janeiro/2007.

Figura 3- Percentual de distribuição da forma biológica de espécies de macrófitas aquáticas, no reservatório de Mundaú, e nos Açudes do Óleo, Apipucos, Dois Irmãos e do Prata (Pernambuco), durante o período de janeiro/2006 a janeiro/2007.

Figura 4- Número de espécies de macrófitas aquáticas, identificadas no reservatório de Mundaú, e nos Açudes do Óleo, Apipucos, Dois Irmãos e do Prata (Pernambuco).

Figura 5 A- M. Ilustrações de algumas macrófitas aquáticas identificadas em ambientes limnéticos do estado de Pernambuco. **A-** *Salvinia auriculata* Aubl. **B –** *Nymphaea Alba* L.. **C –** *Eichhornia crassipes* (Holm.) Solms. **D –** *Ludwigia helminthorriza* (Mart.) Hara. **E –** Associação entre *Utricularia gibba* L.. e *Salvinia auriculata* Aubl. **F –** *Cabomba aquatica* Aubl. **G –** *Pistia stratiotes* L.. **H –** Vista aproximada de *Nymphoides indica* (L.) Kuntze. **I –** *Nymphoides indica* (L.) Kuntze. **J –** Associação entre *Pistia stratiotes* L. e representantes da família *Lemnaceae*. **L –** *Limnobium laevigatum* (Willd.) Heine. **M –** Flor de *Nymphaea Alba* L..

Figura 6 - Frequência de ocorrência por espécie monitorada no Açude de Apipucos – Mesorregião Metropolitana do Recife – PE, no período de janeiro/2006 a janeiro/2007.

Figura 7- Frequência de ocorrência por espécie monitorada no Açude de Dois Irmãos – Mesorregião Metropolitana do Recife – PE, no período de janeiro/2006 a janeiro/2007.

Figura 8 A-C. **A-** Frequência de ocorrência por espécie monitorada no Açude do Prata – Mesorregião Metropolitana do Recife – PE, no período de janeiro /2006 a janeiro/2007. **B -** Frequência de ocorrência por espécie monitorada no Açude do Óleo – Distrito de Lagoa do Carro – Município de Carpina – Mesorregião da Zona da Mata de Pernambuco, no período de janeiro/2006 a janeiro/2007. **C -** Frequência de ocorrência por espécie monitorada no Reservatório de Mundaú – Município de Garanhuns – Mesorregião do Agreste de Pernambuco, no período de janeiro/2006 a janeiro/2007.

Figura 9 - Dendrograma ilustrando a similaridade florística, obtido por matriz de presença × ausência das espécies ocorrentes no reservatório de Mundaú, e nos Açudes do Óleo, Apipucos, Dois Irmãos e do Prata (Pernambuco), acompanhado do teste de permutação de Monte Carlo.



Figs. 1 A-F

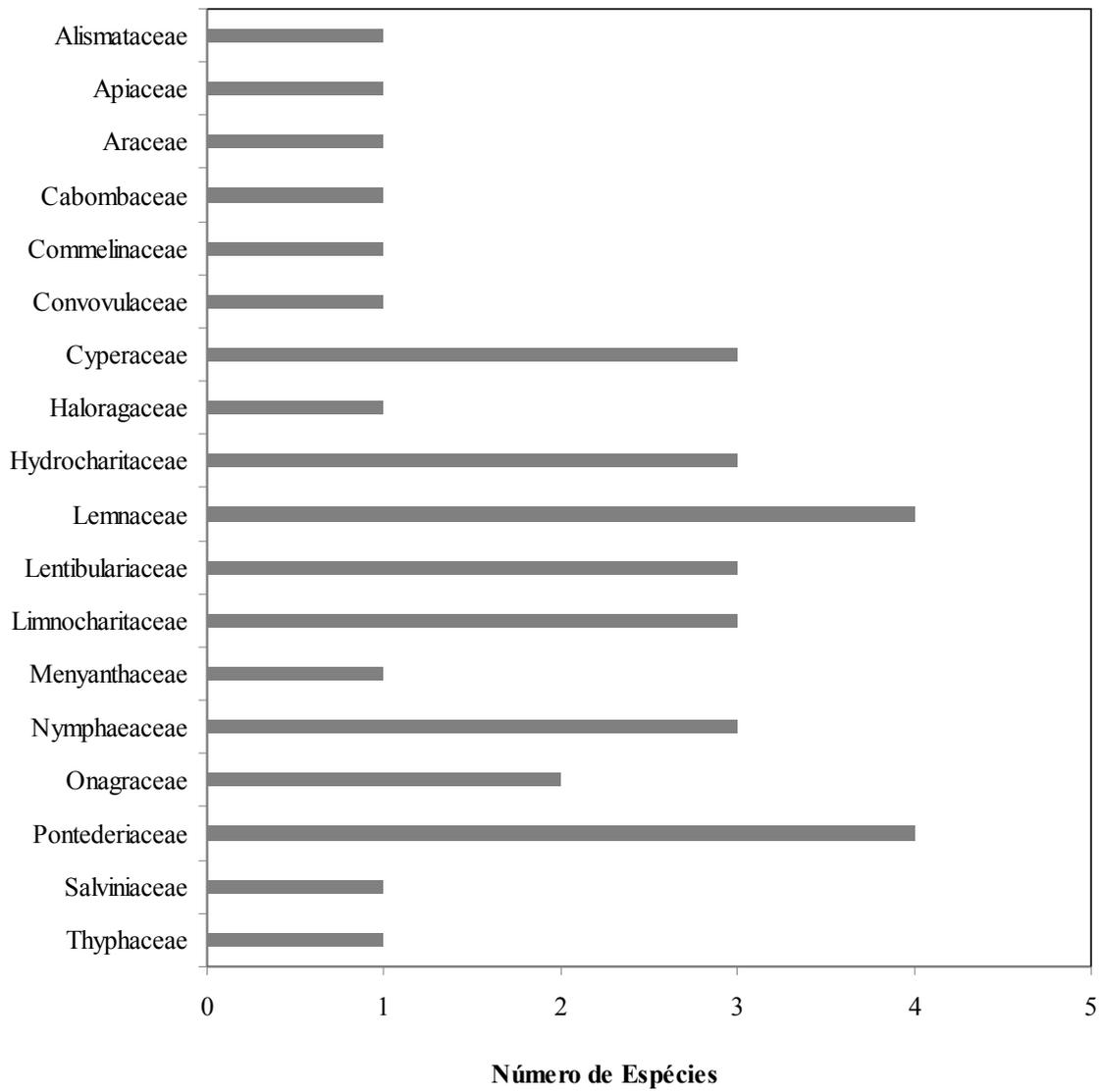


Fig. 2

Fig. 2

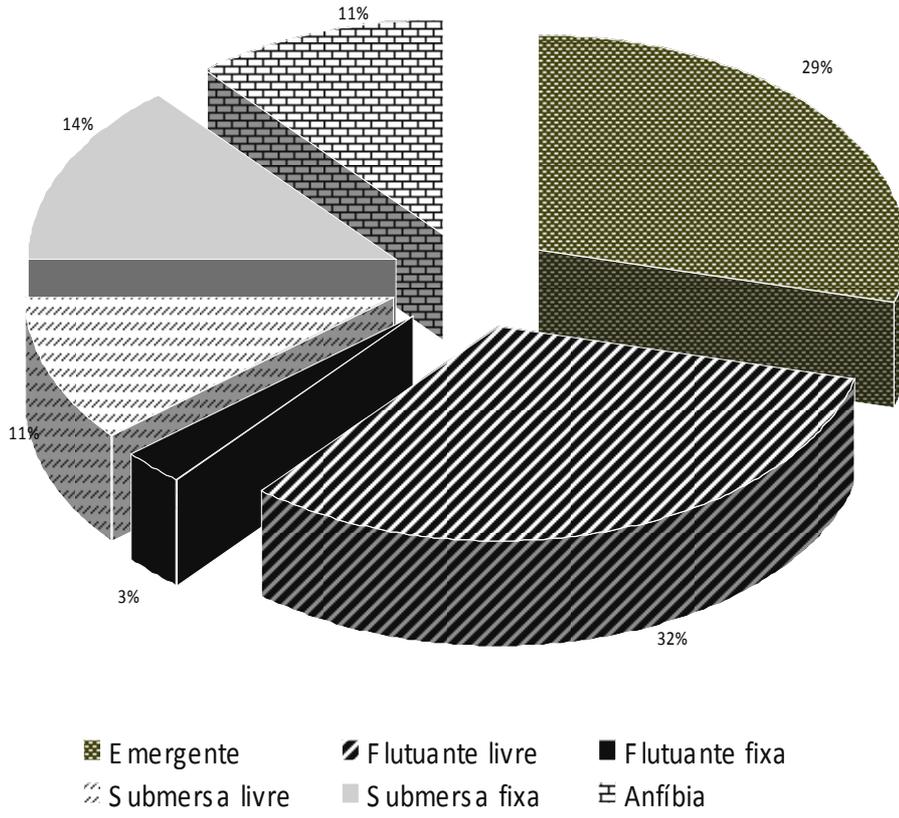
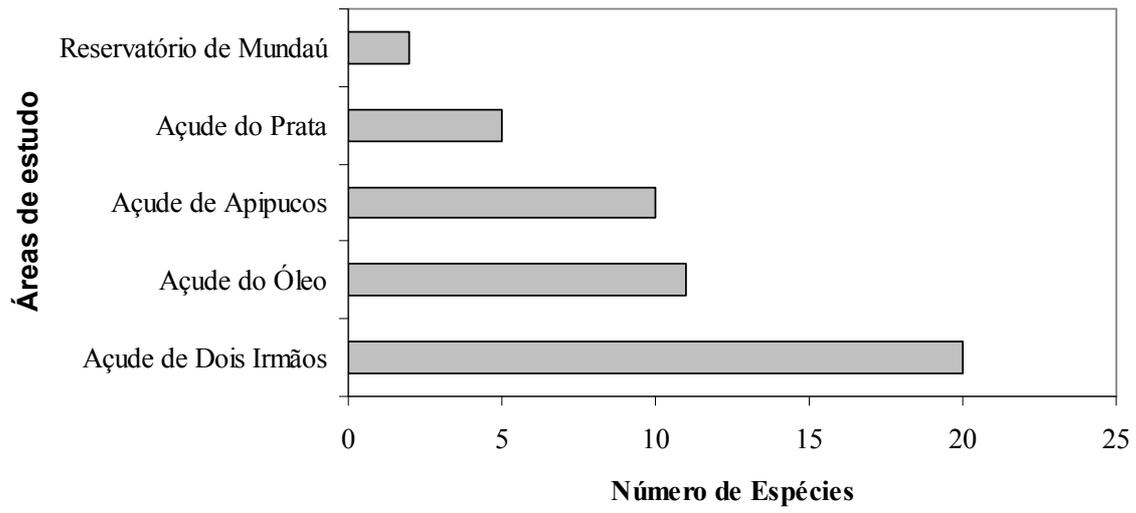


