

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

VALERIA VERONICA DOS SANTOS

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E ECOLOGIA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS DO RIO  
IPOJUCA, PERNAMBUCO, BRASIL

RECIFE – PERNAMBUCO

2014

VALERIA VERONICA DOS SANTOS

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E ECOLOGIA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS DO RIO  
IPOJUCA, PERNAMBUCO, BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGeo) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Dra. Iva Carneiro Leão Barros

Coorientador: Dr. Alfredo Matos Moura Junior

RECIFE – PERNAMBUCO

2014

Catálogo na fonte  
Bibliotecária Maria do Carmo de Paiva, CRB4-1291

S237d Santos, Valeria Veronica dos.  
Distribuição espacial e ecologia de macrófitas aquáticas do Rio Ipojuca, Pernambuco, Brasil Valéria Verônica dos Santos. – Recife: O autor, 2014.  
71 f. il. ; 30cm.

Orientadora: Profª. Drª. Iva Carneiro Leão Barros.  
Coorientador: Prof. Dr. Alfredo Matos Moura Júnior.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de Pós-graduação em Geografia, 2014.  
Inclui referências.

1. Geografia. 2. Ecologia aquática. 3. Ecossistemas – Ipojuca, Rio, Bacia (PE). 4. Plantas aquáticas. I. Barros, Iva Carneiro Leão (Orientadora). II. Moura Júnior, Alfredo Matos (Coorientador). III. Título.

910 CDD (22.ed.) UFPE (BCFCH2014-55)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE**  
**CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS - CFCH**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS - DCG**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGeo**



**VALERIA VERONICA DOS SANTOS**

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E ECOLOGIA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS DO RIO IPOJUCA,  
PERNAMBUCO, BRASIL.**

Dissertação aprovada, em 20/02/2014, pela comissão examinadora:

---

Profa. Dra. Iva Carneiro Leão Barros  
(1º examinador – orientadora – PPGeo/UFPE)

---

Profa. Dra. Karine Matos Magalhães  
(2º examinador – UFRPE)

---

Profa. Dra. Anna Flora de Novaes Pereira  
(3º examinador – UNIVASF)

**RECIFE – PE**  
**2014**

Dedico este trabalho a todos que estiveram em minha vida compartilhando experiências que contribuíram para a minha formação intelectual, moral e espiritual; permitindo uma evolução grandiosa na formação de uma pessoa melhor.

Canto minha vida com orgulho...

Na minha vida tudo acontece  
Mas quanto mais a gente rala, mais a gente cresce  
Hoje estou feliz porque sonhei com você  
E amanhã posso chorar por não poder te ver

Mas o seu sorriso vale mais que um diamante  
Se você vier comigo aí nós vamos adiante  
Com a cabeça erguida e mantendo a fé em Deus  
O seu dia mais feliz vai ser o mesmo que o meu

A vida me ensinou a **nunca desistir**  
Nem ganhar, nem perder mas procurar **evoluir**  
Podem me tirar tudo que tenho  
Só não podem me tirar as coisas boas  
Que eu já fiz pra quem eu amo

[...]

Histórias, nossas histórias  
Dias de luta, dias de glória.

[...]

Chorão.

## AGRADECIMENTOS

Para chegar até aqui não estive sozinha e contei com a ajuda de muitos parceiros. Uns por alguns instantes, outros todos os dias e aqueles que sempre estiveram comigo até antes deste trabalho. Sem essas pessoas eu não conseguiria cumprir satisfatoriamente essa etapa de minha vida.

Inicialmente, eu agradeço à Força Superior, que alguns chamam de Deus, outros chamam de Jeová, Jah, Javé... Primeiramente, sem Ele eu nada seria. Agradeço por todas as dádivas, todas as manhãs em que pude acordar e ter força suficiente para tocar a vida em frente e cumprir com amor e dedicação a tarefa a mim concedida. Ele é o autor da vida! O Senhor dos senhores! Mestre dos mestres! Obrigada, Jah!

Não poderia deixar de agradecer ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGeo), que me recebeu de braços abertos e com toda a atenção, dedicação e confiança. A todos que estiveram comigo nessa caminhada: a) os secretários Eduardo e Cilene, que sempre nos ajudaram nos momentos que mais precisamos. b) os meus professores, Kennedy, Eugênia, Maria Fernanda, Ranyére, Oswaldo Girão, Bernardo Barbosa, Bertrand, Ana Cristina (também coordenadora do PPGeo), Fernando Mota, Prof<sup>o</sup> de Epistemologia.

Agradeço imensamente a minha orientadora Dr<sup>a</sup> Iva Carneiro Leão Barros. Essa pessoa tão grande e tão simples ao mesmo tempo; que me acolheu em seu lar (Laboratório de Pteridófitas) e mesmo sem me conhecer, confiou e depositou uma credibilidade enorme em meu trabalho. Com seu jeito, me ensinou a ser uma pessoa melhor, uma boa observadora, ouvinte e a falar, cautelosamente, na ocasião oportuna. Esta professora não é apenas formadora de recursos humanos, mas formadora de pessoas melhores e mais humanas. Muito obrigada, Professora Iva.

Sou muito grata a Jah por ter colocado no meu caminho, bem antes do mestrado, o Prof<sup>o</sup> Alfredo, meu co-orientador, também nesse trabalho de dissertação. Minha admiração vem do fato de esse professor ser gente (não 'pagar' de estrela), ter os pés no chão, puxar de nós todo o nosso potencial, cobrar nos momentos oportunos e não poderia faltar, suas 'matutices', que em todos os nossos encontros nos permitiram sair da rotina e rir uns bons bocados.

Meus sinceros agradecimentos aos meus colegas do Laboratório de Pteridófitas da UFPE: O Profº Drº Augusto Santiago, pelos nossos momentos de café e de identificação das *Salvinia*. Para mim, foi uma honra poder partilhar de alguns momentos com essa ‘pteridopessoa’. A Drª Anna Flora, que com o seu jeito, nos trás tranquilidade e paz de espírito. Além de sinceridade, seriedade e compromisso. Muito bom ter estado com você. A Drª Keyla Roberta, pelos momentos de descontração, café, e é claro por me permitir experimentar de seus quitutes culinários. Toda felicidade do mundo para você. Ao mais recente Drº do nosso laboratório, Ivo Abraão (meu lindo), pelo seu carinho e cuidado comigo. Sempre muito agradável estar em sua companhia. Eu amo você, meu lindo. A amadinha, MSc Amanda Lopes, companheira no PPGeo, com quem compartilhei maravilhosos momentos de descontração, acompanhados por muitas conversas e risadas. Amadinha, obrigada por ter passado em minha vida. Ao meu companheiro, também no PPGeo, Rafael Farias, com quem compartilhei vários momentos, dentre eles as nossas aulas de Epistemologia da Geografia, os cafés no lab., os conselhos para as publicações, enfim, você é um exemplo a ser seguido, tem responsabilidade, compromisso e respeito pelo que faz. Obrigada pela sua companhia. Ao meu Preto Preferido (Lucas Costa), que entende, mais do que ninguém os detalhes de minha vivência em minha ‘quebrada’, esse rapaz é um irmão que Deus colocou em minha vida e a tornou mais agradável e recompensadora. Que Deus te abençoe e guie sempre o seu caminho, pois você é um guerreiro vencedor. A meu amigo Gustavo, que chegou e conquistou a todos com seu jeito educado e pacato de ser; nos deixou temporariamente e foi para a Austrália, mas está em nossos corações. Beijo grande. A minha amiga Mayara, que não tive muito tempo ao seu lado para desfrutar de sua companhia, mas o pouco foi bastante agradável. A Henrique, que conheci e convivi muito rapidamente, mas que nutri por essa pessoa um carinho enorme e admiração. Felicidades para você, meu amigo.

Eu não poderia deixar de agradecer ao meu amigo, irmão, anjo Joan Bruno. Que compartilhou momentos de alegria e de tristezas comigo e não me abandonou, esteve fielmente ao meu lado. Uma pessoa extremamente educada, de apurado requinte e que tem um coração enorme de bom! Conheço a pouco tempo, mas já é o suficiente para dizer que te adoro. Que Deus te abençoe sempre e você tenha muito sucesso, pois és um guerreiro batalhador e tua vitória será imensa. Beijão.

Agradeço imensamente aos meus familiares, minha mãe, Van, Bá, André, cada um a seu modo, pelos incentivos para que continuasse na luta, batalhando através dos meus estudos, para alcançar meu objetivo. Van sempre com suas conversas filosóficas, que me pegavam muitas vezes em momentos de reflexão, dando força para continuar a luta. Bá (Wagner), que esteve em todas as excursões de campo, me auxiliando nos métodos técnicos de coleta de dados a cerca das macrófitas aquáticas. Pode perguntar a ele o nome das plantas, que ele vai saber todas. Valeu, mano! Minha mãe que sempre ouviu todos os meus comentários a respeito dessa etapa tão importante na minha vida, que foi o mestrado. E sempre esteve na acessoria familiar, isso não tem preço.

A minha amiga e vizinha, Erica, pelos momentos de descontração, treinos de Muay-thai e passeios; você não faz ideia do quanto esses momentos são importantes para esfriar um pouco a cabeça do trabalho diário. Obrigada mesmo. Que Deus te abençoe.

Não tenho nem palavras para agradecer a minha ex-cunhada, Patrícia Paiva, pela gentileza e confiança em emprestar o seu automóvel para que eu pudesse percorrer todo o Rio Ipojuca de dois em dois meses. Pode ter certeza que você contribuiu e muito para o resultado desse trabalho. Obrigada, mais uma vez e desculpa qualquer coisa...

Meus sinceros agradecimentos ao amigo e biólogo Clóvis Paiva. Companheiro de muitas horas, dentre elas as de campo. Agradeço-te imensamente, pela tua ajuda, paciência, amizade, humor, responsabilidade, compromisso, companheirismo, amor, força e cuidado que sempre mostrou para comigo. Pode ter certeza que sua ajuda foi a base para a realização desse grandioso trabalho e que não há nada que eu faça que possa retribuir os seus feitos e nada pode anular o bem que você fez, Gafanhoto.

*In memoriam:* ao meu pai que, do seu modo, me incentivou a estudar e cuidou de mim, enquanto pode. Obrigada, paiho.

*In memoriam:* ao cantor e compositor Alexandre Magno Abrão (Chorão), que mesmo sem me conhecer, me fortaleceu bastante com suas letras de incentivo e força para conquistar o que se deseja. Além de me ensinar a valorizar tudo que tenho, fazer o bem principalmente para quem 'corre' do meu lado e estar em paz com a minha consciência. "Eu sempre vou te amar. Eu sei que sempre eu vou te amar".

## RESUMO

Distribuição espacial e ecologia de macrófitas aquáticas do rio Ipojuca, Pernambuco, Brasil). Macrófitas aquáticas compreende um grupo de planta diverso bem conhecido devido os seus usos, por exemplo, são usadas na alimentação humana, ração animal, medicina, produção de cercas, esteiras, bolsas, artefatos pessoais e decorativos; cultural, jardins aquáticos, aquários. Estudo com macrófitas aquáticas indicam a importância dessas plantas como indicador da eutrofização artificial. O rio Ipojuca é um importante manancial de Pernambuco e o atual estudo foi realizado ao longo de seu eixo principal em suas quatro mesorregiões do estado: Sertão, Agreste, Zona da Mata e Litoral, na qual foram desenvolvidas sete excursões em 11 pontos diferentes. Além disso, foram coletados dados de nutrientes (fosfato e nitrogênio) em três desses pontos. No total foram registradas 52 espécies distribuídas em 37 gêneros e 23 famílias. O ponto do município de Gravatá apresentou os mais elevados valores de nutrientes e Pombos exibiu a maior riqueza específica. A estação chuvosa apresentou maior riqueza de espécies que a estação seca, assim 72,73% dos pontos amostrados exibiram maior riqueza na estação chuvosa; 9,09% na estação seca e 18,18% não mostrou diferença. No total das espécies estudadas, 46,15% foram pouco frequentes, 32,69% esporádicas, 15,38% frequentes e 5,77% muito frequentes. Em relação às formas biológicas, 42,31% foram emergentes, 30,77% anfíbias, 15,38% flutuantes livres, 9,62% flutuantes fixas, 3,85% epífitas e 1,92% submersa fixa. Os resultados mostram que o rio Ipojuca tem uma flora rica de macrófitas aquáticas e indicam que a água do rio requer adequado tratamento devido sua baixa qualidade.

**Palavras-chave:** Ecossistema aquático; Eutrofização; Formas biológicas; Nordeste brasileiro; Sazonalidade.

## ABSTRACT

Spatial distribution and ecology of aquatic macrophytes Ipojuca River, Pernambuco, Brazil). Aquatic macrophytes comprise a diverse plant group well known due their uses, e.g. are used as human food, animal feed, medicine, production of fences, mats, bags, personal and decorative artifacts, cultural, water gardens, aquariums. Studies with aquatic macrophytes indicate the importance these plants as indicators of artificial eutrophication. The Ipojuca River is a major hydrographic basin of the Pernambuco and the current study was conducted along of their main axis in the four mesoregions of the State: Sertão, Agreste, Zona da Mata and Litoral, in which were performed seven floristic surveys in 11 different sites. Moreover were collected data of aquatic nutrients (phosphate and nitrogen) in three these sites. In total were registered 52 species distributed in 37 genera and 23 families. The Gravatá municipality was the site with higher nutrient values and Pombos showed the higher species richness. The rainy season had higher species richness than the dry season, thus 72.73 % of the sampled sites exhibited greater richness in the rainy season; 9.09 % in the dry season and 18.18 % there was no difference. In total species studied, 46.15 % were few frequent, 32.69% sporadic, 15.38% frequent and 5.77% very frequent. In relation to biological forms, 42.31% were emerging, 30.77% amphibious, 15.38% floating free, 9.62 % fixed floating, 3.85% epiphytic, and 1.92% fixed submerged. The results showed that the Ipojuca River have aquatic macrophytes flora rich and diverse and indicate that the river water requires proper treatment due their low quality.