Fig. 3

**Fig. 4**



Figs. 5A-M

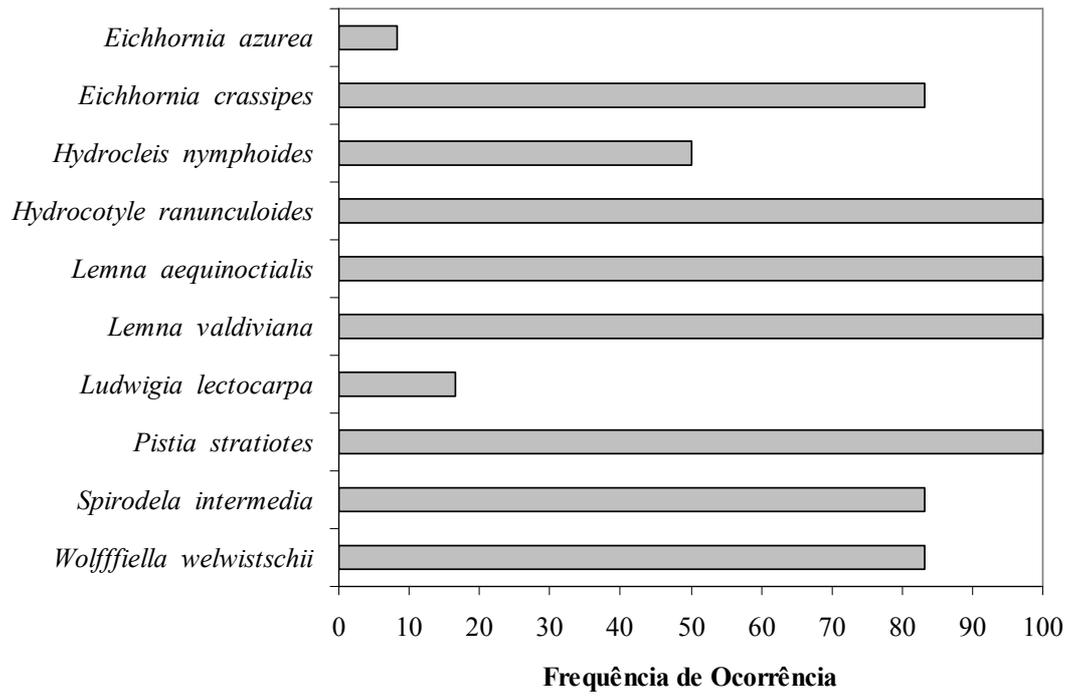


Fig. 6

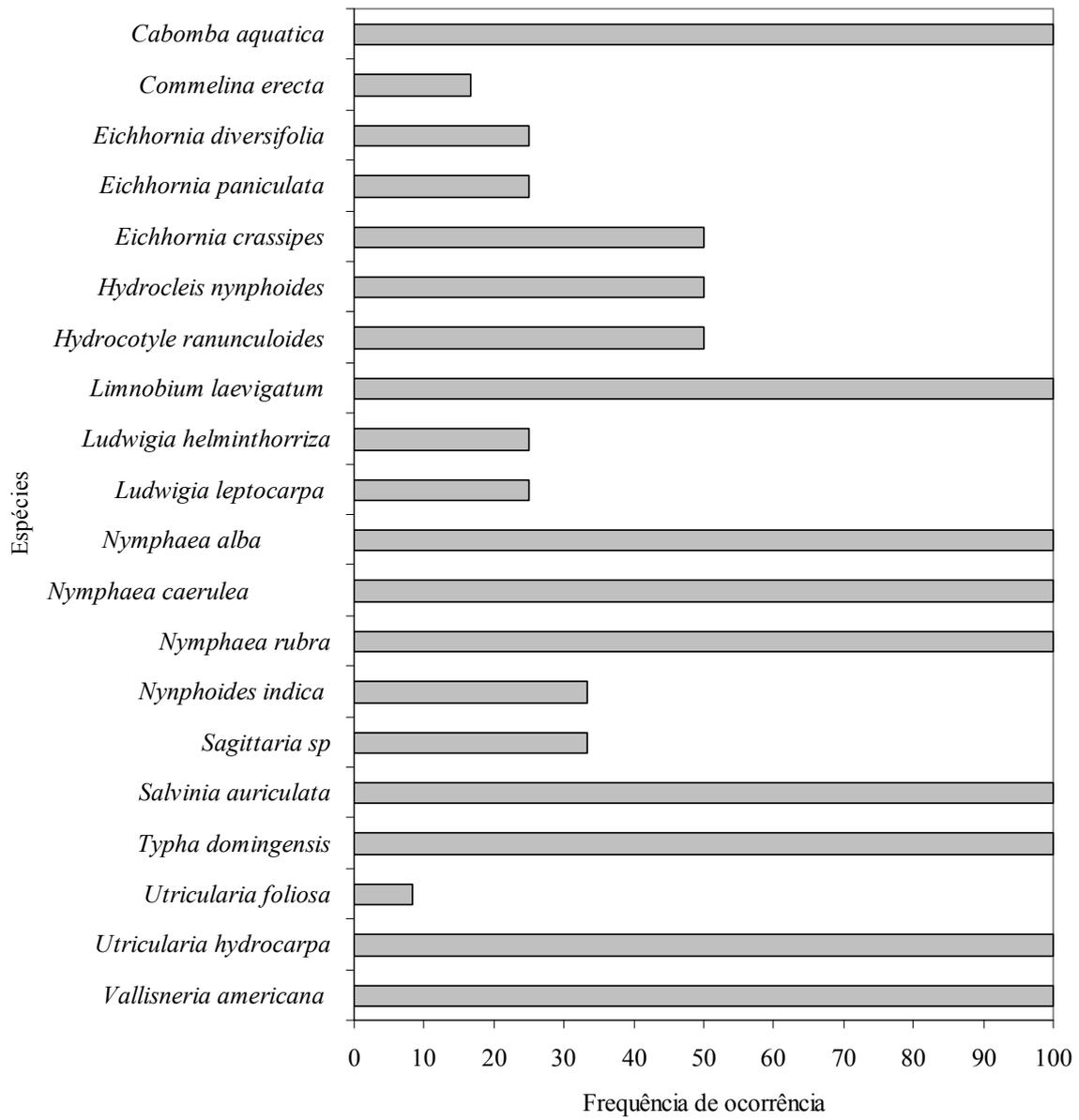
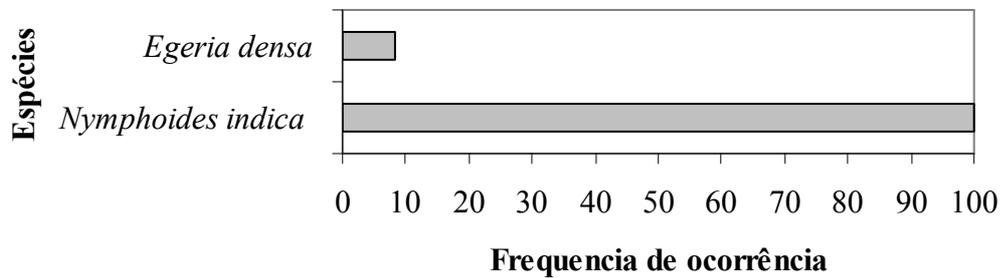
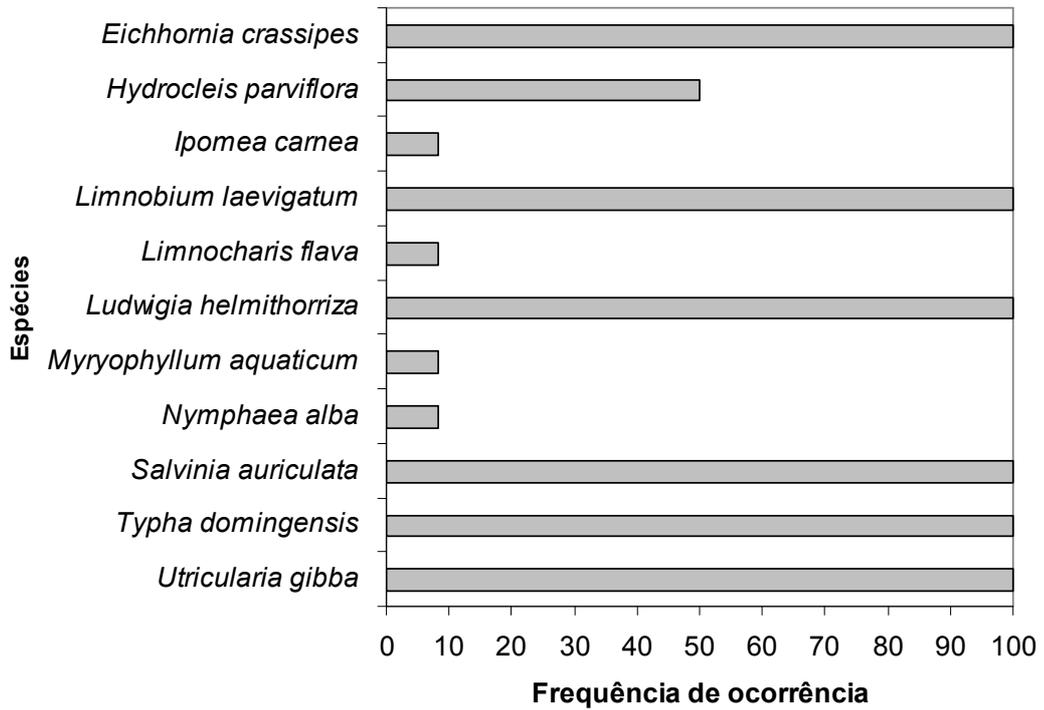
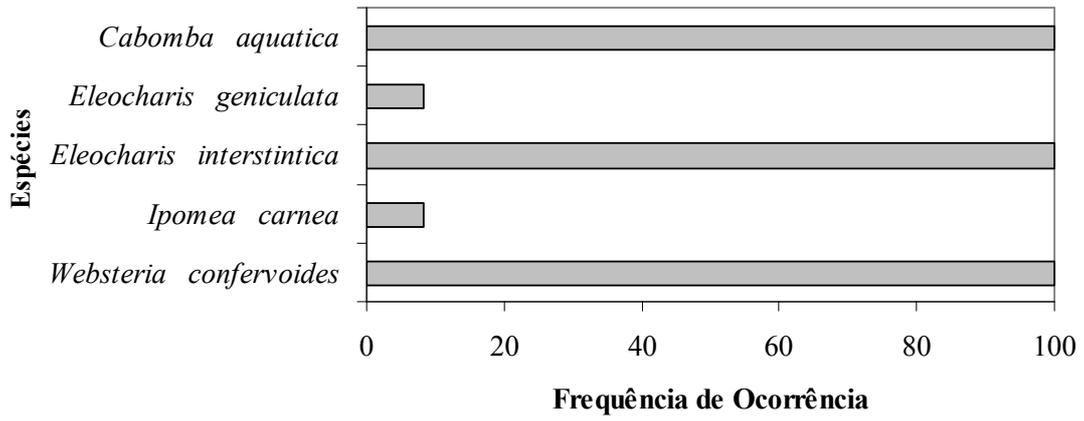


Fig. 7



Figs. 8A- C

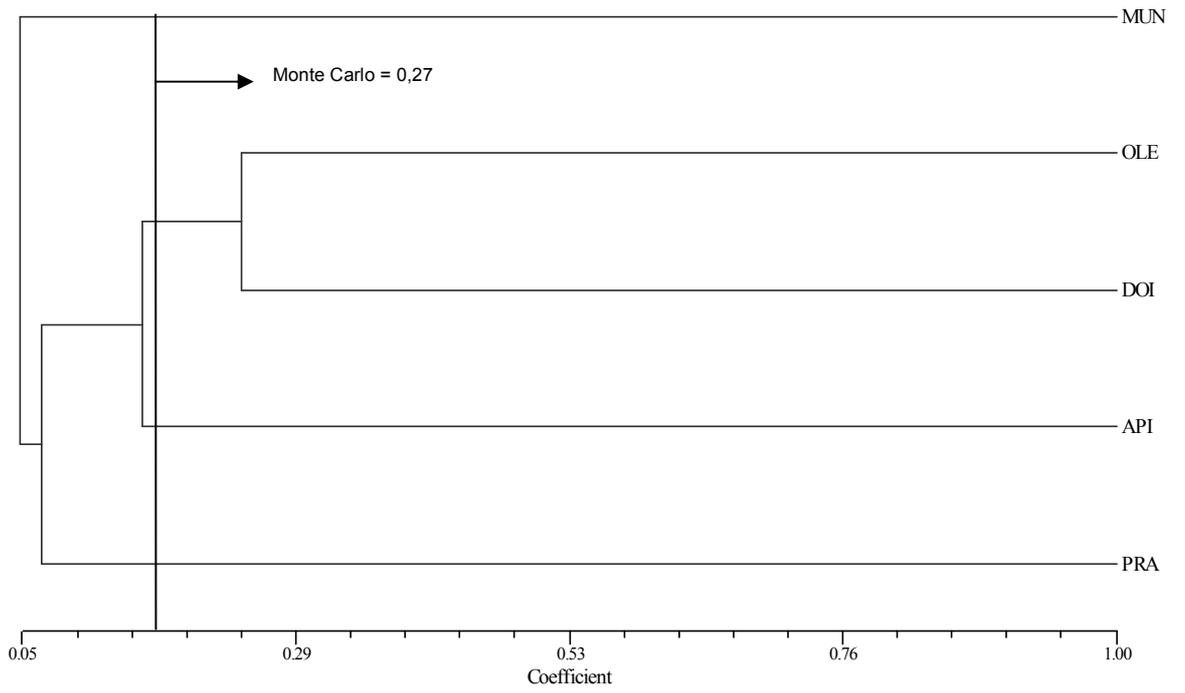


Fig. 9

Tabela 1- Relação das macrófitas aquáticas encontradas, por estação de coleta, com suas respectivas formas biológicas, no estado de Pernambuco.

Família	Espécie	Forma Biológica	Estações de Coleta
Magnoliophyta (Angiospermae)			
Alismataceae	<i>Sagittaria</i> sp	Emergente	4
Apiaceae	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L.F	Flutuante livre	3,4
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i> L.	Flutuante livre	3
Cabombaceae	<i>Cabomba aquatica</i> Aubl.	Submersa fixa	4,5
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	Anfíbia	4
Convolvulaceae	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Anfíbia	2,5
Cyperaceae	<i>Eleocharis interstintica</i> (Valh.) Roem. & Schult.	Emergente	5
	<i>E. geniculata</i> (L.) Roem. & Schult.	Anfíbia	5
	<i>Websteria confervoides</i> (Poir.) S.S.Hooper	Submersa fixa	5
Haloragaceae	<i>Myriophyllum aquaticum</i> (Vell.) Verdc.	Submersa fixa	2
Hydrocharitaceae	<i>Vallisneria americana</i> Michx	Submersa fixa	4
	<i>Egeria densa</i> Planchon	Submersa fixa	1
	<i>Limnobium laevigatum</i> (Willd.) Heine	Flutuante Livre	2,4
Lemnaceae	<i>Lemna aequinoctialis</i> Welw.	Flutuante Livre	3
	<i>L. valdiviana</i> Phill	Flutuante Livre	3
	<i>Spirodela intermedia</i> W. Koch	Flutuante Livre	3
	<i>Wolffiella welwitschii</i> (Hegelm.) Monod	Flutuante Livre	3
Lentibulariaceae	<i>Utricularia gibba</i> L.	Submersa livre	2
	<i>U. foliosa</i> L.	Submersa livre	4
	<i>U. hidrocarpa</i> Vahl	Submersa livre	4
Limnocharitaceae	<i>Hydrocleis nymphoides</i> (Willd.) Buch.	Emergente	3,4
	<i>H. parviflora</i> Seub.	Emergente	2
	<i>Limnocharis flava</i> (L.) Buchenau	Emergente	2
Menyanthaceae	<i>Nymphoides indica</i> (L.) Kuntze	Emergente	1,4
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea alba</i> L.	Emergente	2,4
	<i>Nymphaea Caerulea</i> Savign.	Emergente	4
	<i>Nymphaea rubra</i> Roxb. Ex. Salisb	Emergente	4
Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorriza</i> (Mart.) Hara	Flutuante livre	2,4
	<i>Ludwigia leptocarpa</i> (Nutt) Hara	Anfíbia	3,4
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i> (Holm.) Solms.	Flutuante Livre	2,3,4
	<i>E. azurea</i> (Sw.) Kunt	Flutuante Livre	3
	<i>E. diversifolia</i> (Vahl) Urb.	Flutuante fixa	4
	<i>E. paniculata</i> (Spreng) Solms	Emersa	4
Thyphaceae	<i>Typha domingensis</i> Pers.	Emergente	2,4
Pteridophyta			
Salvinaceae	<i>Salvinia auriculata</i> Aubl.	Flutuante Livre	2,4

Legenda- Estações: 1 (Reservatório de Mundaú); 2 (Açude do Óleo); 3 (Açude de Apipucos); 4 (Açude de Dois Irmãos); 5 (Açude do Prata).

4.2 - CAPÍTULO II (MANUSCRITO II)

**Capacidade de Regeneração de Macrófitas Aquáticas
Localizadas no Açude de Dois Irmãos – Recife – Pernambuco -
Brasil**

**O trabalho será enviado para Brazilian Archives of Biology and
Technology**

Capacidade de Regeneração de Macrófitas Aquáticas Localizadas no Açude de Dois Irmãos – Recife – Pernambuco - Brasil

Paula Regina Fortunato do Nascimento^{1*}, Talita Oliveira de Araújo², Leonardo Rafael Chaves Coelho Xavier², Sonia Maria Barreto Pereira^{1,3}

1,3 - Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Avenida Dom Manoel de Medeiros, S/N. 52171-900. Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil
¹*prfnascimento@yahoo.com.br;* ²*Graduandos do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da UFRPE;*
³*soniabp@terra.com.br.*

ABSTRACT

*The capacity for regeneration of aquatic macrophytes was observed in the Dam of Dois Irmãos, City of Recife - Pernambuco. For this was a demarcated area of 150m² (10m x 15m) on may 29, 2006, considered the "zero time" of the experiment, and from that date was made a visual monitoring of regeneration and biomass produced. Three collections were made, following a time scale of 15, 45 and 90 days. It was recorded the occurrence of genus *Salvinia*, *Nymphaea*, *Utricularia*, *Cabomba* and *Limnobium*. The data indicated that these plants had a great potential for regeneration, demonstrated by the high values of biomass. There was an emphasis on *Salvinia* which ranged from 197.95 to 258.55 g.PS / m² in the period of 15 days and 90 of the experiment, respectively.*

Key-words: Recolonization, reservoir, biomass, succession

INTRODUÇÃO

As macrófitas aquáticas são vegetais visíveis a olho nú, abrangendo desde macroalgas até as angiospermas, caracterizando-se por serem um tipo de vegetação com elevada taxa de produção primária (Esteves, 1998). Em alguns ecossistemas limnéticos, esta vegetação pode ser responsável por até metade do aporte de carbono orgânico (Wetzel, 1993). A contribuição desta vegetação é ainda mais relevante nos ambientes aquáticos tropicais, os quais apresentam condições climáticas favoráveis que tendem a beneficiar o crescimento dessas plantas (Camargo & Esteves, 1996; Nogueira & Esteves, 1990).