**Keywords:** Aquatic ecosystem ; Eutrophication ; biological forms ; Brazilian Northeast ; Seasonality .

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1:** Mapa da localização da bacia hidrográfica do rio de Ipojuca, Pernambuco, Brasil.....44
- Figura 2:** Mapa da bacia hidrográfica do rio Ipojuca, Pernambuco, Brasil, com os respectivos pontos inventariados no período de abril de 2012 a maio de 2013.....44
- Figura 3:** Número de espécies das Macrófitas Aquáticas por famílias inventariadas no Rio Ipojuca, Brasil, no período de abril/2012 a maio/2013.....45
- Figura 4:** Número de espécies das Macrófitas Aquáticas por ponto de coleta inventariadas no Rio Ipojuca, Brasil, no período de abril/2012 a maio/2013.....49
- Figura 5:** Pombos nos meses de agosto/2012 (A e B) e outubro/2012 (C e D).....49
- Figura 6:** Pombos nos meses de dezembro/2012 (E e F) e março (G e H).....50
- Figura 7:** Frequência de ocorrência das macrófitas aquáticas inventariadas no Rio Ipojuca, Brasil, no período de abril/2012 a maio/2013.....50
- Figura 8:** Nascente do Rio Ipojuca, Arcoverde, Brasil nos meses de abril/2012 (A), agosto/2012 (B), dezembro/2012 (C) e março/2013 (D).....51
- Figura 9:** Nascente do Rio Ipojuca, Arcoverde, Brasil no mês de maio/2013 (E e F). Reservatório construído por moradores da área, 50m da nascente do Rio Ipojuca (G e H).....51
- Figura 10:** Colonização de macrófitas aquáticas no reservatório construído por moradores da área, 50m da nascente do Rio Ipojuca (I e J).....52
- Figura 11:** (A) *Ipomoea asarifolia*; (B) *Oxycaryum cubense* epifitando *Eichhornia crassipes*; (C) *Heteranthera limosa*; (D) *Melochia arenosa*.....52
- Figura 12:** Formas biológicas das macrófitas aquáticas inventariadas no Rio Ipojuca, Brasil, no período de abril/2012 a maio/2013.....53
- Figura 13:** Poluição observada em alguns pontos amostrados no Rio Ipojuca. A e B: Bezerros; C: Tacaimbó; D: Sanharó.....53

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Mesorregiões pernambucanas com seus dados climatológicos (precipitação pluviométrica e temperatura) em dois períodos distintos: inverno e verão.....42
- Tabela 2:** Lista dos pontos de coleta inventariados na bacia hidrográfica do Rio de Ipojuca, Pernambuco, Brasil com as mesorregiões, pontos/municípios, altitudes, coordenadas, caracterização dos tipos de ambientes e riqueza de espécies (abril/2012 a maio/2013). LE = Lêntico; LO = Lótico.....43
- Tabela 3:** Lista das espécies de macrófitas aquáticas ocorrentes na bacia hidrográfica do rio Ipojuca, Pernambuco, Brasil, entre abril/2012 e maio/2013. F. B. = Formas Biológicas: A = Anfíbia; Em = Emergente; Ep = Epífita; FF = Flutuante Fixa; FL = Flutuante Livre; SF = Submersa Fixa; FREQ. = Frequência de ocorrência em porcentagem: E = Esporádica; F = Frequente; MF = Muito Frequente; PF = Pouco Frequente.....45
- Tabela 4:** Riqueza específica dos estudos desenvolvidos com macrófitas aquáticas nas cinco regiões do Brasil entre os períodos de 2010 e 2012.....48
- Tabela 5:** Valores mínimo (MÍN), MEDIANA, máximo (MÁX), desvio padrão (DESV PAD), MEDIANA GERAL e VALOR PADRÃO dos nutrientes ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$  e  $\text{PO}_4$ ) analisados em três pontos (Poção/Pesqueira; Gravatá e Ipojuca) do rio Ipojuca, Pernambuco, Brasil, no período de junho/2012 a maio/2013.....54

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	3
2.1 IMPORTÂNCIA DOS ESTUDOS DAS COMUNIDADES DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS.....	3
2.2 MACRÓFITAS AQUÁTICAS NA REGIÃO NORTE DO BRASIL.....	3
2.3 MACRÓFITAS AQUÁTICAS NA REGIÃO CENTRO-ESTE DO BRASIL.....	4
2.4 MACRÓFITAS AQUÁTICAS NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL.....	8
2.5 MACRÓFITAS AQUÁTICAS NA REGIÃO SUL DO BRASIL.....	11
2.6 MACRÓFITAS AQUÁTICAS NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL.....	14
2.6.1 MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM PERNAMBUCO.....	17
3 REFERÊNCIAS.....	19
4 ARTIGO CIENTÍFICO.....	23
RESUMO.....	25
ABSTRACT.....	26
INTRODUÇÃO.....	27
MATERIAL E MÉTODOS.....	28
Descrição da área.....	28
Trabalho de campo, coleta e análise dos dados.....	28
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
Composição Florística.....	30
Riqueza específica dos pontos de amostragem.....	30
Dinâmica das macrófitas aquáticas em resposta à sazonalidade.....	31
Frequência de Ocorrência.....	32
Formas Biológicas.....	34

Análises dos nutrientes e qualidade da água do rio ipojuca.....	35
Qualidade da água e macrófitas aquáticas.....	37
AGRADECIMENTOS.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

## 1 INTRODUÇÃO

As macrófitas aquáticas se organizam em assembleias ou comunidades, apresentando um número variável de espécies e diferentes tipos biológicos, dessa forma podem colonizar ecossistemas inteiros ou restringir-se à região litorânea (Thomaz e Esteves, 2011). São altamente organizadas, formando quase um superorganismo (Clements, 1916), colonizando o local em função de seus requerimentos individuais (Gleason, 1926) e assim, nos trópicos apresentam grande dinâmica, principalmente devido ao ciclo hidrológico (Boschilia et al, 2008).

Podem ser utilizadas das mais variadas formas: a) alimentação humana e como ração animal, destacando-se *Papyrus* L., como suplemento no leite ou como pão, *Nelumbo nucifera* Gaertn, *Ceratopteris* Brongn, *Nasturtium* R. Br. (agrião) e *Ipomoea aquatica* Forsk., utilizadas nas saladas, *Oryza sativa* L., o arroz, *Victoria amazonica* (Poepp.) J. C. Sowerby como suplemento alimentício, a *Typha* L. como inhame; b) medicamento, nesse uso pode-se citar *Pistia stratiotes* L., no tratamento de inflamações da pele e urinária (Guarin, 1984); *Acorus calamus* L. para tratar doença dos olhos, tosse, dor de garganta e dentes (Sculthorpe, 1967); Já *Echinodorus macrophyllus* (Kunth) Micheli para tratamento de infecções renais e respiratórias e o agrião como expectorante e no combate às inflamações do aparelho respiratório (Agnihotri, et al, 2008); c) indústria, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., na produção de celulose, currais, cercas, esteiras, bolsas e artefatos pessoais e decorativos; d) cultural, a espécie *Nelumbo nucifera*, Flor de lótus (Nymphaeaceae), na Índia simboliza a nobreza, no Japão e China é símbolo do verão e para os hindus e budistas simboliza a criação cósmica (Sculthorpe, 1967); e) paisagismo, na construção de jardins aquáticos e aquários, *Butomus* L., *Menyanthes* L., *Nelumbo* Adans, *Pontederia* L., *Sagittaria* L., *Typha* L., *Nuphar* Sm., *Nymphaea* L., *Nymphoides* Hill, *Hydrocleys* Rich e *Cyperus* L.. Em aquários são utilizadas, *Elodea* Michx., *Egeria* Planch, *Myriophyllum* L., *Cabomba* Aubl., *Ceratophyllum* L., *Vallisneria* L., *Echinodorus* Rich. & Engelm. ex A. Gray, e *Salvinia* Séguier.

Além disso, podem ser utilizadas como bioindicadoras da qualidade da água, devido seu elevado desempenho em absorver os nutrientes do corpo d'água, em especial, fosfato, amônia e nitrato. Dessa forma, seu estabelecimento e crescimento dependem das condições físico-químicas do ecossistema aquático onde se encontram, pois através de

suas raízes, absorvem os nutrientes necessários ao seu eficiente e completo desenvolvimento (Meirelles-Pereira e Esteves, 2011).

Tais demandas nutricionais são incrementadas a partir do lançamento de esgotos domésticos (e.g. produtos de limpeza e excrementos humanos), efluentes industriais (e.g. fabricação de produtos de limpeza com compostos polifosfatados) ou atividades agrícolas (e.g. uso de fertilizantes químicos na agricultura), caracterizando um processo dinâmico denominado Eutrofização Artificial, ocasionado pela ação humana (Meirelles-Pereira e Esteves, 2011).

Diante da importância e do potencial bioindicador das macrófitas aquáticas, este trabalho apresentou como objetivos inventariar as espécies de macrófitas aquáticas, analisar a distribuição, aspectos ecológicos (frequência de ocorrência, formas biológicas e sazonalidade) e o seu papel bioindicador da qualidade da água em diferentes pontos do rio Ipojuca, no Sertão, Agreste, Zona da Mata e litoral do estado de Pernambuco, Brasil.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 IMPORTÂNCIA DOS ESTUDOS DAS COMUNIDADES DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS**

Devido às importantes atribuições ecológicas fornecidas pela comunidade de macrófitas aquáticas aos ecossistemas aquáticos continentais, desde 1970 o esforço para identificar e entender essas plantas cresceu rigorosamente (Cronk e Fennessy, 2001). Principalmente quando se reconheceu que a maioria dos ecossistemas aquáticos é rasa e essa comunidade vegetal exerce papel importante na manutenção de serviços ecológicos, destacando-se, ciclagem de nutrientes, retenção de poluentes e conservação da biodiversidade (Wetzel, 2001).

A América do Sul apresenta como principal característica ecológica, grandes áreas úmidas, *wetlands* (Neiff, 2001), que indicam locais de maior diversidade e produtividade biológica (Taylor et. al, 1995). No Brasil, o sítio que apresenta a maior área alagável já estudada, nesse contexto, é o Pantanal Mato-grossense, planície inundável com cerca de 140.000 km<sup>2</sup> (Salis, 2000). A região pantaneira é um dos quatro centros de diversidade de macrófitas aquáticas do Brasil (Pedrali, 1992).

Os estudos envolvendo as comunidades de macrófitas aquáticas vêm crescendo por todo Brasil, sendo várias as temáticas estudadas [levantamento florísticos/inventários, ecologia (teia trófica, diversidade, frequência, infestação, sucessão, composição, cobertura), chaves de identificação, comprovação de metodologias aplicadas] nos mais variados ambientes das cinco regiões do país.

### **2.2 MACRÓFITAS AQUÁTICAS NA REGIÃO NORTE DO BRASIL**

Lolis e Thomaz (2011) realizaram a análise da riqueza de espécies e composição das assembleias de macrófitas aquáticas em cinco regiões do Reservatório Luis Eduardo Magalhães, no rio Tocantins; analisando também a distribuição espacial e temporal

dessas plantas no reservatório. Foram catalogadas 50 taxa de todos os grupos ecológicos. *Salvinia auriculata* Aubl. foi a espécie mais frequente (75%) nos pontos amostrados. Foi observada diferença significativa na riqueza de espécies entre as regiões estudadas. Estando os maiores valores nas regiões de montante; segundo os autores esse resultado se deve ao aporte de nutrientes, uma vez que as regiões de maior riqueza se encontravam na porção fluvial do reservatório, apresentando características físicas, químicas e biológicas bastante distintas, pois recebe carga de nutrientes e sedimento dos tributários.

Ainda afirmam que a riqueza de espécies submersas aumentam nas regiões de intensa radiação subaquática e é a favorecida pela reduzida flutuação do reservatório. Os autores concluíram que a variação espacial das comunidades de macrófitas foi mais importante que a variação temporal e que a variável que mais contribuiu para o aumento das plantas submersas foi a transparência da água.

Pinheiro et. al, (2012) evidenciam a distribuição espacial das comunidades de macrófitas aquáticas de acordo com a morfometria e morfologia em diferentes lagos do Nordeste do estado de Roraima. O trabalho trata de uma pesquisa descritiva. Não apresenta o número de espécies catalogadas em virtude das espécies mencionadas não terem sido coletadas, não havendo caracterização da frequência de ocorrência nem formas biológicas. Ocorre apenas uma breve menção das famílias Cyperaceae, Nymphaeaceae, Araceae e Onagraceae. Os autores observaram que os lagos de menor profundidade apresentavam maior quantidade de macrófitas e os lagos mais profundos apresentavam mais plantas nas margens.

## **2.3 MACRÓFITAS AQUÁTICAS NA REGIÃO CENTRO-ESTE DO BRASIL**

Cunha, et. al, (2011) catalogaram as macrófitas aquáticas, estimaram a cobertura vegetal e aferiram a profundidade em cinco pontos (Arrozal, tapete flutuante 1 e 2, prado flutuante e o banco do canal) da Baía do Castelo, borda oeste do Pantanal brasileiro. Foram listadas 57 espécies, 26 famílias e 44 gêneros. A família de maior riqueza foi Poaceae (9 spp) Asteraceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Onagraceae e Polygonaceae (4 spp. cada) e Pontederiaceae (3 spp.). A espécie mais frequente foi *Commelina*

*schomburgkiana* Klotzsch. (43% em todos os pontos); seguida de *Oryza latifolia* Desv. (30%), *Leersia hexandra* Sw. (28%), *Enydra radicans* (Willd.) Lack (26%), *Pityrogramma calomelanos* (L.) Link (25%), *Cayaponia podantha* Cogn. e *Vigna lasiocarpa* (Mart. ex Benth.) Verdc. (22% cada). Segundo os autores essa riqueza corresponde a 20% da riqueza de todo pantanal, registrada por Pott et. al, 2011 e apresenta limitações em relação a comparações com outras sub-regiões, devido à escassez de estudos para a área, porém a riqueza encontrada pode ser considerada alta quando comparada a outros estudos realizados no Pantanal.

Ferreira, et. al, (2011) realizaram uma revisão da literatura já existente, somada aos exemplares coletados pelos autores num período de 3 anos, com o objetivo de avaliar a riqueza de macrófitas aquáticas na planície de inundação e comparar com a riqueza da flora de áreas úmidas da América do Sul. Dessa forma, os autores listaram 153 espécies de macrófitas aquáticas, distribuídas em 47 famílias e 100 gêneros. Os autores evidenciaram diferenças florísticas nas áreas úmidas da América do Sul, exceto entre o alto rio Paraná e o Pantanal. Foi possível a separação de três grupos: lagoas sazonais (Nordeste do Brasil).

As famílias mais numerosas foram Poaceae (21), Cyperaceae (17), Pontederiaceae (8), Hydrocharitaceae (7), Polygonaceae e Onagraceae (6) e Fabaceae (5). Entre as formas de vida, anfíbias e emergentes foram as mais encontradas, representando, respectivamente 45% e 26% das plantas amostradas. Seguidas por submersas fixas (11%), flutuantes livres (9%), flutuantes fixas e submersas livres (2%) e as epífitas (1%). Os autores concluíram que a riqueza de espécies da América do Sul ainda está longe de ser bem compreendida e que se faz necessário o aumento do número de coleções tanto no sistema rio-planície do Alto rio Paraná como em outras áreas úmidas.

Kufner et. al, (2011) estudaram a composição florística e a influência do pulso de inundação na biomassa das espécies *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth, *E. crassipes* (Mart.) Solms, *Pista stratiotes* L. e *Salvinia auriculata* Aubl. em uma lagoa de meandro no Pantanal. Onde observaram 42 espécies, 34 gêneros e 25 famílias botânicas. As famílias mais ricas foram Araceae, Onagraceae e Poaceae. O gênero de maior riqueza foi *Ludwigia* L. (Onagraceae), com quatro espécies.