As comunidades de macrófitas aquáticas representam um grupo bem expressivo na composição de ecossistemas aquáticos continentais. E, uma das principais importâncias de estudos ecológicos nestes ambientes está relacionada à interação entre estas comunidades, o meio que a circunda e outros organismos (Nogueira & Esteves, 1990). Esta vegetação é

responsável por uma significativa parcela na estocagem de energia e matéria orgânica, sendo considerada base da cadeia alimentar. Destacam-se, também, como local de abrigo e reprodução para diversos animais favorecendo uma maior diversidade local (Esteves, 1998).

As macrófitas aquáticas colonizam em diferentes graus, a maioria dos ecossistemas aquáticos, tanto lóticos quanto lênticos. O conhecimento sobre a ecologia e biologia das espécies envolvidas nesse processo de colonização, sobretudo em ecossistemas aquáticos tropicais, ainda é reduzido (Thomaz, 2002). Entretanto, esse conhecimento é fundamental para a predição do desenvolvimento da vegetação aquática e para o futuro gerenciamento desses ecossistemas, o que permite subsidiar medidas de manejo, quando estas forem necessárias (Thomaz & Bini, 1999; Thomaz, 2002).

* Autor para correspondência

No Brasil, apesar de ocorrerem extensas áreas cobertas por macrófitas aquáticas, estudos ecológicos que envolvam especificamente observações sobre processos de colonização desta comunidade, ainda são raros e, mesmo assim, desenvolvidos principalmente nas regiões Sudeste e Sul do País. No Nordeste, especificamente em Pernambuco, não se tem conhecimento de trabalhos publicados dessa natureza. Devido a escassez de informações principalmente para a região Nordeste, este trabalho teve como o objetivo observar a capacidade de regeneração de macrófitas aquáticas, ocorrentes no Açude de Dois Irmãos, Município de Recife – Pernambuco.

MATERIAL E MÉTODOS

Área Estudada

O Açude de Dois Irmãos está localizado no Parque Zoobotânico de Dois Irmãos (08°36'38" S - 35°01'329" W), Recife – Pernambuco – Brasil. O Açude possui uma área de 16 hectares e, com o passar dos anos, formaram-se ilhas flutuantes devido ao acúmulo de matéria orgânica, estando as mesmas bem fixadas com farta vegetação herbácea e arbórea bastante desenvolvida (Telino Júnior et al., 2003). Entre estas ilhas observa-se um número considerado de macrófitas aquáticas que são residências de muitas espécies animais, incluindo aquelas que nelas residem ou outras que as utilizam apenas como ponto para alimentação.

Para execução deste trabalho no campo, foi demarcada no referido açude uma área de 150 m² (10 m X 15 m), no dia 29 de maio de 2006, considerado o “tempo zero” do experimento, pois nesta área haviam sido retiradas manualmente, todas as macrófitas aquáticas presentes. A partir desta data foi feito um acompanhamento visual da sua regeneração, sendo registrado através de fotos digitais. Além disso, a capacidade de regeneração destas plantas foi avaliada também através do acompanhamento da biomassa, observados ao nível de gênero. Para este procedimento, foram demarcados com estacas de bambus, 9 sub-áreas (quadrados) de 4 m² (2 m X 2 m), com distância entre si de 4,5m. Foram realizadas três coletas,

seguindo uma escala temporal de 15, 45 e 90 dias, após o “tempo zero” do experimento, onde foi retirada uma fileira de quadrados (3 sub-áreas), por coleta. Em cada sub-área, foi feita a retirada manual de todas as macrófitas existentes, onde amostras foram acondicionadas separadamente em sacos plásticos devidamente identificados.

No laboratório, todo material coletado foi lavado para remoção dos restos de sedimento, algas perifíticas e materiais particulados, separando-se as macrófitas em nível de gênero. Para a determinação da biomassa total o material foi colocado em sacos de papel e levado à estufa (70°C), permanecendo até atingir peso seco constante. Posteriormente, foram pesados em uma balança digital e os valores foram expressos em gramas de peso seco por metro quadrado (g.PS/m²). Os dados obtidos foram submetidos ao tratamento estatístico onde foram calculadas as médias e os desvios padrão e posteriormente foi aplicado o teste de Correlação de Pearson, para verificar as possíveis relações entre a biomassa e a escala temporal, utilizando-se o pacote estatístico BioEstat 2.0 (Ayres & Ayres Jr., 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Açude de Dois Irmãos, foi registrada a ocorrência dos seguintes gêneros de macrófitas: *Salvinia* Michell, *Nymphaea* Smith, *Utricularia* L., *Cabomba* Aubl. e *Limnobium* Richard. O monitoramento da área estudada possibilitou observar que estas macrófitas recolonizam os espaços vazios em poucos dias (Fig. 2).

Através das observações visuais, foi possível notar a sucessão das macrófitas, em termos de ocupação da área, durante o processo de regeneração estudado. Nos primeiros 15 dias houve o predomínio do gênero *Salvinia* (macrófita flutuante), comprovado também por sua elevada biomassa, seguido pelo gênero *Limnobium*, outra macrófita flutuante, porém em menor escala. Posteriormente, surgiram o gênero *Nymphaea*, macrófita fixa ao sedimento, a qual apresenta suas folhas e flores flutuantes, e na seqüência, as submersas fixas de *Cabomba* e *Utricularia*. Este comportamento pode ser explicado porque durante um processo de sucessão, não ocorre somente alteração das espécies de macrófitas aquáticas, mas há também uma substituição em termos de grupos, ecológicos diferentes ao longo do tempo (Thomaz & Bini, 1999; Thomaz, 2002).

De acordo com Odum (1969) e Reynolds (1997), a sucessão é uma das principais manifestações de desenvolvimento dos ecossistemas. A sucessão implica numa seqüência de eventos no tempo ou no espaço. Na literatura ecológica, o termo tem principalmente sido utilizado para designar as seqüências de mudança na comunidade ao longo de escalas temporais (Miles, 1979). A ordenação de um processo de sucessão em sistemas aquáticos pode ser bastante complexa, pois podem variar de períodos muitos curtos ou muitos longos, dependendo da capacidade de reprodução dos organismos envolvidos em resposta a algum tipo de perturbação (Tundisi & Tundisi, 2008). Os processos de perturbações podem ser naturais ou artificiais e são vistos como fenômenos importantes na dinâmica dos ecossistemas. Podem ser responsáveis por provocarem flutuações na composição das comunidades biológicas e em alguns casos atuam como força seletiva na evolução das espécies (Pedro et al., 2006).

A sucessão das macrófitas observada neste trabalho foi uma resposta a um tipo de perturbação artificial, especificamente provocada pela retirada manual da vegetação, utilizada como forma de manejo no controle de suas populações. Santos & Thomaz (2008) estudando as tendências sucessionais em escala temporal e espacial da vegetação aquática na planície de inundação do alto Rio Paraná, também verificaram modificações na composição de espécies em resposta a diferentes graus de conectividade com a calha principal dos rios. Foi observado que as lagoas desconectadas sofreram flutuações, sem desenvolver qualquer padrão na sucessão de espécies, enquanto que nas lagoas conectadas houve uma trajetória retilínea, indicando a formação de um padrão sucessionais.

Os resultados sobre o acompanhamento da biomassa produzida durante o processo de recolonização mostraram que das macrófitas identificadas, houve um destaque para *Salvinia*, sendo registrado os maiores valores, nos três intervalos da escala temporal, variando de 197,95 a 258,55 g.PS/m², no período de 15 e 90 dias respectivamente (Fig. 3).

Os testes de correlação mostraram também que *Salvinia* apresentou uma forte correlação positiva entre a biomassa e a escala

temporal ($r = 0,9197$; $p = 0,0093$). Os valores elevados de biomassa corroboram com os dados de como Holm et al., (1977) sobre a distribuição e biologia de macrófitas aquáticas daninhas, listaram *Salvinia* entre as dez, mais invasoras do mundo, ocupando o terceiro lugar em danos (prejuízos), ocorrendo tanto em sistemas tropicais quanto subtropicais com elevada produtividade. O gênero *Salvinia* sob condições favoráveis é rapidamente disseminado por propagação vegetativa, podendo colonizar extensas áreas em curto intervalo de tempo (Gardner & Al-Hamdani, 1997). De Filippo (2003) estudando o processo de colonização e regressão da comunidade de macrófitas aquáticas no reservatório da Usina Hidroelétrica de Serra da Mesa em Goiás, observou uma grande ocupação do gênero *Salvinia* em resposta a oscilações no nível da água, tanto no período de estiagem, quanto no período de chuvoso. Com o rebaixamento das águas muitas plantas morreram, provavelmente por escassez de nutrientes, causando quase que um total desaparecimento de suas populações. A retomada da invasão ocorreu após a elevação do nível da água. Martins et al., (2003) realizando um estudo sobre plantas aquáticas infestantes nos reservatórios da Ligth Sistema de Eletricidade S. A, no Rio de Janeiro, verificaram que *Salvinia* foi a segunda espécie mais freqüente e infestante, produzindo grande quantidade de biomassa (139,00 g.PS/m²) distribuída por extensas áreas, ao longo do reservatório. Beyruth (1992) realizando um estudo num lago marginal ao rio Embu-mirim (SP), também encontrou valores significativos de biomassa da *S. auriculata*, correspondente a 107,20 g.PS/m². Segundo Fernández et al., (1990) e Gopal (1990), o desenvolvimento excessivo de macrófitas aquáticas flutuantes, como é o caso da *Salvinia*, se deve às altas taxas de crescimento e capacidade de reprodução que esta espécie apresenta, principalmente de forma vegetativa.

Os resultados do teste de correlação para *Nymphaea* revelaram um coeficiente significativo ($r = 0,9664$; $p = 0,0336$), em relação à biomassa produzida durante a escala de tempo do experimento. Os valores de biomassa de *Nymphaea* aumentaram aos 90 dias, registrando 183,01 g.PS/m² (Fig. 4), considerado bastante elevado se comparado, por exemplo, com dados obtidos por Camargo & Florentino (2000), os quais após estudarem a dinâmica populacional de *Nymphaea rudgeana*, realizaram a estimativa da produtividade primária líquida, registrando valores que variaram de 13,05 a

163,12 gPS/m², nos meses de nov/94 e fev/05.

O gênero *Utricularia*, aos 15 dias da regeneração, apresentou apenas 22,20 g.PS/m² e ao final do experimento teve sua biomassa bastante incrementada, atingindo 62,16 g.PS/m² (Fig.5). Os testes de correlação indicaram que a biomassa de *Utricularia* foi positivamente correlacionada com o tempo transcorrido durante o processo de regeneração estudado ($r = 0,9777$; $p = 0,0223$). As espécies de *Utricularia* tem um hábito carnívoro e desempenham um importante papel na dinâmica e estrutura da comunidade zooplanctônica, mas em geral apresentam baixas densidades populacionais, com baixos valores de biomassa. Corroborando com os baixos valores encontrados no açude de Dois Irmãos, destacam-se os trabalhos de Moschini-Carlos et al., (1993) no qual estudaram três espécies de *Utricularia* na Lagoa do Infernã (SP), mostrando que a biomassa apenas variou de 1,0 a 13,4 g.PS/m² ao longo de um ano; Pompêo & Moschini-Carlos (1995), estudando *Utricularia* na Lagoa Dourada, no Paraná, registraram apenas, um valor de 630,02 mg.PS/m², representando menos de 1% da biomassa total das macrófitas aquáticas presentes no referido ambiente. Bortolini et al., (2007) estudando a variação da biomassa de *U. gibba* em ambientes lênticos no município de Entre Rios do Oeste, no Paraná, obtiveram valores de biomassa que variaram de 48,4 g.PS/m² em junho/2005 a 161,3g.PS/m² em setembro/2005, portanto bem superior aos valores encontrados neste trabalho. Segundo estes autores, a variação sazonal da biomassa foi atribuída aos maiores valores de precipitação pluviométrica no mês de setembro/2005, que favorece uma alocação maior de nutrientes para a biomassa da macrófita aquática. Esta informação também corrobora com as observações feitas por Dos Santos & Esteves, 2002, ao estudarem os efeitos da variação do nível da água na produtividade primária e mortalidade de *Elocharis interstincta*. Estes autores verificaram que houve uma influência direta no crescimento e na morfofisiologia dos indivíduos, devido a um incremento na disponibilidade de nutrientes.

Com relação ao gênero *Cabomba*, os resultados demonstraram uma variação de 10,73 g.PS/m² de biomassa aos 15 dias de experimento, atingindo 26,21 g.PS/m² aos 90 dias (Fig. 6). Verificou-se desta forma uma

capacidade de acúmulo de biomassa em curto intervalo de tempo. Os resultados também apontaram uma correlação significativa para biomassa de *Cabomba* ($r = 0,9630$; $P = 0,0370$). Este gênero *Cabomba* possui um crescimento bastante acelerado, comprovado por alguns trabalhos, como o de Hanlon (1990). Este autor relatou, em 1982, que em algumas Bacias Hidrográficas na Florida, ocorreu uma infestação da referida planta, atingindo 850ha. Este índice cresceu para 1250ha em 1984 e para 1510ha em 1988 (Mackey, 1996). Como exemplos de problemas causados por representantes de macrófitas aquáticas do gênero *Cabomba*, cita-se que, anualmente, na Austrália e Estados Unidos são gastos milhões de dólares para seu controle a fim de minimizar os danos causados por esta vegetação. Especificamente, a Austrália gastou na represa de Ewen Maddock cerca de \$250-300.000 na tentativa de controlar esta vegetação. No lago MacDonald, também na Austrália, o custo estimado foi de \$125.000 para a realização do controle mecânico da referida planta (Mackey, 1996; Francisco & Barreto, 2007).

Das cinco macrófitas estudadas no presente trabalho, o gênero *Limnobium*, em geral, foi o menos representativo, em termos quantitativos, o qual registrou uma variação crescente de biomassa de 5,17 a 12,26 g.PS/m² (Fig. 7 e 8). Através do teste de correlação foram verificados valores altamente significativos dessa biomassa em relação à escala temporal do experimento ($r = 0,9640$; $P = 0,0360$).

Os resultados do presente trabalho indicaram que as macrófitas aquáticas identificadas apresentaram um rápido processo de ocupação de área e grande potencial de regeneração, demonstrados pela gradual elevação dos valores de biomassa no final do experimento. Isto ocorreu em resposta a um tipo de perturbação ambiental, representado pela retirada manual de suas populações como forma de controle por parte da administração do Horto Zoobotânico, no qual o Açude está inserido.

Estas observações sugerem que a estratégia adotada para eliminação desta vegetação, é desaconselhada. A tentativa de se efetuar um manejo das populações das macrófitas aquáticas através da retirada manual se mostra ineficiente, já que apresenta um custo elevado devido ao fato de ser necessária a presença de funcionários de forma permanente, contratados exclusivamente para este fim. Além disso, a área ocupada por esta vegetação é bastante extensa, o que sem dúvida gera outros problemas, tais como, o tempo necessário para

limpeza total e a rápida recolonização, tornando todo o investimento inútil.

Observações semelhantes foram obtidas por Oliveira et al., (2005) e Pereira et al., (2008) ao estudarem a regeneração da macrófita aquática *Egeria densa* nos reservatórios de Paulo Afonso – Bahia, foram registrados uma rápida recolonização e um grande crescimento da referida vegetação. A sua erradicação dos reservatórios se torna quase impossível, porque pedaços da vegetação que sobram, possibilitam uma recolonização, em questão de meses. As grandes populações de macrófitas aquáticas têm

sido combatidas ou minimizadas através de técnicas mecânicas, químicas e biológicas, em pequenos locais, pois não há legislação no Brasil que permita seu manejo em sistemas abertos, como por exemplo em reservatórios de abastecimento público. O principal problema enfrentado, é que não há eficiência de um único método isoladamente, sugerindo-se a utilização de métodos combinados. Porém, do ponto de vista ambiental, o controle biológico seria o mais recomendável, pois possibilitaria a incorporação da biomassa das macrófitas por animais herbívoros (Thomaz, 2002; Miyazaki & Pitelli, 2003).

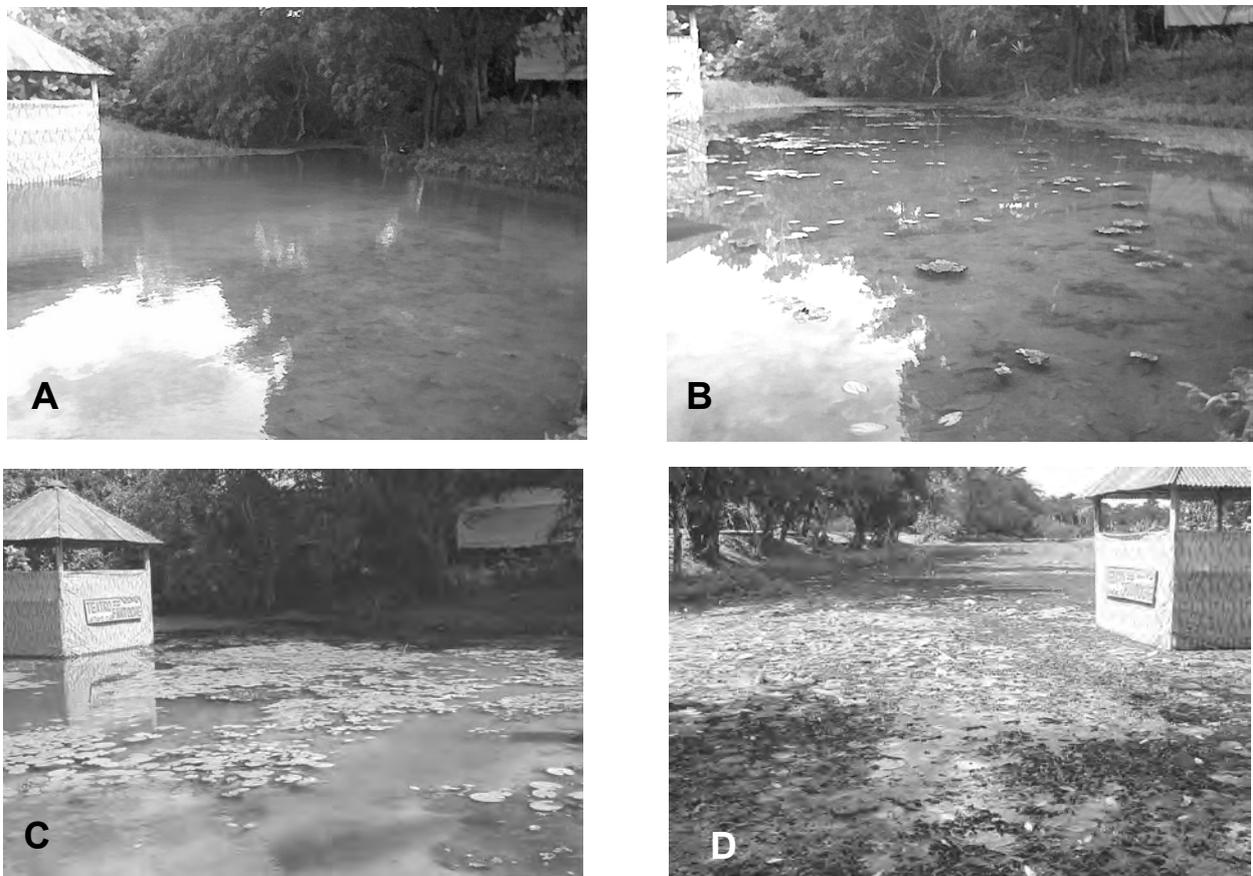


Figura 2 A- D – Processo de regeneração de macrófitas aquáticas, no Açude de Dois Irmãos – Recife – PE. **A** - Início do Experimento (“tempo zero”) em 29 de maio de 2006. Observe ausência de macrófitas aquáticas; **B**: Área estudada após **15 dias** de experimento. Observe início da regeneração; **C**: Área estudada após **45 dias** de experimento. Observe ocorrência de macrófitas. **D**: Área estudada após **90 dias** de experimento. Observe a regeneração total das macrófitas.