A forma biológica emergente predominou com 17 espécies, seguida das anfíbias com 14 e flutuantes livres com 13; devido a adaptações morfológicas, anatômicas e ecofisiológicas às variações do nível da água geradas pela sazonalidade, o nível da água pode regular a frequência e a ocorrência de algumas espécies e estas não são excluídas, mas favorecidas em determinados períodos sazonais. Não foram encontradas espécies submersas, provavelmente devido à turbidez da água que impossibilita o desenvolvimento desse grupo de plantas. O ciclo hidrológico atuou de maneira distinta sobre a biomassa das espécies estudadas, de modo que algumas espécies apresentaram altas taxas de crescimento em época chuvosa e outras em época de cheia. Isso pode ser explicado, segundo os autores, pela competição por espaço, luz e nutrientes.

De um modo geral, o aumento do nível da água aumentou a biomassa das espécies. Os autores também afirmam que a temperatura tem importante papel na produtividade das macrófitas e que as espécies flutuantes fixas são bem mais adaptadas à flutuação do nível d'água, devido ao enraizamento no substrato, crescimento clonal e fragmentação. Não há um padrão de produção de biomassa em relação ao nível da água. Os autores concluíram que a sazonalidade hídrica não é o único fator que influencia na produção da biomassa das macrófitas.

Lehn et. al, (2011) objetivaram quantificar a comunidade de macrófitas aquáticas associada ao rio Miranda, Pantanal Matogrossense, através de dois métodos de amostragem: interseção linear e parcelas. Os autores listaram 36 espécies, 31 gêneros e 20 famílias. Poaceae foi a família de maior riqueza específica. As formas biológicas mais encontradas foram emergentes, seguidas por anfíbias e flutuantes livres. Isso porque a amplitude de inundação está entre 1 e 2m, garantindo sobrevivência desses tipos biológicos tanto na cheia quanto na seca. Os dois métodos empregados se mostraram eficientes e os autores os indicam para estudos quantitativos com macrófitas aquáticas; visando uma melhor compreensão dos padrões estruturais dessa comunidade.

Pott, A. et. al, (2011) revisaram os estudos sobre os principais tipos de vegetação do pantanal brasileiro. A flora da planície pantaneira consta de aproximadamente 2.000 espécies. As famílias com maior riqueza são Fabaceae (240), Poaceae (212), Malvaceae (98), Ciperaceae (92), Asteraceae (87), Rubiaceae (62), Myrtaceae (45), Convolvulaceae (41). Entre os gêneros mais representativos estão *Paspalum* L. (35), *Cyperus* L. (29),

*Ipomoea* L. (24), *Panicum* L. (22), *Eugenia* L. (20), *Ludwigia* L. (19), *Mimosa* L. (18) e *Rhynchospora* Vahl (18). Cerca de 1000 espécies são herbáceas devido a sua adaptação a áreas inundáveis, que são ocupadas, geralmente, por espécies anfíbias.

Essa riqueza é o resultado do encontro de elementos de ampla distribuição e províncias fitogeográficas mais ou menos vizinhas, como Cerrado (36% da região pantaneira), Florestas Estacionais, Charco, Amazônia e Mata Atlântica. O grupo de maior riqueza é composto por espécies de ampla distribuição; seguido do Cerrado. A vegetação da planície sedimentar consiste num mosaico constituído de plantas aquáticas, campos inundáveis, florestas ripárias, savanas (cerrados), cerradão, floresta decidual e savanas e florestas pioneiras monodominantes. Apenas sete plantas são endêmicas.

Pott, V.J. et. al, (2011) realizaram uma breve revisão a cerca dos estudos referentes à vegetação aquática do Pantanal brasileiro e da alta bacia. Os autores contabilizaram 280 espécies, sendo a maioria identificada por Pott e Pott (2000). As famílias mais numerosas são Poaceae (26), Ciperaceae (19), Fabaceae (15), Onagraceae (15) e Pontederiaceae (12). Os gêneros melhor representados são *Ludwigia* L. (15), *Bacopa* Aubl. (12), *Utricularia* L. (11), *Nymphaea* L. (7), e *Polygonum* L. (7). As pesquisas sobre a vegetação aquática nessa área foram realizadas, principalmente em florística, o estudo taxonômico se restringindo a poucos grupos (Nymphaeaceae, Araceae-Lemnoideae e *Aeschynomene*), alguns grupos foram revisados nacional (*Panicum*) e mundialmente (*Utricularia*) e ocorrem em pontos concentrados (Fazenda Nhumirim (Nhecolândia), Fazenda Santa Emília (Aquidauana), Pirizal (Poconé) e outras áreas de Poconé).

Em relação à vegetação aquática das áreas úmidas do Cerrado (alta bacia e perto das cabeceiras da bacia do rio Paraná) a flora apresenta 574 espécies, apresentando esta, a maior riqueza. Existem diferenças florísticas entre a planície e bacia superior, havendo ocorrência de espécies exclusivas para cada um desses ambientes, bancos monoespecíficos bastante vastos em determinadas áreas, distintas distribuições e estrutura de algumas espécies, além de uma grande variedade de habitats (lagos, lagoas, lagoas de água salgada, riachos sazonais, canais de várzea). No entanto, ocorrem espécies similares entre o Pantanal e as pastagens úmidas em direção as terras altas do Cerrado. Não há ocorrência de espécies aquáticas endêmicas, algumas espécies são muito raras ou tem ocorrência restrita.

## 2.4 MACRÓFITAS AQUÁTICAS NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

Ferreira, et. al, (2010) analisando a composição florística de três lagoas, em Minas Gerais, contabilizaram 37 espécies e 24 famílias de macrófitas aquáticas (2 Samambaias). Cyperaceae e Poaceae destacaram-se em diversidade (6 e 4 espécies, respectivamente). As espécies emergentes foram as mais frequentes (73%), seguidas das anfíbias (27%). O ambiente analisado foi caracterizado como lântico (águas paradas e sem correnteza) e apresentou diferenças na composição de espécies. A diferença na diversidade de espécies foi explicada pela relação declividade/profundidade da região litorânea. Os autores afirmam que lagoas com região litorânea maior e sem declividade/profundidade, proporcionam estabilidade ao sedimento, permitindo o desenvolvimento de comunidades com menor substituição de espécies ao longo do tempo.

Meyer e Franceschinelli (2010) realizaram levantamento florístico das plantas vasculares das áreas úmidas da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais. Foram catalogadas 224 espécies, 126 gêneros e 53 famílias. Cyperaceae e Poaceae apresentaram maior riqueza específica. O ponto de maior riqueza foi na bacia do rio Doce, localizado no município de Ouro Preto, distrito de Lagoa Nascentes do Taboão. Foi verificada baixa similaridade florística entre as áreas estudadas. Quanto maior a distância geográfica, menor a similaridade florística entre as áreas. Os autores acreditam que a disponibilidade de habitats está relacionada à riqueza florística e que esta aumenta em áreas perturbadas. Como também, os fatores vazão, substrato, largura, profundidade, tipo de margem e posição do rio no sistema hídrico e o movimento da água. Além desses, as irregularidades geológicas e os obstáculos artificiais modificam, gradativamente, o curso e a composição química do rio. Os autores concluíram que as áreas amostradas são bastante distintas em relação à composição florística e suas comunidades vegetais refletem as diferentes peculiaridades de cada ambiente.

Meyer e Franceschinelli (2011) buscaram correlacionar as variáveis físico-químicas das águas e físicas dos ambientes com a diversidade das macrófitas ocorrentes em áreas úmidas na Cadeia do Espinhaço. Foram catalogadas 70 espécies, distribuídas em 42

gêneros e 26 famílias. As formas biológicas mais frequentes foram as anfíbias, seguidas das emergentes. Verificaram que os pontos onde os valores da condutividade elétrica foram maiores e o pH menores, ocorriam maiores taxas de decomposição de matéria orgânica (folhas, frutos, sementes e galhos) e as águas eram de tons amarronzados e nesse caso, esses valores elevados de condutividade não estão associados à eutrofização. E no rio Corrento essas taxas coincidiam com a interferência humana.

As taxas de oxigênio dissolvido foram boas para todos os ambientes lóticos, devido ao movimento da água. Segundo os autores, o fósforo detectado nos ambientes lóticos amostrados são oriundos da dissolução das rochas da bacia de drenagem, visto que suas taxas foram baixas. Também se consideraram baixas as taxas de nitrogênio, uma vez que não ocorreram densas comunidades de macrófitas aquáticas. Enquanto que na lagoa Estivinha o menor valor de OD foi registrado no período de maior concentração das chuvas. No entanto, no conjunto, nos ambientes lênticos não houve comprometimento da disponibilidade de oxigênio; os nutrientes fosfatados e nitrogenados também apresentaram baixas concentrações e todos os ambientes lênticos apresentaram algum tipo de interferência humana.

Foi observada maior concentração de espécies nas lagoas onde as correlações mais fortes foram temperatura, pH e nitrogênio, apesar da temperatura ter pouca influência na distribuição das espécies, que podem ocupar ambientes tropicais ou temperados. Enquanto que a disponibilidade de nutrientes é fator limitante na produção primária dos ecossistemas aquáticos, muito embora algumas espécies não colonizem ambientes eutrofizados devido seu limitado poder competitivo em relação às invasoras.

Do mesmo modo as formas biológicas refletem o nível trófico dos ambientes onde se encontram, estando as flutuantes relacionadas com os ambientes eutróticos, enquanto as submersas aos oligotróficos. E na presente pesquisa (Meyer e Franceschinelli, 2011) houve presença de espécies flutuantes fixas nos ambientes ricos em nitrogênio. Esse tipo de planta pode absorver os nutrientes do sedimento e da coluna d'água. Para as emergentes e anfíbias o sedimento foi a principal fonte de nutrientes. No entanto, os autores advertem para essas correlações entre a distribuição das macrófitas e as características físico-químicas do ambiente, devido ao fato de algumas vezes a presença das espécies estar relacionada mais ao tipo de habitat ou substrato do que às variáveis ambientais.

Assim os autores acreditam que a diversidade de macrófitas aquáticas da área estudada refletiu a heterogeneidade dos ambientes, sendo algumas características fortemente determinantes; assim as variáveis ambientais da água como as influências de aspectos físicos dos ambientes, foram determinantes na composição florística e as áreas de maior disponibilidade de nutrientes foram associadas a espécies de ampla ocorrência, enquanto que os ambientes lóticos abrigaram espécies restritas.

Pivari et. al, (2011) avaliaram a composição e distribuição de macrófitas aquáticas ocorrentes na Área de Proteção Ambiental do Parque Estadual do rio Doce (PERD) e áreas não protegidas, através de levantamentos bibliográficos, material depositado em herbários e coletas *in situ* entre 2007 e 2010. O estudo catalogou 184 espécies, sendo lançada a proposta de uma nova categoria de forma biológica; embalsada para aquelas encontradas em ilhas flutuantes e além disso a pesquisa contribuiu com 152 novas citações para o Vale do rio Doce em Minas Gerais, dois novos registros para o estado e a descrição de uma espécie inédita para a lista de macrófitas aquáticas.

As famílias mais representativas foram Cyperaceae, Poaceae, Asteraceae e Onagraceae. Houve predominância de herbáceas, arbustos, lianas e árvores, nessa ordem. Todas as formas biológicas foram encontradas, anfíbias, embalsadas, emergentes, epífitas, flutuantes fixas, flutuantes livres, submersas fixas, submersas livres, em ordem de riqueza específica. Segundo os autores o elevado número de espécies embalsadas deve-se ao surgimento de novas ilhas flutuantes em decorrência do avançado nível de eutrofização desses ambientes aquáticos.

Os autores mostram que vem ocorrendo perda da biodiversidade, por meio da ação antrópica, de cerca de 110 ambientes aquáticos do sistema do Vale do Rio Doce que não são protegidos. O índice de Jaccard evidenciou similaridade florística média entre as áreas protegidas e as não protegidas, o que torna o PERD um refúgio para as espécies, muito embora 48 espécies tenham ocorrido apenas nas áreas de amortecimento (não protegidas), indicando que as lagoas e brejos desse sistema lacustre consistem em unidades isoladas. Os autores apontam a importância de estratégias de conservação das comunidades de macrófitas aquáticas a partir da compreensão de sua distribuição com pesquisas que envolvam caracterização dos indivíduos dos ambientes aquáticos, composição florística e padrões de distribuição das espécies no mosaico de lagoas e brejos nas localidades de amortecimento do PERD.

Valadares et. al, (2011) desenvolveram um levantamento florístico realizado em área de restinga, no Espírito Santo. Onde foram registradas 125 espécies distribuídas em 56 famílias, entre angiospermas e samambaias. A família de maior riqueza foi Asteraceae, seguida por Cyperaceae, Fabaceae, Rubiaceae e Poaceae. A forma biológica predominante foi emergente, seguida por anfíbias, flutuantes livres e flutuantes fixas. Os autores acrescentaram com esse trabalho 29 taxa como novas ocorrências para a Restinga do Espírito Santo. Encontraram espécies distribuídas em vários tipos de formações vegetacionais de restinga, tais como formação florestal não inundável, arbustiva aberta inundável, formação arbustiva fechada não inundável. Além de encontrarem espécies ameaçadas de extinção e 28 espécies invasoras. Os autores sugerem estudos florísticos que acompanhem a sazonalidade dessas espécies e tenham maior esforço amostral.

## **2.5 MACRÓFITAS AQUÁTICAS NA REGIÃO SUL DO BRASIL**

Alves et. al, (2011) avaliaram a composição e distribuição de macrófitas aquáticas na Lagoa da Restinga do Massiambu, na Área de Proteção Ambiental Entorno Costeiro de Santa Catarina. Foram avaliados cobertura vegetal, declividade, nível da água e profundidade. O estudo contabilizou 63 espécies, 44 gêneros e 33 famílias. As famílias mais representativas foram Cyperaceae e Polygonaceae. Os autores registraram uma espécie endêmica *Cuphea aperta* Koehne demonstrando a importância da conservação da lagoa e do seu entorno.

As análises mostraram que houve maior riqueza de espécies na zona marginal da lagoa, onde os níveis de água são mais baixos e a variação no nível de água é mais intensa que nas demais; além dessas zonas constituírem a interface entre o ambiente aquático e o terrestre, formando habitat heterogêneo. Nesses locais a maior riqueza de espécies consiste nas anfíbias e emergentes que estão associadas a ambientes sujeitos às inundações sazonais, baixa profundidade e resistência das espécies à diminuição do volume de água. O aumento da profundidade também contribui positivamente para a riqueza de espécies. O aumento do nível de água nas áreas úmidas adjacentes à lagoa recruta banco de sementes e propágulos vegetativos, favorecendo o desenvolvimento de

novas espécies, além disso, a elevação do nível de água amplia e/ou cria novos habitats, resultando em maior heterogeneidade espacial, também influenciando positivamente a diversidade; do mesmo modo, em baixos níveis de água ocorre a contração dos habitats aquáticos, reduzindo a riqueza e diversidade específicas.