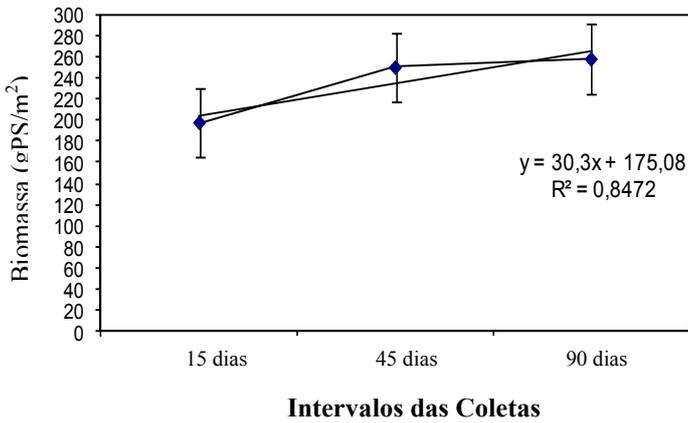


Figura 3 - Biomassa da macrófita aquática *Salvinia* durante o período de acompanhamento da regeneração, no Açude de Dois Irmãos – Recife – PE.

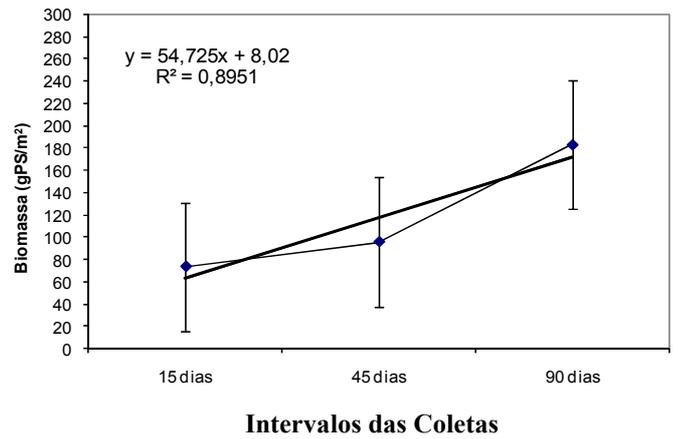


Figura 4 - Biomassa da macrófita aquática *Nymphaea* durante o período de acompanhamento da regeneração, no Açude de Dois Irmãos – Recife – PE.

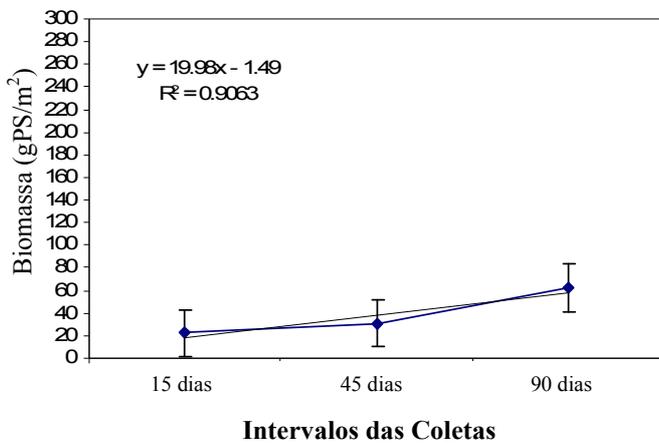


Figura 5 - Biomassa da macrófita aquática *Utricularia* durante o período de acompanhamento da regeneração, no Açude de Dois Irmãos – Recife – PE.

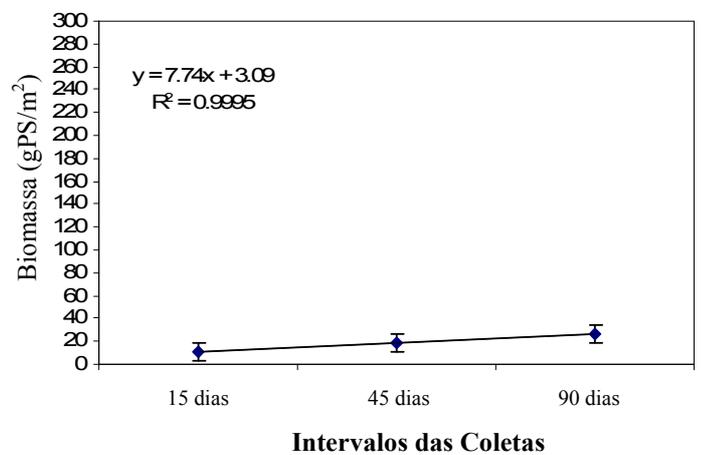


Figura 6 - Biomassa da macrófita aquática *Cabomba* durante o período de acompanhamento da regeneração, no Açude de Dois Irmãos – Recife – PE.

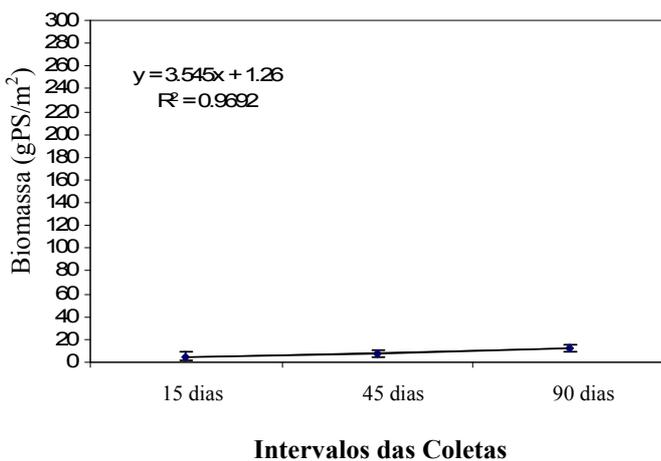


Figura 7 - Biomassa da macrófita aquática *Limnobium* durante o período de acompanhamento da regeneração, no Açude de Dois Irmãos – Recife – PE.

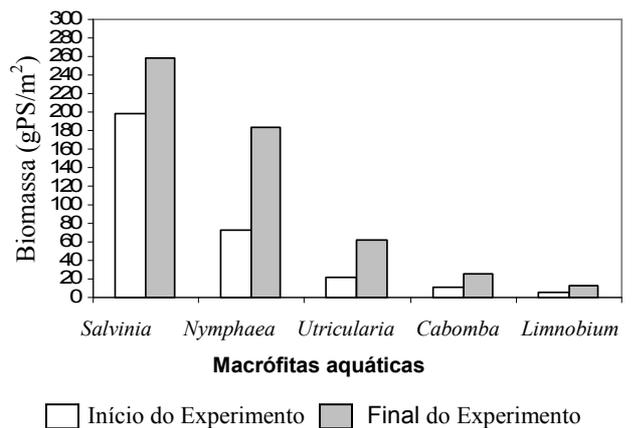


Figura 8 – Valores comparativos das macrófitas aquáticas identificadas durante o período de acompanhamento da regeneração, no início e final do experimento, no Açude de Dois Irmãos – Recife – PE.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro recebido através da concessão da Bolsa de Doutorado, pelo Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CTHidro) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e ao apoio logístico do Sr. Luiz Carlos Mafra, Gerente do Parque Zoobotânico de Dois Irmãos.

RESUMO: A capacidade de regeneração de macrófitas aquáticas foi observada, no Açude de Dois Irmãos, Recife – Pernambuco. Para tanto foi demarcada uma área de 150m² (10m X 15m) no dia 29 de maio de 2006, considerado o “tempo zero” do experimento, e a partir desta data foi feito um acompanhamento visual da regeneração e da biomassa produzida. Foram realizadas três coletas, seguindo uma escala temporal de 15, 45 e 90 dias. Foi registrada a ocorrência dos gêneros *Salvinia*, *Nymphaea*, *Utricularia*, *Cabomba* e *Limnobium*. Os dados indicaram que estas plantas apresentaram um grande potencial de regeneração, demonstrados pelos elevados valores de biomassa. Houve destaque para *Salvinia* cuja biomassa variou de 197,95 a 258,55 g.PS/m², no período de 15 e 90 dias do experimento, respectivamente.

Palavras-chave: Recolonização, reservatório, biomassa, sucessão

REFERÊNCIAS

- Ayres, M.; M. Ayres Jr. (2000). BioEstat 2.0: Aplicações estatística nas áreas das Ciências Biológicas e Médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá: CNPq, XII, 272p.
- Beyruth, Z. (1992), Macrófitas aquáticas de um lago marginal ao rio Embu-mirim, São Paulo, Brasil. *Revista de Saúde Pública*, **26 (4)**, 272-282.
- Bortolini, J.C.; Dill, M.A.; Bueno, N.C. (2007). Variação da Biomassa de *Utricularia gibba* L. em Ambiente Lêntico no Município de Entre Rios do Oeste/PR. *Revista Brasileira de Biociências*, **5 (supl. 1)**, 786-788.
- Camargo, A.F.M.; Esteves, F.A. (1996), Influence of water level variation on biomass and chemical composition of the aquatic macrophyte *Eichhornia azurea* (Kunth) in an oxbow lake of the Rio Mogi-Guaçu (São Paulo, Brazil). *Archiv. Fuer. Hydrobiologie*, **135**, 423-432.
- Camargo, A.F.M.; Florentino, E.R. (2000). Population Dynamics and net primary production of the aquatic macrophyte *nymphaea rudgeana* C.F. Mey in Lotic enviroment of the Itanhaém River Basin (SP, Brazil). *Revista Brasileira de Bioogia*, **60 (1)**, 83-92.
- De Filippo, R. (2003), Colonização e regressão da comunidade de macrófitas aquáticas no reservatório de UHE Serra da Mesa – Goiás. In: Thomaz, S. M; Bini, L.M. *Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas*. Maringá: Eduem, pp.281-297.
- Dos Santos, A. M.; Esteves, F.A. 2002. Primary production and mortality of *Eleocharis interstincta* in response to water level fluctuations. *Aquat. Bot.*, **74**, 189-199.
- Esteves, F.A. (1998), *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência: FINEP.
- Fernández, O.A.; Sutton, D. L., Lallana, V. H., Sabbatini, M. R.; Irigoyen, J (1990). Aquatic weeds problems and management in South and Central America. In: Pieterse, A.H.; Murphy, K.J. (Ed.). *Aquatic weeds. The ecology and management of nuisance aquatic vegetation*. New York: Oxford University Press, p. 406-425.
- Francisco, L.V.; Barreto, R.C. (2007), *Cabomba* Aubl. (Cabombaceae): caracterização morfoecológica e delimitação entre as espécies ocorrentes no Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, **5 (2)**, 1077-1079.
- Gardner, J.L.; Al-Hamdani, S.H. (1997), Interactive effects os Aluminium and humic substances on *Salvinia*. *Journal of Aquatic Plant Management*, **(35)**, 30-34.
- Gopal, B. 1990. Nutrient dynamics of aquatic plant communities. In: Gopal, B. (Ed.). *Ecology and management of aquatic vegetation in the indian subcontinent*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 177-197.
- Hanlon, C. (1990), A Florida native - *Cabomba* (Fanwort). *Aquatics*, **(12)**, 4-6.