Além da profundidade, a declividade refletiu positivamente na riqueza e diversidade de espécies, favorecendo a colonização de macrófitas aquáticas de diferentes formas biológicas. Bem como a alta precipitação pluviométrica promove a elevação do nível da água modificando a declividade e ocasionando alterações na região litorânea, o que proporciona heterogeneidade do ambiente e aumenta a diversidade específica. As formas biológicas de maior representatividade foram as anfíbias e emergentes, devido a influência do pulso de inundação sazonais, que proporcionam às plantas adaptações tanto ao meio aquático quanto ao terrestre; além disso apresentam resistência à diminuição do volume de água. Dessa forma, os autores encontraram 15 espécies com mais de uma forma biológica e 48 com apenas uma. A distribuição da composição das macrófitas apresentou um padrão em relação ao gradiente de profundidade no sentido margem-interior.

Kafer et. al, (2011) executaram um estudo florístico e fitossociológico das macrófitas em um banhado continental do Rio Grande, Rio Grande do Sul, no qual foram registradas 82 espécies e 33 famílias, sendo Cyperaceae a mais representativa em número de espécies, seguida por Poaceae e Asteraceae. Os hábitos encontrados foram herbáceo, lianescente, arbustivo e arbóreo, na ordem de riqueza e entre as formas biológicas, ocorreram apenas espécies anfíbias e emergentes. Nessa pesquisa não foi observada alteração fitofisionômica marcante. Não houve ocorrência das formas biológicas flutuantes e submersas, segundo os autores essa ausência pode ser explicada pela elevada biomassa da Cyperaceae *Scirpus giganteus*, que impediu a penetração de luz na água. Além disso, acreditam que o tamanho da área, diversidade de habitats, disponibilidade e condutividade da água e concentração de nutrientes podem condicionar a composição florística e que devem ser levados em consideração em estudos futuros a fim de se ter um melhor entendimento da dinâmica do banhado estudado.

Mormul et. al, (2010) desenvolveram levantamento florístico, comparação da composição das macrófitas aquáticas coletadas entre 1995 e 1998 e avaliação da

influência dos fatores abióticos na composição dessas macrófitas da margem esquerda do Reservatório de Itaipu, Brasil. Foram registrados 87 taxa distribuídos em 57 gêneros e 34 famílias. As famílias mais representativas foram Poaceae, Cyperaceae, Polygonaceae, Characeae, Araceae, Hydrocharitaceae e Onagraceae, nessa ordem.

Cinco espécies não nativas foram encontradas e entre elas duas espécies foram encontradas elevada frequência no local estudado. A análise de ordenação mostrou diferença na composição das macrófitas nos diferentes braços do reservatório. A profundidade do disco de Secchi variou entre 0,5 e 6m e a velocidade do vento entre 0,45 e 30 km. Essas duas variáveis mostram-se importantes na determinação da composição das assembleias de macrófitas. Esse levantamento acrescentou a essa área 25 espécies e segundo os autores, as comunidades de macrófitas são dinâmicas entre os reservatórios e mudaram devido o rebaixamento e alterações na composição físico-química da água. Além dos métodos de amostragens diferentemente utilizados. Foi observado um padrão de organização na composição das espécies ocasionado pela concentração de nutrientes, penetração de luminosidade subaquática e efeito do vento. Os autores sugerem estudos futuros que averiguem o efeito dos nutrientes e localizem os sítios colonizados pelas espécies exóticas, a fim de se prevenir danos à biota do reservatório, como também à água do mesmo.

Rocha e Martins (2011) efetuaram inventário florístico, análise da frequência, dados sobre o crescimento populacional, além da identificação das áreas de intensa colonização de macrófitas aquáticas no Reservatório de Alagados, Ponta Grossa, Paraná. Foram inventariadas 54 espécies de 16 famílias. Em alguns pontos de coleta foram observados efeitos antrópicos. Os autores consideram as áreas amostradas ainda preservadas e sugerem monitoramento para minimizar o leve efeito antrópico observado. As espécies de maior frequência (*Nymphoides indica* (L.) Kuntze, *Ludwigia* sp., *Polygonum acuminatum* Kunth.), segundo os autores, merecem atenção devido ao rápido crescimento populacional. Os autores associam a ausência de espécies submersas ao fato da elevada turbidez da água e o estado trófico dos ambientes. Alertam para a ocorrência de espécies flutuantes (fixas e livres) devido ao seu alto poder de deslocamento e consequente comprometimento da geração de energia, além dos entupimentos das tubulações. Bem como, acreditam que a baixa ocorrência de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms se deu à

baixa temperatura da região, que se encontra em latitude superior a 40°. Também associam a presença de espécimes de Asteraceae e Poaceae ao nível de antropização do ambiente estudado.

Identificaram três pontos com maior colonização de macrófitas, explicados pela demanda de nutrientes oriundos de resíduos agrícolas provenientes das atividades agropecuárias, que provocaram o desequilíbrio populacional das macrófitas. Sugerem investigações futuras a fim de verificar quais os fatores abióticos podem estar relacionados a essa grande colonização. Além de ressaltarem a funcionalidade das macrófitas aquáticas como abrigo e ambiente de reprodução para alguns pássaros e outros animais do local. Atentam para a conservação e preservação do ambiente e da qualidade da água, que é oferecida para a população humana; além do monitoramento das principais espécies colonizadoras, em especial as flutuantes livres, devido o seu poder de movimentação e conseqüente comprometimento dos equipamentos de geração de energia.

## **2.6 MACRÓFITAS AQUÁTICAS NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL**

França et. al, (2010) buscaram inventariar a flora vascular da Região de Marimbus, Chapada Diamantina - BA; ampliando os registro de distribuição geográfica das espécies encontradas tanto para o estado da Bahia como para o Brasil, contribuindo assim para o monitoramento ambiental e ecológico da área. No total foram identificadas 130 espécies e 46 famílias; destas, Cyperaceae apresentou maior riqueza (20 espécies), seguida por Rubiaceae (14), Poaceae (11), Myrtaceae (10), Leguminaceae (9) e Polygonaceae (5).

Em relação às formas biológicas, as espécies mais frequentes foram as anfíbias (58%). Dentre as espécies identificadas, os autores registraram espécies hemiparasitas (*Struthanthus flexicaulis* (Mart. Ex Schult. f.)) e holoparasitas (*Cassytha americana* Nees), como também algumas espécies lianas (*Urvillea laevis* Radlk). Estiveram presentes na área de estudos espécies emergentes (30%), flutuantes fixas, livres (6%) e submersas.

Em relação à distribuição geográfica, a flora do Marimbus é formada por espécies de ampla distribuição, sendo 34% de distribuição neotropical, 9% ocorrendo em outros continentes e 17% sendo ruderais. Nessa região, os índices de Sørensen (nunca superior a 23%) e o de Jaccard (nunca superior a 13%) evidenciam baixíssima similaridade em relação a outras áreas alagadas do Brasil, mostrando-se menos dissimilar à flora do Pantanal Matogrossense, contribuindo para a utilização do termo já em uso “Pantanal Baiano”.

Henry-Silva et. al, (2010) avaliaram a riqueza e distribuição das macrófitas aquáticas na bacia do rio Apodi/Mossoró, na região do semi-árido do Rio Grande do Norte, Brasil. Foram catalogadas 40 espécies de macrófitas aquáticas, distribuídas em 33 gêneros e 22 famílias. Poaceae e Cyperaceae foram as famílias de maior riqueza. As formas de vida observadas foram: anfíbias (42,5%), emergentes (27,5%), flutuantes livres (12,5%), submersas fixas (10,0%) e flutuantes de fixas (7,5%); 55% das espécies coletadas foram consideradas comuns, 37,5% raras e 7,5% constantes. Entre as espécies comuns as anfíbias foram as mais frequentes (45,5%); emergentes (27,3%); flutuantes livres (18,2%); submersas fixas (4,5%) e flutuantes fixas (4,5%). Entre as espécies raras as mais frequentes foram anfíbias (40,0%), submersas fixas e emergentes (20,0%), flutuantes fixas (13,3%) e flutuantes livres (6,7%). As espécies constantes mais frequentes foram as anfíbias (66,7%) e emergentes (33,3%); 47,5% das espécies identificadas nessa bacia hidrográfica são consideradas oportunistas.

Segundo os autores o rio Apodi/Mossoró é pouco preservado, favorecendo a colonização potencial de espécies daninhas. A estação de coleta com menor riqueza foi a localizada próxima do estuário, provavelmente, devido à alta salinidade. Os autores observaram que as espécies de macrófitas *Ludwigia helminthorrhiza* Mart., *Ceratophyllum* L., *Hydrocleys parviflora* Seub. e *Heteranthera seubertiana* Ruiz & Pav. ocorreram em trechos do rio menos impactados pelas descargas de esgotos domésticos. Enquanto que as espécies *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia auriculata* foram observadas em trechos que cruzavam os centros urbanos. Além disso, os autores observaram elevada abundância e riqueza de algumas espécies em reservatórios onde ocorre a criação de peixes. Apesar de não haver estudos específicos para flora aquática no Rio

Grande do Norte, muitos reservatórios e barragens do semi-árido proporcionam ambientes de colonização para essas plantas.

Moura-Júnior et. al, (2011) avaliaram a riqueza de espécies, formas biológicas e distribuição das macrófitas aquáticas do eixo rio-barragem, ambientes lótico, de transição e lêntico, no Reservatório da Unisa Hidroelétrica de Sobradinho, trecho médio e submédio do rio São Francisco, Bahia. Nesse local, foram inventariadas 43 espécies, 32 gêneros e 25 famílias de macrófitas aquáticas. Cyperaceae e Convolvulaceae foram as famílias mais representativas em riqueza de espécies (9), na porção lótica e de transição do reservatório, enquanto que Salviniaceae foi a mais representativa (4) no trecho lêntico.

No estudo, foi observado que, 51,16% das macrófitas identificadas ocorreram exclusivamente no período de estiagem, enquanto que 13,95% estiveram no chuvoso. A riqueza total no período de estiagem foi de 39 espécies, enquanto que no período chuvoso houve 22 espécies. A análise do coeficiente de variação evidenciou diferenças sazonais em relação à riqueza de macrófitas nas três regiões do reservatório estudado, mais evidente nas regiões lêntica-lótica e transição-lêntica, no período chuvoso. A análise de Correspondência Destendenciada (DCA) confirmou um padrão, onde as formas de vida anfíbias e emergentes foram predominantes nas regiões lótica e de transição, enquanto as formas biológicas flutuantes, emergentes e submersas predominaram na região lêntica.

O índice de Jaccard evidenciou elevada similaridade entre as regiões de transição e baixa similaridade entre os ambientes lóticos e de transição, nos diferentes períodos sazonais. Tratando-se da frequência de ocorrência, observou-se que oito espécies ocorreram nos três ambientes do reservatório, sendo elas daninhas em ecossistemas aquáticos continentais; 13 espécies apresentaram apenas um registro de ocorrência no reservatório de Sobradinho e dessas, 11 ocorreram na região lêntica (sendo oito no período de estiagem e três no chuvoso), duas na lótica e uma na de transição (período de estiagem).

Os autores associam os resultados da riqueza para o período seco ao baixo nível trófico do Reservatório de Sobradinho e conseqüentemente às características abióticas da água. Afirmam que o principal fator que influenciou a composição florística e as formas

biológicas foram a correnteza que transportou os bancos de macrófitas aquáticas flutuantes dos ambientes lóticos para os lênticos. Alertam também para os cuidados com esses estandes de macrófitas em relação a problemas operacionais na UHE Sobradinho, muito embora em estudos anteriores tenham constatado que a dimensão dos bancos de macrófitas, bem como sua biomassa não seriam o suficiente para desencadear tal problemática. Os autores concluem que cada região do Reservatório de Sobradinho apresenta distinta comunidade de plantas aquáticas, influenciadas pelas condições abióticas da água.

### **2.6.1 MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM PERNAMBUCO**

Lima et. al, (2011) caracterizaram a composição florística e as formas biológicas das macrófitas aquáticas de três reservatórios do estado pernambucano Botafogo (Igarassu), Jucazinho (Cumarú) e Arcoverde (Pedra), além de fornecerem uma chave de identificação para as plantas catalogadas. Foram identificadas 59 espécies, 52 gêneros e 23 famílias. As famílias de maior riqueza foram: Fabaceae (10 espécies), Asteraceae (9), Poaceae (8) e Cyperaceae (6). Dentre os reservatórios, o que apresentou maior riqueza de espécies foi o Arcoverde com 27 espécies, enquanto que Jucazinho e Botafogo apresentaram 26 e 17 espécies, respectivamente. Os autores mostraram que a composição de espécies entre os reservatórios estudados não apresentam similaridade significativa.

Em relação às formas biológicas, as anfíbias foram as mais representativas (36 espécies), seguidas das emergentes (14), anfíbias e/ou emergentes (6), flutuantes livres, flutuantes fixas e submersas livres (1 espécie cada uma). A diferença entre os padrões florísticos nas regiões fitogeográficas estudadas pode ser explicada pelas condições abióticas da água e ao regime hidrológico de cada região. Os autores concluem que os reservatórios do estado de Pernambuco apresentam elevada riqueza de macrófitas aquáticas e essa flora é bastante distinta, visto que apresentam baixo número de taxa em comum, explicada, provavelmente, pelas características ambientais típicas de cada região fitogeográfica estudada.

Rocha et. al, (2012) apontam espécies de macrófitas aquáticas como parâmetro de monitoramento da qualidade da água. Além disso, abordam aspectos ecológicos e a distribuição espacial dessas espécies em locais que sofrerão mudanças referentes à criação de uma barragem (Brejão), no agreste pernambucano. Foram identificadas 22 espécies, destas, 55% foram consideradas constantes e 45% comuns. Quanto às formas biológicas encontradas, destacaram-se as emergentes com 54% das plantas inventariadas; seguidas por flutuantes livres (32%), flutuantes fixas (13%) e submersas livres (1%).

Os autores concluíram que as macrófitas aquáticas constituem um eficiente parâmetro de monitoramento da qualidade da água, uma vez que apenas a análise dos fatores físico-químicos não detecta alterações na diversidade de habitats e mostra-se insuficiente para determinar as consequências sofridas pelas comunidades biológicas a partir das alterações no padrão de qualidade da água.

Além disso, foram visualizadas espécies bioindicadoras de eutrofização artificial nas estações estudadas (*Cyperus* spp., *Eichhornia crassipes*, *Egeria densa* Planch, *Pistia stratiotes*, *Polygonum* spp., *Salvinia auriculata*), o que requer um maior cuidado a cerca da qualidade da água, utilizada para abastecimento e consumo humano. Os autores evidenciam a necessidade do uso dessas plantas no monitoramento da qualidade da água, independente das áreas de pesquisas que visaram esse parâmetro, limnológicas, biológicas, ecológicas, etc.

### 3 REFERÊNCIAS

AGNIHOTRI, V. K.; ELSOHLY, H. N.; KHAN, S. I.; SMILLIE, T. J.; KHAN, I. A.; WALKER, L. A. Constituents of *Nymphaea caerulea* flowers and their antioxidant activity. **Planta Med**, v. 74, n.3: p. 359-360, 2008.

ALVES, J. A. A; TAVARES, A. S. e TREVISAN, R. Composição e distribuição de macrófitas aquáticas na lagoa da Restinga do Massiambu, Área de Proteção Ambiental Entorno Costeiro, SC. **Rodriguésia**, v 62, n. 4: p. 785-801, 2011.