- Holm, L.G.; Plucknett, D. L.; Pancho, J. V.; Herberger, J. P. (1977), *The World's Worst Weeds – Distribution and Biology*. Press Universtiy of Hawaii: Honolulu.
- Mackey, A.P. (1996), *Cabomba* in Queensland. *Pest Status Review*.
- Martins, D.; Velini, E.D., Piteli, R.A., Tomazella, M, S.; Negrissoli, E. (2003), Ocorrência de plantas aquáticas nos reservatórios da Ligth- RJ. *Planta Daninha*, **21 (Edição Especial)**, 105-108.
- Miles, J. (1979), *Vegetation Dynamics*. London, Chapman and Hall.
- Moschini-Carlos, V.; Soares, J. J.; Pompêo, M. L. M. (1993), Variação temporal da biomassa em uma comunidade vegetal aquática. *Rev. Brasil. Biol.* **53 (3)**, 501-509.
- Miyazaki, D.M.Y.; Pitelli, R.A. 2003. Estudo do potencial do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) como agente de controle biológico de *Egeria densa*, *E. najas* e *Ceratophyllum demersum*. *Planta Daninha*, **21**, 53-59.
- Nogueira, F. M. B.; Esteves, F. A. (1990), Variação Temporal da Biomassa de duas Espécies de Macrófitas Aquáticas em uma Lagoa Marginal do Rio Mogi-Guaçu (SP). *Acta Limnol. Brasil.*, **3**, 617-632.
- Odum, E.P. (1969), The strategy of ecosystem development. *Science*, Washington, **164**, 262-270.
- Oliveira, N.M.B., Sampaio, E.V.S.B., Pereira, S.M.B.; Moura Junior, A.M. (2005), Capacidade de regeneração de *Egeria densa* nos reservatórios de Paulo Afonso, BA. *Planta Daninha*, **23 (2)**, 363-369.
- Pedro, F.; Maltchik, L.; Biachini JR, I. (2006), Hydrologic cycle and dynamics of aquatic macrophytes in two intermittent rivers of the semi-arid region of Brazil. *Braz. J. Biol.*, **66 (2B)**, 575-585.
- Pereira, S. M. B.; Nascimento, P. R. F. ; Sampaio, E. V. S. B.; Carvalho, M. F. O.; Moura Júnior, A. M. (2008), Monitoramento e manejo da macrófita aquática *Egeria densa* Planchon no nordeste brasileiro. Estudo de caso. In: Moura, A.N.; Araújo, E.L.; Albuquerque, U.P.. (Org.). *Biodiversidade, Potencial Econômico e Processos Eco-Fisiológicos em Ecossistemas Nordestinos*. Ed. Nupeea, v. 1., pp.209-234.
- Pompêo, M.L.M.; Moschini-Carlos, V. (1995), Zonação e biomassa das macrófitas aquáticas na Lagoa Dourada (Brotas, SP), com ênfase na *Utricularia gibba* L., *Acta Limnol. Brasil.*, **7**, 78-86.
- Reynolds, C.S. (1997), *Vegetation processes in the pelagic: A model for ecosystem theory. Excellence in ecology*, vol. 9, Ecology Institute, Germany.
- Santos, A.M.; Thomaz, S. M. (2008), Short term fluctuations and succession trends in tropical floodplain vegetation mensured by correspondence analysis. *Braz. Arch.Biol. Technol.*, **55 (4)**, 581-591.
- Telino Júnior, W.R.; Neves, R. M. L. ; Azevedo Júnior, S. M. (2003), Biologia e censo de *Porphyra martinica*, *Gallinula choropus* e *Jacana jacana* em Dois Irmãos, Pernambuco, Brasil. *Lundiana*, **4 (1)**, 43-49.
- Thomaz, S. M. (2002), Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo. *Planta Daninha*, **20 (Edição Especial)**, 21-33.
- Thomaz, S. M.; Bini, L. M. (1999), A expansão das macrófitas aquáticas e implicações para o manejo de reservatórios: um estudo na represa de Itaipu. In: Henry, R. *Ecologia de reservatórios: estrutura função e aspectos sociais*. Botucatu: Fundibio.
- Tundizi, J.G.; Tundisi, T. M. 2008. *Limnologia*. Oficina de Textos, São Paulo.
- Wetzel, R.G. (1993). *Limnologia*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo Pott & Pott (2000), há necessidade crescente de se conhecer as macrófitas aquáticas, tanto por suas utilidades econômicas, quanto pelo papel desempenhado no que diz respeito a conservação da natureza. Além disso, também podem ser estudadas por causarem, em diferentes ecossistemas aquáticos, diversos danos, causados principalmente por algumas espécies consideradas invasoras ou daninhas. Sendo assim, os levantamentos florísticos constituem uma importante ferramenta, os quais contribuem para o conhecimento da biodiversidade e também servem de subsídio à análise de eventuais impactos sobre a qualidade da água, pois algumas espécies são consideradas como bioindicadoras de poluição.

Nesse contexto, o presente trabalho contribui de forma inicial ao conhecimento da biodiversidade desta comunidade vegetal, no qual foi identificado um total de 35 espécies, distribuídas em diferentes formas biológicas, tendo como predominante a flutuante livre. Destaca-se ainda que dentre os táxons identificados, houve registro da presença de espécies consideradas daninhas, como por exemplo *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Lema* spp., *Egeria densa*, *Cabomba aquatica*, *Typha domingensis*, entre outras. Estas espécies demandam uma maior atenção, no que diz respeito ao conhecimento de sua biologia e ecologia em estudos futuros. Em condições ambientais propícias, como por exemplo em locais eutrofizados, poderá ocorrer problema de com grandes explosões demográficas, acarretando sérios prejuízos. Este aspecto está sendo salientado porque os ambientes estudados, exceto o açude de Apipucos (a água é considerada imprópria para o consumo), são utilizados para abastecimento público.

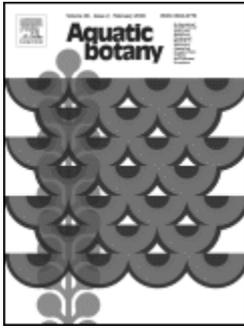
De uma maneira geral, a análise da composição florística obtida no presente trabalho em comparação com outros levantamentos realizados em distintos locais, indicou um número relativamente baixo de espécies. Apesar disso, é um resultado relevante tendo em vista a escassez de informações existentes. Por isso é de fundamental importância, a continuação de pesquisas envolvendo esta vegetação, porque sem dúvida o número de espécies registradas, não refleti a real diversidade

desta comunidade vegetal no estado de Pernambuco, pois foram estudados, apenas, apenas cinco ecossistemas limnéticos.

Um relevante aspecto ecológico sobre as macrófitas aquáticas, desenvolvidos no presente trabalho, abordou a habilidade das espécies em recolonizar áreas, em respostas a algum distúrbio ambiental. Foi verificada uma elevada capacidade de recolonização num trecho do Açude de Dois Irmãos, demonstrada pela rápida ocupação e elevada produtividade, representada pelos altos valores de biomassa dos táxons identificadas (*salvinia*, *Nymphaea*, *Utricularia*, *Cabomba* e *Limnobium*). Tomando como parâmetro a limpeza total do local estudado, foi observado um restabelecimento das espécies num curto período de tempo, pois em apenas três meses, a área estava totalmente reconstituída. Este fato é preocupante pois, algumas comunidades da cidade do Recife são abastecidas por suas águas, e a sua qualidade da mesma pode ser diretamente afetada pela presença excessiva desta vegetação.

Os resultados obtidos no presente trabalho, de maneira geral, contribuíram com informações iniciais para a realização de futuros estudos sobre macrófitas aquáticas em Pernambuco. Salientando que ainda é urgente e crescente, a necessidade de formação de recursos humanos, para que ocorra a ampliação das áreas geográficas e de distintos grupos a serem estudados, sob diferentes aspectos, a fim de minimizar, ainda mais, a lacuna de conhecimento técnico e científico sobre esta comunidade aquática.

ANEXOS



Guide for Authors

An International Scientific Journal dealing with Applied and Fundamental Research on Submerged, Floating and Emergent Plants in Marine and Freshwater Ecosystems

INTRODUCTION

Aquatic Botany is concerned with fundamental studies on structure, function, dynamics and classification of plant-dominated aquatic communities and ecosystems, as well as molecular, biochemical and physiological aspects of aquatic plants. It is also an outlet for papers dealing with applied research on plant-dominated aquatic systems, including the consequences of disturbance (e.g. transplantation, influence of herbicides and other chemicals, thermal pollution, biological control, grazing and disease), the use of aquatic plants, conservation of resources, and all aspects of aquatic plant production and decomposition.

Types of paper

1. Original research papers (Regular Papers)
2. Review articles
3. Short Communications
4. Letters to the Editor

Regular papers should report the results of original research. The material should not have been previously published elsewhere, except in a preliminary form.