BOSCHILIA, S. M; OLIVEIRA, E. F.; THOMAZ, S. M. Do aquatic macrophytes co-occur randomly? An analysis of null models in a tropical floodplain. **Oecologia**, v. 156, n. 1: p. 203-214, 2008.

CLEMENTS, F. E. **Plant succession: an analysis of the development of vegetation**. Washington (DC): Carnegie Institute, 1916.

CRONK, J. K., e FENNESSY, M. S. **Wetland Plants: Biology and Ecology**. Boca Raton FL.: Lewis Publishers, 2001.

CUNHA, N. L.; DELATORRE, M.; RODRIGUES, R. B.; VIDOTTO, C.; GONÇALVES, F., SCREMIN-DIAS, E.; DAMASCENO-JÚNIOR, G.; POTT, V. J. e POTT, A. Structure of aquatic vegetation of a large lake, western border of the Brazilian Pantanal. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 3: p. 519-531, 2011.

FERREIRA, F. A.; MORMUL, R. P.; PEDRALLI, G.; POTT, V. J. e POTT, A. Estrutura da comunidade de macrófitas aquáticas em três lagoas do Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **Hoehnea**, v. 37, n. 1: p. 43-52, 2010.

FERREIRA, F. A.; MORMUL, R. P.; THOMAZ, S. M.; POTT, A. e POTT, V. J. Macrophytes in the upper Paraná river floodplain: checklist and comparison with other large South American wetlands. **Revista de Biología Tropical**, v. 59, n. 2: p. 541-556, 2011.

FRANÇA, F.; MELO, E.; OLIVEIRA, I. B.; REIS, A. T. C. C.; ALVES, G. L. e COSTA, M. F. Plantas vasculares das áreas alagadas dos Marimbus, Chapada Diamantina, BA, Brasil. **Hoehnea**, v. 37, n. 4: p. 719-730, 2010.

GLEASON, H. A. The individualistic concept of the plant association. **Torrey Botanical Society**, v. 53: p. 7-26, 1926.

GUARIN N. G. Plants utilizadas na medicina popular cuiabana: um estudo preliminar. **Universidade Federal de Mato Grosso**, v. 4, n. 1: p. 45-50, 1984.

HENRY-SILVA, G. G.; MOURA, R. S. T. e DANTAS, L. L. O. Richness and distribution of aquatic macrophytes in Brazilian semi-arid aquatic ecosystems. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 22, n. 2: p. 147-156, 2010.

KAFER, D. S.; COLARES, I.G. e HEFLER, S. M. Composição florística e fitossociologia de macrófitas aquáticas em um banhado continental em Rio Grande, RS, Brasil. **Rodriguésia**, v. 62, n. 4: p. 835-846, 2011.

KUFNER, D. C. L.; SCREMIN-DIAS, E. e GUGLIERI-CAPORAL, A. 2011. Composição florística e variação sazonal da biomassa de macrófitas aquáticas em lagoa de meandro do Pantanal. **Rodriguésia**, v. 62, n. 4: p. 803-812, 2011.

LEHN, C. R.; BUENO, M. L.; KUFNER, D. C. L.; SCREMIN-DIAS, E.; POTT, V. J. e JUNIOR, G. A. D. Fitossociologia de Macrófitas Aquáticas associadas ao Rio Miranda, Pantanal, MS, Brasil. **Revista de Biologia Neotropical**, v. 8, n. 2: p. 23-31, 2011.

LIMA, L. F.; SILVA, S. S. L.; MOURA-JÚNIOR, E. G. e ZICKEL, C. S. Composição florística e chave de identificação das macrófitas aquáticas ocorrentes em reservatórios do estado de Pernambuco. **Rodriguésia**, v. 62, n. 4: p. 771-783, 2011.

LOLIS, S.F. e THOMAZ, S.M. Monitoramento da composição específica da comunidade de macrófitas aquáticas no reservatório Luis Eduardo Magalhães. **Planta Daninha**, v. 29, n. 2: p. 247-258, 2011.

MEIRELLES-PEREIRA, F. e ESTEVES, F. A. Eutrofização Artificial. In: ESTEVES, F. A. (Org.). **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interdependência, 2011. p. 461-521.

MEYER, S. T. e FRANCESCHINELLI, E. V. Estudo florístico de plantas vasculares associadas às áreas úmidas na Cadeia do Espinhaço (MG), Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, n. 4: p. 677-691, 2010.

MEYER, S. T. e FRANCESCHINELLI, E. V. Influência de variáveis limnológicas sobre a comunidade das macrófitas aquáticas em rios e lagoas da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 62, n. 4: p. 743-758, 2011.

MORMUL, R. P.; FERREIRA, F. A.; MICHELAN, T. S.; CARVALHO, P.; SILVEIRA, M. J. e THOMAZ, S. M. Aquatic macrophytes in the large, sub-tropical Itaipu Reservoir, Brazil. **Revista de Biología Tropical**, v. 58, n. 4: p. 1437-1452, 2010.

MOURA-JÚNIOR, E. G.; ABREU, M. C.; SEVERI, W.; LIRA, G. A. S. T. Macrófitas Aquáticas do Reservatório Sobradinho – BA, Trecho Submédio do Rio São Francisco. In: MOURA, A. N.; ARAÚJO, E. L.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; PIMENTEI, R. M. M.; ALBUQUERQUE, U. P (Org.). **Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, Ecologia e Manejo**. São Paulo: Nupee, 2010. p. 187-214.

MOURA-JÚNIOR, E. G.; ABREU, M. C.; SEVERI, W. e LIRA, G. A. S. T. O gradiente rio-barragem do reservatório de Sobradinho afeta a composição florística, riqueza e formas biológicas das macrófitas aquáticas? **Rodriguésia**, v. 62, n. 4: p. 731-742, 2011.

NEIFF, J.J. Diversity in some tropical wetland systems of South America. In: GOPAL, B.; JUNK, B. W.J. e DAVIES, J.A. (Org.). **Biodiversity in wetland: assessment, function and conservation**. Netherlands: Backhuys Leiden, 2001.

PINHEIRO, M.N. M.; HORTÊNCIO, M. M. e EVANGELISTA, R. A. O. Distribuição espacial da biodiversidade de macrófitas aquáticas nos lagos da região nordeste do estado de Roraima. **Revista Geonorte**, v. 1, n. 4: p.162- 174, 2012.

PIVARI, M. O.; OLIVEIRA, V. B.; COSTA, F. M.; FERREIRA, R. M. e SALINO, A. Macrófitas aquáticas do sistema lacustre do Vale do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 62, n. 4: p. 759-770, 2011.

POTT, A.; OLIVEIRA, A. K. M.; DAMASCENO-JUNIOR, G. A. e MOREIRA, S. N. e SILVA, J. S. V. Plant diversity of the Pantanal wetland. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 1: p. 265-273, 2011.

POTT, V. J.; POTT, A.; LIMA, L. C. P.; MOREIRA, S. N. e OLIVEIRA, A. K. M. Aquatic macrophyte diversity of the Pantanal wetland and upper basin. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 1: p. 255-263, 2011.

ROCHA, C. M. C.; ALVES, A. E.; CARDOSO, A. S.; CUNHA, M. C. C. Macrófitas Aquáticas como Parâmetro no Monitoramento Ambiental da Qualidade da Água. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4: p. 970-983, 2012.

SALIS, S. M. Fitossociologia da vegetação arbórea no entorno de uma lagoa no Pantanal Mato-grossense, Brasil. **Naturalia**, v. 25: p. 225-241, 2000.

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

TAYLOR, A.R.D.; HOWARD, G.W. e BEGG, G.W. Developing wetland inventories in Southern Africa: A review. **Vegetatio**, v. 118: p. 57-79, 1995.

THOMAZ, S. M. e ESTEVES, F. A. Comunidade de Macrófitas Aquáticas. In: ESTEVES, F. A. (Org.). **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interdependência, 2011. p. 461-521.

VALADARES, R. T.; SOUZA, F. B. C.; CASTRO, N. G. D.; PERES, A. L. S. S.; SCHNEIDER, S. Z.; e MARTINS, M. L. L. Levantamento florístico de um brejo-herbáceo localizado na restinga de Morada do Sol, município de Vila Velha, Espírito Santo, Brasil. **Rodriguésia**, v. 62, n. 4: p. 827-834, 2011.

**Santos, V. V.** Distribuição espacial e ecologia de macrófitas aquáticas...

**WETZEL, R.G.** **Limnology: lake and river ecosystems.** San Diego: Academic Press, 2011.

**Santos, V. V.** Distribuição espacial e ecologia de macrófitas aquáticas...

#### **4 ARTIGO CIENTÍFICO**

### **FLORÍSTICA E ECOLOGIA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS DO RIO IPOJUCA, PERNAMBUCO, BRASIL**

Artigo a ser enviado ao periódico Acta Botanica Brasilica

**Santos, V. V.** Distribuição espacial e ecologia de macrófitas aquáticas...

Florística e ecologia de macrófitas aquáticas do rio Ipojuca, Pernambuco, Brasil

Valeria Veronica dos Santos<sub>1</sub>; Manuel de Jesus Flores Montes<sub>2</sub>; Alfredo Matos Moura Junior<sub>3</sub>; Iva  
Carneiro Leão Barros<sub>4</sub>

## RESUMO

(Distribuição espacial e ecologia de macrófitas aquáticas do rio Ipojuca, Pernambuco, Brasil). Macrófitas aquáticas compreende um grupo de plantas diverso e bastante conhecido devido aos seus usos, por exemplo, na alimentação humana, ração animal, medicina, produção de cercas, esteiras, bolsas, artefatos pessoais e decorativos; cultural, jardins aquáticos, aquários. Estudos com macrófitas aquáticas têm indicado a importância dessas plantas como indicadoras de eutrofização artificial. O rio Ipojuca é uma das mais importantes bacias hidrográficas de Pernambuco e o atual estudo foi realizado ao longo de seu eixo principal nas quatro mesorregiões do Estado: Sertão, Agreste, Zona da Mata e Litoral, nas quais foram desenvolvidas sete excursões em 11 pontos diferentes. Além disso, foram coletados dados de nutrientes (fosfato e nitrogênio) em três desses pontos. No total foram registradas 52 espécies distribuídas em 37 gêneros e 23 famílias. O ponto localizado no município de Gravatá apresentou os maiores valores de nutrientes, e Pombos exibiu a maior riqueza específica. A estação chuvosa apresentou maior riqueza de espécies que a estação seca, assim 72,73% dos pontos amostrados exibiram maior riqueza na estação chuvosa; 9,09% na estação seca e 18,18% não mostrou diferença. No total das espécies, 46,15% foram pouco frequentes, 32,69% esporádicas, 15,38% frequentes e 5,77% muito frequentes. Em relação às formas biológicas, 42,31% foram emergentes, 30,77% anfíbias, 15,38% flutuantes livres, 9,62% flutuantes fixas, 3,85% epífitas e 1,92% submersa fixa. Os resultados mostram que o rio Ipojuca tem uma flora rica de macrófitas aquáticas e indicam que a água do rio requer tratamento adequado devido sua baixa qualidade.

**Palavras-chave:** Ecossistema aquático; Eutrofização; Formas biológicas; Nordeste brasileiro; Sazonalidade.

**ABSTRACT:**

(Spatial distribution and ecology of aquatic macrophytes Ipojuca River, Pernambuco, Brazil). Aquatic macrophytes comprise a diverse plant group well known due their uses, e.g. are used as human food, animal feed, medicine, production of fences, mats, bags, personal and decorative artifacts, cultural, water gardens, aquariums. Studies with aquatic macrophytes indicate the importance these plants as indicators of artificial eutrophication. The Ipojuca River is a major hydrographic basin of the Pernambuco and the current study was conducted along of their main axis in the four mesoregions of the State: Sertão, Agreste, Zona da Mata and Litoral, in which were performed seven floristic surveys in 11 different sites. Moreover were collected data of aquatic nutrients (phosphate and nitrogen) in three these sites. In total were registered 52 species distributed in 37 genera and 23 families. The Gravatá municipality was the site with higher nutrient values and Pombos showed the higher species richness. The rainy season had higher species richness than the dry season, thus 72.73 % of the sampled sites exhibited greater richness in the rainy season; 9.09 % in the dry season and 18.18 % there was no difference. In total species studied, 46.15 % were few frequent, 32.69% sporadic, 15.38% frequent and 5.77% very frequent. In relation to biological forms, 42.31% were emerging, 30.77% amphibious, 15.38% floating free, 9.62 % fixed floating, 3.85% epiphytic, and 1.92% fixed submerged. The results showed that the Ipojuca River have aquatic macrophytes flora rich and diverse and indicate that the river water requires proper treatment due their low quality.

**Keywords:** Aquatic ecosystem ; Eutrophication ; biological forms ; Brazilian Northeast ; Seasonality .

## Introdução

As macrófitas aquáticas são plantas que apresentam um número variável de espécies e diferentes tipos biológicos, podendo colonizar ecossistemas inteiros sendo encontradas nas margens, áreas rasas de rios, lagos, reservatórios, cachoeiras, fitotelmos, entre outros corpos d'água. São adaptadas a ambientes que variam de úmido a verdadeiramente aquáticos e apresentam diversos usos, tais como, alimentação humana, ração animal, medicamento, produção de celulose, cercas, esteiras, bolsas, artefatos pessoais e decorativos; cultural, jardins aquáticos, aquários e bioindicadoras da qualidade da água (Sculthorpe 1967; Guarin 1984; Thomaz & Esteves 2011).

Seu estabelecimento e crescimento dependem das condições físico-químicas do corpo d'água onde se encontram pois, através de suas raízes, absorvem os nutrientes necessários ao seu eficiente e completo desenvolvimento. Dessa forma, encontram em ambientes eutrofizados condições adequadas para seu crescimento tais como maior oferta de nutrientes e disponibilidade total de luz, além disso, não têm predadores naturais; resultando em grandes áreas ou até mesmo a totalidade de ecossistemas aquáticos ocupados por essas plantas (Meirelles-Pereira & Esteves 2011).

A eutrofização artificial é um processo ocasionado pela ação humana, a partir do lançamento de esgotos domésticos (e.g. produtos de limpeza e excrementos humanos), efluentes industriais (e.g. fabricação de produtos de limpeza com compostos polifosfatados) ou atividades agrícolas (e.g. uso de fertilizantes químicos na agricultura). Trata-se de um processo dinâmico, considerado uma forma de poluição, que modifica qualitativa e quantitativamente as comunidades aquáticas, bem como as condições físicas e químicas do ecossistema aquático continental (Meirelles-Pereira & Esteves 2011).

Diante da importância e do potencial bioindicador das macrófitas aquáticas, este trabalho apresentou como objetivo inventariar as espécies de macrófitas aquáticas, analisar a distribuição, aspectos ecológicos (frequência de ocorrência, formas biológicas e sazonalidade) e o seu papel bioindicador da qualidade da água em trechos e áreas de influência da bacia hidrográfica do rio Ipojuca, Pernambuco, Brasil.

## Material e métodos

- **Descrição da área:**

O rio Ipojuca nasce na Serra do Pau d'Arco, município de Arcoverde, a aproximadamente, 900m de altitude, percorre as mesorregiões geográficas do estado de Pernambuco (Sertão, Agreste, Zona da Mata e Região Metropolitana do Recife) e desagua no município de Ipojuca. Sua bacia de drenagem encontra-se inteiramente em território pernambucano, entre as latitudes 08°09'50'' e 08°40'20'' Sul e longitudes 34°57'52'' e 37°02'48'' Oeste (CONDEPE/FIDEM 2011).

Possui cerca de 320 km de extensão, uma área de 3.435,34 km<sup>2</sup>, percorre ao todo 25 municípios pernambucanos e possui um regime fluvial intermitente, onde alguns de seus trechos secam nos períodos com pouco ou nenhum volume de precipitação pluviométrica, como é o caso dos municípios desde a nascente até Bezerros; enquanto a partir do seguimento de Gravatá até sua foz, permanece com fluxo fluvial contínuo, sem secar (CONDEPE/FIDEM 2011).

As características climáticas ocorrentes no percurso da Bacia Hidrográfica do rio Ipojuca são diversificadas, pois este rio encontra-se entre o Sertão (apenas o município de Arcoverde) e a Região Metropolitana do Recife; apresentando mais de um tipo de clima. Dessa forma, na porção superior (município de Arcoverde) apresenta clima quente e seco. O Agreste, como porção intermediária, pode apresentar áreas quentes e secas, como também quentes e úmidas; enquanto a Zona da Mata e litoral exibem características climáticas quentes e úmidas (CONDEPE/FIDEM 2011).

De um modo geral, a sazonalidade da área estudada mostra que os meses secos vão de setembro a fevereiro e o chuvoso segue de março a agosto, mostrando médias pluviométricas distintas entre as mesorregiões. Sertão, 120mm.; Agreste, 220mm, Zona da Mata, 725mm e litoral 725mm (APAC 2013) (Tabela 1).

- **Trabalho de campo, coleta e análise dos dados:**

Foram realizadas sete excursões bimestrais entre abril de 2012 e maio de 2013, levando em consideração os períodos seco e chuvoso. As coletas foram realizadas bimestralmente, em 11 pontos distribuídos ao longo do rio Ipojuca, priorizando a região litorânea, local de maior colonização da comunidade de macrófitas aquáticas. Todos os pontos foram georeferenciados através de aparelho GPS (Garmin - Etrex). Além disso, características do ambiente (altitude, zonação das plantas) foram devidamente anotadas em planilha de campo e fotografadas (Tabela 2, Figura 1 e 2).

Os espécimes foram coletados em estágio fértil com auxílio de tesoura de poda, fotografados e prensados, ainda em campo. Suas características (coloração de estruturas florais/reprodutivas, formas biológicas e locais de colonização) também foram registradas em planilha de campo. Peças florais e plantas mais delicadas foram acondicionadas em pequenos potes de plásticos com álcool 70%, para auxiliar na identificação das espécies (Mori et al, 1989).

Além dos indivíduos vegetais, foram coletadas amostras de água em três pontos distintos do rio Ipojuca (Poção/Pesqueira, Gravatá e Ipojuca), para a análise de nutrientes ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  e  $\text{PO}_4$ ) e pH. As amostras foram coletadas na camada superficial do corpo d'água, com a ajuda da garrafa de Van Dorn, no período da manhã, devidamente etiquetadas e acondicionadas em caixa de isopor adequadamente refrigerada e longe do alcance de luz. Associada a essa coleta, informações a cerca da poluição (lixo e esgoto) nos pontos de coleta, foram atenciosamente anotadas em planilha de campo.

As amostras de plantas foram conduzidas ao Laboratório de Pteridófitas, Departamento de Botânica do Centro de Ciências Biológicas e as de água ao Laboratório de Química do Departamento de Oceanografia, ambos na UFPE. As plantas tiveram seus jornais trocados e foram levadas à estufa à temperatura constante de  $60^\circ\text{C}$ . Após secagem, a identificação foi realizada através de literatura especializada; Pott & Pott (2000); Matias & Sousa (2011); Godfrey & Wooten (1979); Godfrey & Wooten (1981); Lloyd (1974); Tryon & Tryon (1982). A classificação das plantas seguiu APG II (2003) (Angiosperm Phylogeny Group) para Magnoliophyta e Smith *et al.* (2008) para Samambaias. As formas biológicas seguiram a classificação proposta por Irgang & Gastal Jr. (1996).

Para análise dos nutrientes abordados, Nitrogênio Total (NT -  $\text{mg.L}^{-1}$ ) e Fósforo Total (PT -  $\text{mg.L}^{-1}/\mu\text{g.L}^{-1}$ ) utilizou-se o método analítico espectrofotométrico de Grasshoff *et al.* (1983) e para o Potencial Hidrogênico (pH) o método analítico foi o potenciômetro de bancada (HANNA).

O cálculo da frequência seguiu Mateucci & Colma (1982), categorizando-se os espécimes em muito frequentes ( $70\% < X$ ); frequentes ( $40\% < X < 70\%$ ); pouco frequentes ( $10\% < X < 40\%$ ) e esporádicas ( $X \leq 10\%$ ).

Os dados pluviométricos foram obtidos através da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC).

## Resultados e discussão

- **Riqueza Específica e Composição Florística:**

A flora aquática do rio Ipojuca foi caracterizada por 52 espécies, 37 gêneros e 23 famílias. A família com maior riqueza de espécies foi Cyperaceae com oito espécies, seguida por Poaceae e Polygonaceae, ambas com seis espécies. As famílias Araceae e Pontederiaceae exibiram quatro espécies cada. Salviniaceae exibiu três espécies. Alismataceae, Onagraceae, Fabaceae e Convolvulaceae apresentaram duas espécies cada uma e as demais famílias exibiram uma espécie cada (Tabela 3; Figura 3).

A riqueza específica observada no rio Ipojuca é superior à encontrada no agreste pernambucano (Rocha *et al.*, 2012), no Reservatório de Sobradinho, Bahia, (Moura-Júnior *et al.* 2011) e no rio Apodi/Mossoró, Rio Grande do Norte (Henry-Silva *et al.* 2010). Além de superar o número de espécies de outras regiões brasileiras (Região Norte: Lolis & Thomaz 2011); Região Centro-Oeste: Kufner *et al.* (2011), Lehn *et al.* (2011) e Região Sudeste: Ferreira *et al.* (2010). Sendo superada pelos valores do Centro-Oeste, Sudeste e Sul (Tabela 4).

Cyperaceae e Poaceae também foram as famílias que exibiram elevada riqueza no Sudeste (Ferreira *et al.* 2010; Meyer & Franceschinelli 2010; Pivari *et al.* (2011) e Sul do país (Kafer *et al.* 2011). Além de serem sempre citadas entre as famílias de maior riqueza em diversos levantamentos florísticos realizados no Brasil (França *et al.* (2010); Henry-Silva, *et al.* (2010); Mormul *et al.* (2010); Alves *et al.* (2011); Cunha *et al.* (2011); Ferreira *et al.* (2011); Kufner *et al.* (2011); Lehn *et al.* (2011); Lima *et al.* (2011); Moura-Júnior *et al.* (2011); Pott, A. *et al.* (2011); Pott, VJ. *et al.* (2011); Valadares *et al.* (2011), devido à presença de um sistema de rizomas ou tubérculos subterrâneos, que dispõem de estolões e permitem maior propagação vegetativa (Goetghebeur 1998). São perenes e dominam nos ecossistemas aquáticos no período de redução do nível da água (Bove *et al.* 2003) e na zona marginal, local de interface entre os ambientes aquático e terrestre (Alves *et al.* 2011), sendo favorecidas pelas duas dinâmicas ambientais.

- **Riqueza Específica nos pontos de amostragem:**

O número de espécies variou entre os pontos amostrados no rio Ipojuca. A riqueza de espécies foi mais elevada no ponto localizado no município de Pombos, Zona da Mata Sul do estado de Pernambuco, onde foram catalogadas 24 espécies. A oscilação no volume de água, nesse ponto de Pombos, foi perceptível no período estudado, proporcionando o aumento da riqueza específica; segundo Alves *et al.*

(2011) a variação no nível da água reflete no aumento da riqueza de espécies. Além desses fatores, vale ressaltar que a baixa profundidade e correnteza (apesar de ser um ponto considerado lótico, a correnteza não se mostrava forte) da água também são fortes aliados para a elevada riqueza de macrófitas no ecossistema aquático, como evidenciando por Alves *et al.* (2011), na Lagoa da Restinga do Massiambu, SC, onde a maior riqueza específica foi encontrada nas partes mais rasas da lagoa, nas quais os níveis de água são mais baixos.

Os pontos de amostragem localizados nos Municípios de Tacaimbó, Poção/Pesqueira e Gravatá, apresentaram riqueza de 19, 17 e 16 espécies, respectivamente. Os pontos situados em Arcoverde (nascente do rio Ipojuca) e Caruaru apresentaram a mesma riqueza específica (15 spp.). No entanto, o ponto Arcoverde se manteve completamente seco em cinco das sete coletas de campo; devido irregularidades pluviométricas no Sertão pernambucano, onde as chuvas esperadas para maio de 2012 só chegaram em março de 2013, apresentando água apenas nas duas últimas excursões (março e maio/2013), sendo em maio o momento em que a riqueza passou de uma para 15 espécies. O ponto em Belo Jardim apresentou 14 espécies. Sanharó e Bezerros exibiram 13 spp, enquanto Primavera e Ipojuca estiveram com 11 e 8 espécies. É válido lembrar, que o rio Ipojuca apresenta trechos que secam e trechos de fluxo permanente, dinâmica essa que influencia fortemente na riqueza e composição da flora aquática (Figura 4).

- **Dinâmica das macrófitas aquáticas em resposta à sazonalidade:**

O rio estudado percorre as quatro mesorregiões pernambucanas apresentando diferenças nos meses de inverno e verão, como observado na tabela 1. De acordo com as idas a campo, verificou-se que a Região Metropolitana se mostrou distinta das demais localidades; Dessa forma, 10 pontos de amostragem (Arcoverde, Poção/Pesqueira, Sanharó, Belo Jardim, Tacaimbó, São Caetano, Bezerros, Gravatá, Pombos e Primavera) apresentaram o período chuvoso nos seguintes meses amostrados (abril/12; junho/12; março/13 e maio/13) e seco (agosto, outubro e dezembro/12). Enquanto um ponto de amostragem (Ipojuca) se mostrou chuvoso nos meses de abril/12; junho/12; agosto/12; março/13 e maio/13 e seco em outubro/12 e dezembro/12; 72,73% dos pontos amostrados se mostraram com maior riqueza específica no período chuvoso, enquanto que 9,09%, um ponto apenas (Primavera) mostrou maior número de espécies na época seca e 18,18% (2 pontos: Caruaru e Bezerros) apresentaram os mesmos valores para os dois períodos. Vale salientar que, para o Sertão, o ano de 2012 se mostrou anômalo em relação às chuvas previstas para os meses de abril e junho, havendo ocorrência de água apenas a partir de março de 2013 e

permanecendo até a última ida a campo (maio/2013). Essa irregularidade também pode ser observada nos demais pontos, muito embora tenha sido mais amena (Figura 5 e 6).

Algumas espécies não apareceram no período chuvoso, a saber, *Ipomoea carnea*, *Ludwigia martii*, *Polygonum hydropiperoides* e *Cucumis melo*. Do mesmo modo, *Ipomoea asarifolia*, *Panicum dichotomiflorum*, *Oxycaryum cubense*, *Chloris barbata*, *Cyperus surinamensis*, *Eclipta alba*, *Heteranthera limosa*, *Melochia arenosa*, *Tarenaya spinosa* não foram encontradas no período seco. Essas espécies estão distribuídas nas formas de vida (emergentes, anfíbias e epífitas) que sofrem forte influência da oscilação do nível da água, pois se encontram nas margens do ecossistema aquático, com partes vegetais dentro da água ou muito próximas e assim, com o recuo ou avanço da água podem aparecer ou desaparecer periodicamente. Além disso, as seis últimas macrófitas citadas ocorreram apenas no ponto Arcoverde, na última excursão a campo, no período chuvoso (maio/2013).

- **Frequência de Ocorrência:**

Das 52 espécies catalogadas nessa pesquisa, 46,15% foram pouco frequentes, 32,69% esporádicas, 15,38% frequentes e 5,77% muito frequentes. Essa alta porcentagem observada entre as macrófitas pouco frequentes e esporádicas pode ser explicada pelo fato de algumas espécies serem ocorrentes apenas em pontos específicos de coleta, por exemplo, entre as espécies esporádicas, a saber *Ceratopteris thalictroides* Brongn (L), *Eichhornia azurea* (Sw.), *Hydrocleys martii* Seub. e *Limnocharis flava* Buchenau, foram espécies ocorrentes apenas em um ponto de coleta, Pombos. O mesmo se aplica a *Cucumis melo* L. (Gravatá) e *Wolffia columbiana* H. Karst. (Arcoverde). Enquanto que as espécies pouco frequentes ocorreram em pelo menos quatro pontos de coleta, *Egeria densa* Planch (Pombos e Primavera), *Eichhornia meyeri* A. G. Schulz (Poção/Pesqueira e Pombos), *Bacopa monnieri* L. Pennel (Poção/Pesqueira, Sanharó e Tacaimbó), *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees (Bezerros, Pombos e Ipojuca), *Polygonum hispidum* Kunth (Sanharó, Caruaru, Gravatá e Pombos), *Salvinia minima* Baker (Belo Jardim, Tacaimbó, Caruaru e Pombos). Esse comportamento pode ser indício de um mosaico de ambientes, onde ocorre um número variado de habitats, além de evidenciar a especificidade dos ambientes para determinadas plantas (Figura 7 – Tabela 3).

Apenas 15,38% das espécies foram frequentes; devido a presença entre 5 e 7 pontos, dentre elas merece destaque *Azolla filiculoides* Lam., *Polygonum densiflorum* Meisn, *Pistia stratiotes* L. e *Salvinia auriculata* Aubl. As espécies muito frequentes (5,77%) foram notificadas em quase todos os pontos, excetuando-se um ou dois pontos de coleta. Como é o caso de *Brachiaria purpurascens* (Raddi) Henrard

que não ocorre em Arcoverde nem Tacaimbó, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms só não ocorre em Arcoverde (pouca água) e *Lemna minuta* Kunth que não aparece em Ipojuca.