Review articles should cover subjects falling within the scope of the journal which are of active current interest. They may be submitted or invited.

A *Short Communication* is a concise but complete description of a limited investigation, which will not be included in a later paper. Short Communications should be as completely documented, both by reference to the literature and description of the experimental procedures employed, as a regular paper. They should not occupy more than 6 printed pages (about 12 manuscript pages, including figures, tables and references).

Letters to the Editor offering comment or appropriate critique on material published in the journal are welcomed. The decision to publish submitted letters rests purely with the Editor-in-Chief.

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in Publishing

For information on Ethics in Publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/ethicalguidelines>.

Conflict of interest

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. See also <http://www.elsevier.com/conflictsofinterest>.

Submission declaration

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, without the written consent of the copyright-holder.

Contributors

Each author is required to declare his or her individual contribution to the article: all authors must have

materially participated in the research and/or article preparation, so roles for all authors should be described. The statement that all authors have approved the final article should be true and included in the disclosure.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (for more information on this and copyright see <http://www.elsevier.com/copyright>). Acceptance of the agreement will ensure the widest possible dissemination of information. An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations (please consult <http://www.elsevier.com/permissions>). If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: please consult <http://www.elsevier.com/permissions>.

Retained author rights

As an author you (or your employer or institution) retain certain rights; for details you are referred to: <http://www.elsevier.com/authorsrights>.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the paper for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated. Please see <http://www.elsevier.com/funding>.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors whose articles appear in journals published by Elsevier, to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

Language Services

Manuscripts should be written in English. Authors who are unsure of correct English usage should have their manuscript checked by someone proficient in the language. Manuscripts in which the English is difficult to understand may be returned to the author for revision before scientific review. Authors who require information about language editing and copyediting services pre- and post-submission please visit <http://www.elsevier.com/languagepolishing> or contact authorsupport@elsevier.com for more information. Please note Elsevier neither endorses nor takes responsibility for any products, goods or services offered by outside vendors through our services or in any advertising. For more information please refer to our Terms & Conditions: <http://www.elsevier.com/termsandconditions>.

Submission

Submission to this journal proceeds totally online. Use the following guidelines to prepare your article. Via the homepage of this journal (<http://www.elsevier.com/journals>) you will be guided stepwise through the creation and uploading of the various files. The system automatically converts source files to a single Adobe Acrobat PDF version of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail and via the author's homepage, removing the need for a hard-copy paper trail.

Referees

Please submit, with the manuscript, the names and e-mail addresses of 4 potential referees.

Page Charges

Aquatic Botany has no page charges.

PREPARATION*Language*

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Use decimal points (not decimal commas); use a space for thousands (10 000 and above).

Use of wordprocessing software

It is important that the file be saved in the native format of the wordprocessor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the wordprocessor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. Do not embed "graphically designed" equations or tables, but prepare these using the wordprocessor's facility. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier:

<http://www.elsevier.com/guidepublication>). Do not import the figures into the text file but, instead, indicate their approximate locations directly in the electronic text and on the manuscript. See also the section on Electronic illustrations.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the "spell-check" and "grammar-check" functions of your wordprocessor.

*Article structure**Subdivision - numbered sections*

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to "the text". Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Experimental

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on.

Essential title page information

Title. Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.

Author names and affiliations. Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name, and, if available, the e-mail address of each author.

Corresponding author. Clearly indicate who is willing to handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. Ensure that telephone and fax numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address.

Present/permanent address. If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a "Present address" (or "Permanent address") may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required, no longer than 400 words. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separate from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, they must be cited in full, without reference to the reference list. Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Keywords

Immediately after the abstract, provide keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, "and", "of"). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Nomenclature and Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other quantities are mentioned, give their equivalent in SI.

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article, using superscript Arabic numbers. Many wordprocessors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Table footnotes

Indicate each footnote in a table with a superscript lowercase letter



INSTRUÇÕES AOS AUTORES

- Objetivo
- Preparação de manuscritos

Objetivo

Brazilian Archives of Biology and Technology - BAPT publica artigos originais de pesquisa, notas curtas e artigos de revisão em Inglês em áreas interdisciplinares das ciências biológicas e de engenharia/tecnologia.

Preparação de manuscritos

A submissão dos artigos implica que não tenha sido publicado ou seja considerado para publicação em outra revista. Cuidados devem ser tomados para preparar um manuscrito compacto com apresentação precisa, o que ajudará os avaliadores na hora de sua aceitação. Todos os artigos estão sujeitos à revisão pelos pares.

MANUSCRITO

Devendo ser enviadas três cópias do manuscrito digitado com espaço simples (máximo de 12 páginas), em papel tamanho A-4 (210x297mm), com margens (2,5 mm esquerda, direita 2,0 mm, superiores e inferior 3,0 mm), sendo preparados com a seguinte disposição de cabeçalhos: ABSTRACT (SUMÁRIO), INTRODUÇÃO, MATERIAIS E MÉTODOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO, AGRADECIMENTO, RESUMO, REFERÊNCIAS. Estes cabeçalhos devem ser digitados com letras maiúsculas e em negrito (fonte 12). Para artigos de revisão, os autores devem fazer seus próprios cabeçalhos juntamente com o Resumo e Introdução.

TÍTULO

O título (fonte 18, negrito), iniciais em maiúscula do artigo deve refletir claramente seu conteúdo. Devendo ser seguido pelo nome completo do autor com as iniciais em maiúsculas (fonte 12, negrito) e o endereço (fonte 10, itálico) da instituição onde o trabalho foi executado.

ABSTRACT

Cada trabalho deve ser fornecido com um abstract (*itálico*) de 100-150 palavras, descrevendo brevemente o propósito e os resultados do estudo. Deve ser o mais conciso possível.

PALAVRAS -CHAVE

Os autores devem fornecer três a seis palavras-chave que serão usadas na indexação do trabalho.

INTRODUÇÃO

Deve descrever a base da pesquisa e as informações relevantes sobre o trabalho. Deve indicar também o objetivo do trabalho.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os autores devem tomar cuidado quanto ao fornecimento de detalhes suficientes para que outros possam repetir o trabalho. Procedimentos padronizados não precisam ser descritos em detalhes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussões podem ser apresentados separadamente ou de forma conjunta (autores podem optar pela forma mais fácil). Trabalhos preliminares ou resultados menos relevantes não devem ser descritos. A reprodução dos resultados, incluindo o número de vezes que o experimento foi conduzido e o número de amostras replicadas devem ser expressados claramente.

RESUMO

Todo artigo deve possuir um resumo do em Português e posicionado antes da lista de Referências. Autores de outros países da América Latina podem procurar por ajuda na Editoração da revista, para preparar o resumo em Português de seus artigos.

REFERÊNCIAS

Referências no texto devem ser citadas no local apropriado pelo(s) nome(s) do(s) autor(es) e ano (p. ex.: Raimbault & Roussos, 1996; Raimbault *et al.*, 1997). Uma lista de referências, em ordem alfabética (fonte 10), deve aparecer no final do manuscrito. Todas as referências na lista devem ser indicadas em algum ponto no texto e vice versa. Resultados não publicados não devem ser incluídos na lista. Exemplos de referências são fornecidas abaixo:

Jornais:

Pandey, A. (1992), Recent developments in solid state fermentation. *Process Biochem.*, **27**, 109-117

Teses:

Chang, C. W. (1975), Effect of fluoride pollution on plants and cattle. PhD Thesis, Banaras Hindu University, Varanasi, India

Livros:

Tengerdy, R. P. (1998), Solid substrate fermentation for enzyme production. In *Advances in Biotechnology*, ed. A. Pandey. Educational Publishers & Distributors, New Delhi, pp. 13-16

Pandey, A. (1998), Threads of Life. National Institute of Science Communication, New Delhi

Conferências:

Davison, A. W. (1982), Uptake, transport and accumulation of soil and airborne fluorides by vegetation. Paper presented at 6th International Fluoride Symposium, 1-3 May, Logan, Utah

TABELAS E FIGURAS

Tabelas e figuras, numeradas consecutivamente com numerais arábico devem ser inseridas no local apropriado no corpo do texto. Devendo ser utilizados somente para apresentar estes dados, os quais não podem ser descritos no texto.

UNIDADES E ABREVIATURAS

O sistema SI deve ser usado para todos dados experimentais. No caso de outras unidades serem usadas, estas devem ser adicionadas em parênteses. Somente as abreviaturas padrões para as unidades devem ser usadas. Pontos não devem ser incluídos nas abreviaturas (por exemplo: m, e não m. ou rpm, e não r.p.m.), também devem ser usados '%' e '/' no lugar de 'porcento' e 'per'.

LAY-OUT DO MANUSCRITO

Sugere-se que os autores sempre consultem a última edição da revista para ver o estilo e layout. Com exceção do título, abstract e palavras-chave, todo o texto deve ser disposto em duas colunas em todas as páginas. No rodapé da primeira página (fonte 8) deve estar sendo indicado o autor para correspondência. Todo o manuscrito deve ser preparado na fonte "Times New Roman", tamanho 11 (exceto na lista de referências, que deve ser em tamanho 10).

ESPAÇAMENTO

Deve ser deixado um espaço entre o título do artigo e o nome dos autores, e entre o cabeçalho e o texto, entre as colunas deixar espaçamento de 0,6 cm. Não deixar espaços entre os parágrafos do texto.

ENVIO ELETRÔNICO

O manuscrito deve estar acompanhado de um disquete indicando o nome e versão do programa editor de texto usado (usar somente MS Word 6/7 ou compatível).

PARES

Ao submeter o manuscrito, solicitamos ao autor sugerir até três pares, fornecendo: nome completo, endereço e quando possível e-mail. Os autores podem solicitar que certos revisores sejam excluídos da revisão de seus manuscritos, caso sintam que estes revisores possam ser tendencialmente desfavoráveis. Contudo, a escolha final dos referees permanecerá com o Editor. **TARIFAS POR PÁGINAS E SEPARATAS:** Não há tarifas por páginas. As separatas deverão ser solicitadas sob a aceitação do artigo.