A não ocorrência de algumas dessas espécies em determinados pontos pode ser explicada pelas características físicas e/ou irregularidade das chuvas do local, como por exemplo, *B. purpurascens* no ponto Arcoverde, que apresentou água nas duas últimas coletas e mesmo assim ter a ocorrência maior de plantas na coleta de maio/2013, última ida a campo, quando foi possível observar um estágio inicial de colonização de plantas aquáticas na borda da poça d'água formada. Enquanto que o ponto Tacaimbó mostrou-se sempre com pouca água e dimensões do rio muito pequenas, o que favorecia a ocorrência de *E. crassipes*, *P. stratiotes* e *Polygonum* spp. Do mesmo modo, *E. crassipes* não aparece em Arcoverde, visto que a forma biológica dessa planta é flutuante livre e para isso requer um volume considerável de água, o que não ocorreu no ponto de coleta em questão. *L. minuta* não ocorreu no ponto Ipojuca, muito provavelmente pelo ambiente ser desprotegido, aberto e com correnteza mais evidente, condições inadequadas para uma macrófita flutuante livre. Segundo Bianchini Jr. (2003) as características morfométricas do corpo d'água influenciam a diversidade e abundância das comunidades de plantas aquáticas. Além disso, em um rio são muitas as variáveis que também atuam, a vazão, substrato, largura, profundidade, tipo de margem, a posição no sistema hídrico e o movimento das águas, como também as irregularidades geológicas e os obstáculos artificiais que podem gradativamente modificar o curso do rio e conseqüentemente os fatores físico-químicos (Sculthorpe 1967) (Figura 8, 9 e 10).

Algumas espécies ocorreram apenas em determinados pontos, como *Chloris barbata*, *Cyperus surinamensis*, *Eclipta Alba*, *Heteranthera limosa*, *Melochia arenosa*, *Wolffia columbiana*, que ocorreram apenas no ponto Arcoverde. *Eleocharis nudipes*, *Oxycaryum cubense* apenas em Poção/Pesqueira. *Polygonum punctatum* apenas em Tacaimbó. *Ipomoea carnea* apenas em Caruaru. *Ludwigia martii*, *Panicum dichotomiflorum* apenas em Gravatá. *Ceratopteris thalictroides*, *Eichhornia azurea*, *Hydrocleys martii*, *Limnocharis flava* apenas em Pombos.

Algumas dessas espécies citadas são reportadas como espécies infestantes ou oportunistas, apresentando maior capacidade de usar a luz, água, nutrientes e dióxido de carbono, alta produção de sementes e estratégias para promover a disseminação e longevidade de suas sementes, segundo Lorenzi (2000), as espécies *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb., *Cenchrus echinatus* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Cyperus esculentus* L., *C. surinamensis* Rottb., *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitchc., *Echinodorus grandiflorus* Cham. & Schltldl, *Eclipta alba* (L.) Hassk, *Eichhornia crassipes*, *Eleocharis acutangula* (Roxb). Schult., *Hydrolea spinosa* L., *Ipomoea fistulosa* Mart. ex Choisy, *Lemna valdiviana* Phil, *Limnocharis flava* Buchenau, *Neptunia plena* (L.) Benth, *P. stratiotes*, *S. auriculata*,

*Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw., e *Wolffia brasiliensis* Wedd. apresentam tais características. Espécies como essas e outras, podem colonizar totalmente o corpo d'água onde se encontram e assim comprometer os usos múltiplos da água, tais como navegabilidade, pesca, uso doméstico e em reservatórios hidrelétricos, *P. stratiotes*, *S. auriculata* e *E. densa* podem ser responsáveis pela interrupção da geração de energia nas usinas (Figura 11).

Das espécies citadas, consta no inventário florístico do rio Ipojuca nove, sendo três esporádicas (*Cyperus surinamensis*, *Eclipta Alba*, *Limnocharis flava*), duas pouco frequentes (*Echinochloa polystachya*, *Alternanthera philoxeroides*), o que não representa um risco de infestação. No entanto, três são frequentes (*Cyperus esculentus*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia auriculata*) e uma muito frequente (*Eichhornia crassipes*), o que pode indicar o início de uma infestação por macrófitas bioindicadoras da má qualidade da água.

- **Formas Biológicas:**

Tratando-se das formas biológicas das macrófitas aquáticas, 73,08% das plantas coletadas se enquadraram nas categorias emergentes e anfíbias (42,31% foram emergentes, 30,77% anfíbias), 15,38% flutuantes livres, 9,62% flutuantes fixas, 3,85% epífitas, 1,92% submersa fixa e não houve a presença de submersas livres (Figura 12). Esses resultados seguem o padrão encontrado nas pesquisas desenvolvidas nas outras regiões do Brasil (Ferreira *et al.* 2010; 2011); França *et al.* (2010); Henry-Silva *et al.* (2010); Alves *et al.* (2011); Kafer *et al.* (2011); Kufner *et al.* (2011); Lehn *et al.* (2011); Lima *et al.* (2011); Meyer e Franceschinelli (2011); Moura-Júnior *et al.* (2011); Pivari *et al.* (2011); Valadares *et al.* (2011), que encontraram valores semelhantes de plantas emergentes e anfíbias.

Esse padrão pode ser explicado a partir dos resultados obtidos por Alves *et al.* (2011), que através da análise da composição e distribuição de macrófitas aquáticas na Lagoa da Restinga do Massiambu, Área de Proteção Ambiental Entorno Costeiro em Santa Catarina observaram que houve maior riqueza de espécies na zona marginal da lagoa, onde os níveis de água são mais baixos e a variação no nível de água é mais intensa que nas demais; além dessas zonas constituírem a interface entre o ambiente aquático e o terrestre, formando habitat heterogêneo. Nesses locais a maior riqueza de espécies consiste nas anfíbias e emergentes que estão associadas a ambientes sujeitos às inundações sazonais, baixa profundidade e resistência das espécies à diminuição do volume de água.

Nesse aspecto vale ressaltar que em pesquisa realizada no Reservatório de Sobradinho (Bahia), Moura-Júnior *et al.* (2011), observaram que as formas biológicas anfíbias e emergentes foram predominantes nas regiões lótica e de transição, enquanto que as flutuantes, emergentes e submersas foram mais evidentes na região lêntica do reservatório, sendo esta região colonizada por uma maior diversidade de formas biológicas.

No rio Ipojuca a espécie *H. verticillata* mostrou-se com mais de uma forma biológica, sendo flutuante fixa, anfíbia e emergente. Enquanto que no Reservatório de Itaipu, a maior hidrelétrica do mundo, Mormul *et al.* (2010) encontrou a mesma espécie como submersa. Segundo Irgang & Gastal Jr (1996) as macrófitas apresentam adaptações que lhes permitem sobreviver em resposta aos diferentes níveis de água e assim, elas podem apresentar uma forma biológica apenas ou combinações, como observado por Alves *et al.* (2011) que encontraram na Área de Proteção Ambiental Entorno Costeiro de Santa Catarina, 15 combinações de formas biológicas.

O número de espécies submersas aumenta nas regiões onde há maior intensidade de radiação subaquática, como também a flutuação reduzida no nível da água favorece o desenvolvimento de uma comunidade de macrófitas submersas (Lolis & Thomaz 2011). Carvalho *et al.* (2003) observaram no rio Tietê que nos locais com menores valores de turbidez as principais macrófitas infestantes foram as submersas. Fato que pode explicar a ocorrência de apenas uma espécie (*Egeria densa* Planch) dessa forma biológica em todas as localidades amostradas do rio Ipojuca.

- **Análise dos nutrientes e qualidade da água do rio Ipojuca:**

Os valores medianos mais elevados dos nutrientes analisados foram observados no ponto Gravatá (Agreste pernambucano). Não foi verificado um gradiente de concentração dos nutrientes ao longo das mesorregiões analisadas. Para o nitrito ( $\text{NO}_2$ ) os valores mais elevados ocorreram no período chuvoso, enquanto que para nitrato ( $\text{NO}_3$ ) e fosfato ( $\text{PO}_4$ ) não houve padrão, verificando-se valores elevados no período chuvoso para Poção/Pesqueira e Ipojuca, e no período seco para Gravatá (Tabela 5). Além dos valores elevados, foi observado nas idas a campo frequente espuma na caída d'água da barragem localizada nesse ponto de amostragem.

Os valores observados em Gravatá superam o padrão de qualidade da água classe 2 para cada nutriente analisado. O ponto Poção/Pesqueira exibiu sempre os menores valores para todos os nutrientes, ultrapassando apenas o padrão do  $\text{PO}_4$ . Enquanto que o ponto Ipojuca só não superou os valores do  $\text{NO}_2$ .

De acordo com os valores obtidos na presente pesquisa, a água do rio Ipojuca não se encontra em condições adequadas para os usos previstos às águas classe 2, segundo Resolução CONAMA N° 357, de

17 de março de 2005, que são destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA Nº 274, DE 2000; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e à atividade de pesca.

Os elevados valores do ponto Gravatá podem ser explicados pela existência de uma barragem, ocasionando a retenção da água e acúmulo de nutrientes oriundos da bacia de drenagem, além da demanda nutricional dos pontos a montante. O que pode também ter ocasionado a distribuição heterogênea dos nutrientes analisados, não havendo gradiente no decorrer do rio. Resultados distintos dos observados por Alves *et al.* (2012), no rio Arari, Ilha de Marajó, região Norte do Brasil, onde os autores verificaram gradiente negativo para o nitrogênio no período seco (menos chuvoso), maiores concentrações a montante do rio e diminuindo ao longo do seu percurso e no período chuvoso uma distribuição homogênea. Para o fósforo os valores foram constantes o ano inteiro, revelando um processo de eutrofização natural e fontes de contaminação antrópica ainda incipientes.

Realidade muito distante da encontrada em todos os trechos do rio Ipojuca, onde foram observados fortes efeitos da ação antrópica, através de despejo de lixo e descargas de efluentes domésticos (e.g. produtos de limpeza e excrementos humanos) lançados diretamente no leito do rio sem nenhuma forma de tratamento. Esse tipo de atividade ocasiona a chamada eutrofização, que segundo Meirelles-Pereira & Esteves (2011), trata-se de um processo dinâmico, considerado uma forma de poluição, ocasionada pela ação humana, que modifica qualitativa e quantitativamente as comunidades aquáticas, bem como as condições físicas e químicas do ecossistema aquático continental (Figura 13).

As consequências ambientais desse processo artificial estão associadas a florações de algas, marcante crescimento de macrófitas aquáticas, acumulação exagerada de matéria orgânica, diminuição das taxas de oxigênio dissolvido. Esta última acarreta o aparecimento de gases sulfídricos e metano, que aumentam o déficit de oxigênio e provocam a substituição da grande maioria das populações biológicas desta região, por outras que suportem a presença desses gases. Além disso, essas modificações comprometem significativamente a qualidade da água e conseqüentemente seus usos múltiplos pela população humana, sendo por muitas vezes a causa de intonações e muitas mortes (Esteves 2011).

- **Qualidade da água e Macrófitas Aquáticas:**

Apesar de o ponto Gravatá ter-se mostrado com os maiores valores de nutrientes (Tabela 5), não foi o ponto de maior riqueza específica. No entanto, sua composição florística consta de espécies consideradas oportunistas ou infestantes. Que se enquadraram, na presente pesquisa como plantas muito frequentes (*Brachiaria purpurascens*; *Eichhornia crassipes*; *Lemna minuta*) e frequentes (*Cyperus esculentus*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia auriculata*). Dentre essas espécies, quatro são flutuantes livres, tendo como fator limitante os nutrientes da água. Além disso, são bioindicadoras de ambientes lênticos e eutróficos (Thomaz & Esteves 2011).

O elevado número de espécies no ponto Pombos, pode estar relacionado com o aporte de nutrientes, oriundo do ponto anterior, situado em Gravatá, local de elevados índices de compostos nitrogenados e fosfatados, de acordo com as análises de nutrientes realizadas. O ponto Poção/Pesqueira mostrou os menores valores de nutrientes, refletindo um número reduzido de plantas aquáticas flutuantes livres, sendo predominante em sua composição florística, as espécies emergentes e anfíbias, pois estas não dependem do aporte de nutrientes da coluna d'água e sim do sedimento. O ponto Ipojuca, apesar de apresentar médias de nutrientes mais elevados que Poção/Pesqueira exibiu o menor número de espécies (oito), no período estudado, das quais seis são emergentes e anfíbias, uma flutuante livre e outra flutuante fixa.

### **Agradecimentos**

Ao mestrando Lucas Costa, ao doutorando Rafael Farias pelas importantes sugestões para o manuscrito e ao Dr. Ivo Silva pela ajuda nas análises estatísticas. À FACEPE pela concessão da bolsa de mestrado.

## Referências bibliográficas

Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco – CONDEPE/FIDEM. 2011. **Bacias Hidrográficas estudo regional de ações estruturadoras na unidade de planejamento hídrico do rio Ipojuca**. Recife.

Alves, J. A. A; Tavares, A. S. & Trevisan, R. 2011. Composição e distribuição de macrófitas aquáticas na lagoa da Restinga do Massiambu, Área de Proteção Ambiental Entorno Costeiro, SC. **Rodriguésia** 62 (4): 785-801.

Alves, I. C. C.; El-Robrini, M.; Santos, M. L. S.; Monteiro, S., M.; Barbosa, L. P. F.; Guimarães, J. T. F. 2012. Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). **Acta Amazonica** 42 (1): 115-124.

Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC. <<http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php#>> (Acesso 07 /01/2013).

Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC. <http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/estacoes-do-ano> (Acesso em: 27/07/2013).

Angiosperm Phylogeny Group (APG II). 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean society** 141: 399-436.

Bianchini Jr, I. 2003. Modelos de crescimento e decomposição de macrófitas aquáticas. *In*: Thomaz, S. M. e Bini, L.M. (eds). **Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas**. Editora da Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

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 Botanica Brasilica** 17 (1): 119-135.

Carvalho, P.; Thomaz, S. M.; Bini, L., M. 2003. Effects of water level, abiotic and biotic factors on bacterioplankton abundance in lagoons of a tropical floodplains (Parana River, Brazil). **Hydrobiologia** 510: 67-74.

Cunha, N. L.; Delatorre, M.; Rodrigues, R. B.; Vidotto, C.; Gonçalves, F., Scremin-Dias, E.; Damasceno-Júnior, G.; Pott, V. J. & Pott, A. 2011. Structure of aquatic vegetation of a large lake, western border of the Brazilian Pantanal. **Brazilian Journal of Biology** 72 (3): 519-531.

Esteves, F. A. 2011. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP.

**Santos, V. V.** Distribuição espacial e ecologia de macrófitas aquáticas...

Ferreira, F. A.; Mormul, R. P.; Pedralli, G.; Pott, V. J. e Pott, A. 2010. Estrutura da comunidade de macrófitas aquáticas em três lagoas do Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **Hoehnea** 37 (1): 43-52.

Ferreira, F. A.; Mormul, R. P.; Thomaz, S. M.; Pott, A. & Pott, V. J. 2011. Macrophytes in the upper Paraná river floodplain: checklist and comparison with other large South American wetlands. **Revista de Biología Tropical** 59 (2): 541-556.

França, F.; Melo, E.; Oliveira, I. B.; Reis, A. T. C. C.; Alves, G. L. & Costa, M. F. 2010. Plantas vasculares das áreas alagadas dos Marimbus, Chapada Diamantina, BA, Brasil. **Hoehnea** 37 (4): 719-730.

Godfrey, R. K. & Wooten, J. W. 1979. **Aquatic and wetland plants southeastern United States. Monocotyledons.** University of Georgia Press. Athens, Georgia.

Godfrey, R. K. & Wooten, J. W. 1981. **Aquatic and wetland plants southeastern United States. Dicotyledons.** University of Georgia Press. Athens, Georgia.

Goetghebeur, P. Cyperaceae. 1998. In: KUBITZKI, K. (Org.). **The families and genera of vascular plants.** Berlin: Springer.

Grasshoff, K.; Ehrhardt, M. & Kremling, K. 1983. **Methods of seawater analysis.** Weinheim: Verl. Chem.

Guarinn, G. 1984. Plantas utilizadas na medicina popular cuiabana: um estudo preliminar. **Universidade Federal de Mato Grosso** 4 (1): 45-50.

Henry-Silva, G. G.; Moura, R. S. T. & Dantas, L. L. O. 2010. Richness and distribution of aquatic macrophytes in Brazilian semi-arid aquatic ecosystems. **Acta Limnologica Brasiliensia** 22 (2): 147-156.

Irgang, B. E.; Pedralli, G.; & Waetcher, J. L. 1984. Macrófitas aquáticas da Estação Ecológica do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil. **Roessleria** 6: 395-404.

Kafer, D. S.; Colares, I.G. & Hefler, S. M. 2011. Composição florística e fitossociologia de macrófitas aquáticas em um banhado continental em Rio Grande, RS, Brasil. **Rodriguésia** 62 (4): 835-846.

Kufner, D. C. L.; Scremin-Dias, E. & Guglieri-Caporal, A. 2011. Composição florística e variação sazonal da biomassa de macrófitas aquáticas em lagoa de meandro do Pantanal. **Rodriguésia** 62 (4): 803-812.

Lehn, C. R.; Bueno, M. L.; Kufner, D. C. L.; Scremin-Dias, E.; Pott, V. J. & Junior, G. A. D. 2011. Fitossociologia de Macrófitas Aquáticas associadas ao Rio Miranda, Pantanal, MS, Brasil. **Revista de Biologia Neotropical** 8 (2): 23-31.

Lima, L. F.; Silva, S. S. L.; Moura-Júnior, E. G. & Zickel, C. S. 2011. Composição florística e chave de identificação das macrófitas aquáticas ocorrentes em reservatórios do estado de Pernambuco. **Rodriguésia** 62 (4): 771-783.

Lloyd, R. M. 1974. Systematics of the Genus *Ceratopteris* Brongn. (Parkeriaceae) II. Taxonomy. **Brittonia** 26: 139-160.

Lolis, S. F. & THOMAZ, S. M. 2011. Monitoramento da composição específica da comunidade de macrófitas aquáticas no reservatório Luis Eduardo Magalhães. **Planta Daninha** 29 (2): 247-258.

Lorenzi, H. 2000. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. Nova Odessa: Plantarum.

Mateucci, S. D. e Colma, A. 1982. **La Metodologia para el Estudio de la Vegetacion**. Colecion de Monografias Cientificas. Série Biologia.

Matias, L. Q. & Sousa, D. J. L. 2011. Alismataceae no Estado do Ceará, Brasil. **Rodriguésia** 64 (4): 887-900.

Meyer, S. T. & Franceschinelli, E. V. 2010. Estudo florístico de plantas vasculares associadas às áreas úmidas na Cadeia do Espinhaço (MG), Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 33 (4): 677-691.

Meyer, S. T. & Franceschinelli, E. V. 2011. Influência de variáveis limnológicas sobre a comunidade das macrófitas aquáticas em rios e lagoas da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia** 62 (4): 743-758.

Mormul, R. P.; Ferreira, F. A.; Michelan, T. S.; Carvalho, P.; Silveira, M. J. & Thomaz, S. M. 2010. Aquatic macrophytes in the large, sub-tropical Itaipu Reservoir, Brazil. **Revista de Biología Tropical** 58 (4): 1437-1452.

Moura-Júnior, E. G.; Abreu, M. C.; Severi, W. & Lira, G. A. S. T. 2011. O gradiente rio-barragem do reservatório de Sobradinho afeta a composição florística, riqueza e formas biológicas das macrófitas aquáticas? **Rodriguésia** 62 (4): 731-742.

Pivari, M. O.; Oliveira, V. B.; Costa, F. M.; Ferreira, R. M. & Salino, A. 2011. Macrófitas aquáticas do sistema lacustre do Vale do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia** 62 (4): 759-770.

Pott, J.V. & Pott, A. 2000. **Plantas Aquáticas do Pantanal**. Corumbá: Embrapa.

Pott, A.; Oliveira, A. K. M.; Damasceno-Junior, G. A.; Moreira, S. N. & Silva, J. S. V. 2011. Plant diversity of the Pantanal wetland. **Brazilian Journal of Biology** 71 (1): 265-273.

Pott, V. J.; Pott, A.; Lima, L. C. P.; Moreira, S. N. & Oliveira, A. K. M. 2011. Aquatic macrophyte diversity of the Pantanal wetland and upper basin. **Brazilian Journal of Biology** 71 (1): 255-263.

CONAMA. Resolução N° 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. DOU ° 53, de 18 de março de 2005; Seção 1:58-63.

Rocha, C. M. C.; Alves, A. E.; Cardoso, A. S.; Cunha, M. C. C. 2012. Macrófitas Aquáticas como Parâmetro no Monitoramento Ambiental da Qualidade da Água. **Revista Brasileira de Geografia Física** 4: 970-983.

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

Smith A. R; Kathellen, M. P.; Schuettpelz, E.; Korall, P.; Scheider, H. & Wolf, P.G. 2008. Fern classification. p. 417-467. In: T.A. RANKER e C.H. HAUFLER, (ed.). **Biology and Evolution of Ferns and Lycophytes**. New York: Cambridge University.

Thomaz, S. M. & Esteves, F. A. 2011. Comunidade de Macrófitas Aquáticas. p. 461-521. In: ESTEVES, F. A. (Org.). **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interdependência.

Tryon, R. M. & Tryon, A. F. 1982. **Ferns and Allied Plants with special reference to tropical America**. New York: Springer – Verlag.

Valadares, R. T.; Souza, F. B. C.; Castro, N. G. D.; Peres, A. L. S. S.; Schneider, S. Z.; & Martins, M. L. L. 2011. Levantamento florístico de um brejo-herbáceo localizado na restinga de Morada do Sol, município de Vila Velha, Espírito Santo, Brasil. **Rodrigésia** 62 (4): 827-834.

## LISTA DE TABELAS E FIGURAS

**Tabela 1:** Mesorregiões pernambucanas com seus dados climatológicos (precipitação pluviométrica e temperatura) em dois períodos distintos: inverno e verão.

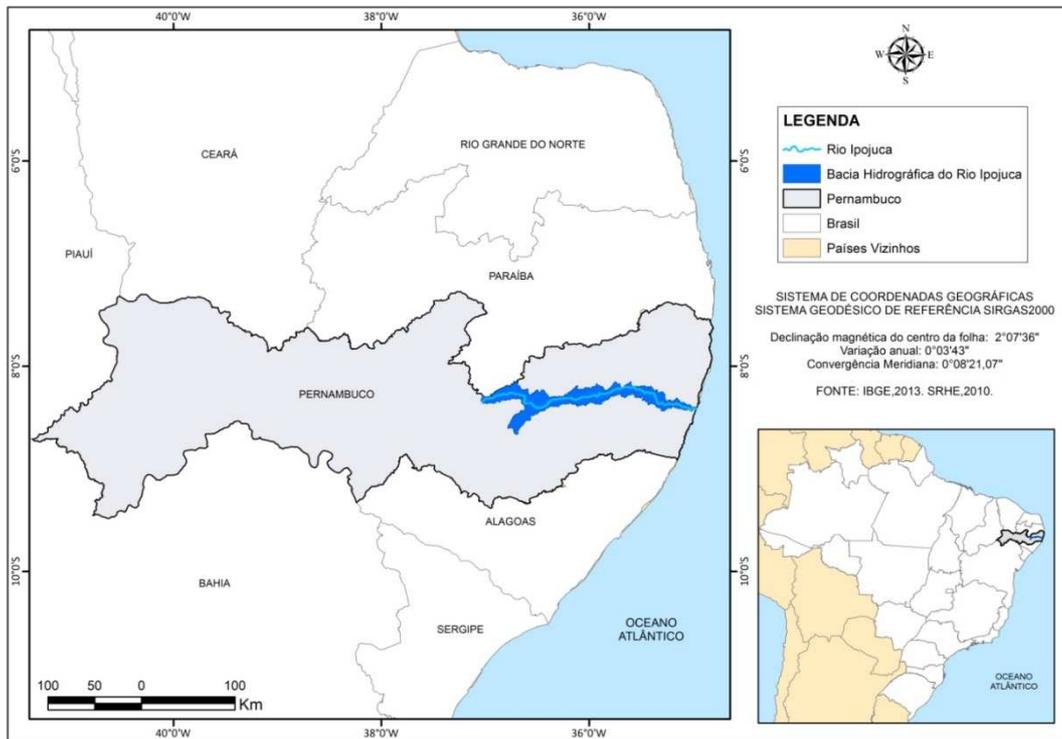
PERÍODO CHUVOSO			PERÍODO SECO			
	MÉDIAS DE TEMPERATURA	MÉDIAS PLUVIOMÉTRICAS	MESES DO ANO	MÉDIAS DE TEMPERATURA	MÉDIAS PLUVIOMÉTRICAS	MESES DO ANO
<b>SERTÃO</b>	22°C	120 mm	Fevereiro a junho	25°C	<b>360 mm*</b>	Julho a janeiro
<b>AGRESTE</b>	20°C	220 mm	Fevereiro a junho (próximo ao Sertão); Março a Julho (próximo à Zona da Mata)	24°C	185 mm	Julho a janeiro (próximo ao Sertão); Agosto a fevereiro (próximo à Zona da Mata)
<b>ZONA DA MATA</b>	24°C	725 mm	Março a Julho	27°C	515 mm	Agosto a fevereiro
<b>LITORAL</b>	24°C	725 mm	Março a Agosto	27°C		Setembro a fevereiro

**FONTE:** CONDEPE/FIDEM e APAC

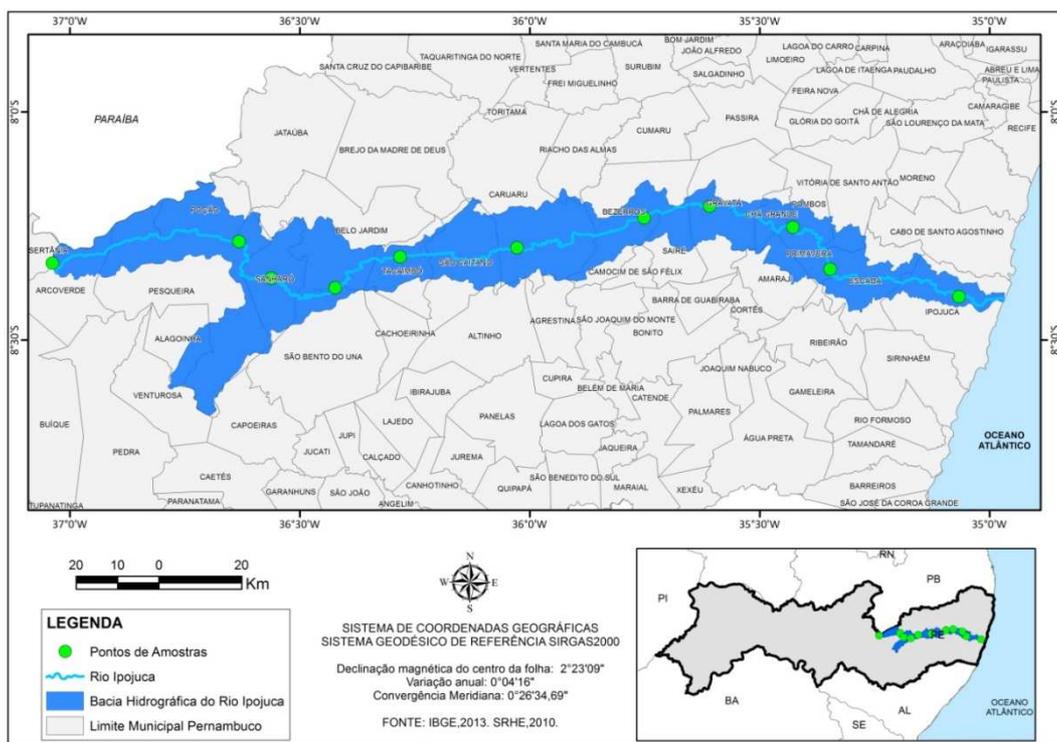
\* As médias pluviométricas do verão apresentam-se maiores do que as do inverno por conta das chuvas intensas caírem em um dado momento em dias descontínuos.

**Tabela 2:** Lista dos pontos de coleta inventariados na bacia hidrográfica do rio de Ipojuca, Pernambuco, Brasil com as mesorregiões, pontos/municípios, altitudes, coordenadas, caracterização dos tipos de ambientes e riqueza de espécies (abril/2012 a maio/2013). LE = Lêntico; LO = Lótico.

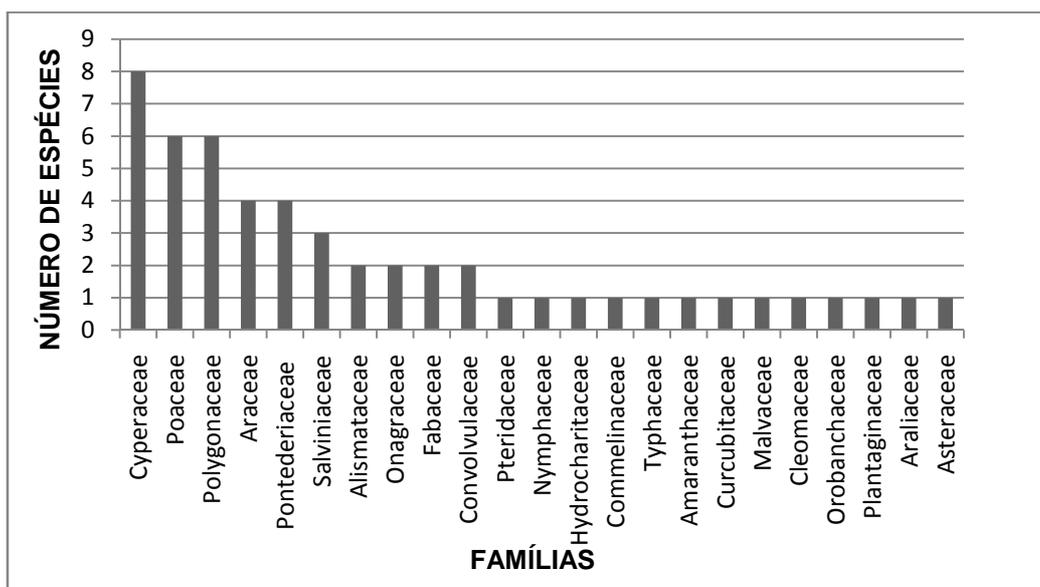
MESORREGIÃO PERNAMBUCANA	PONTOS/ MUNICÍPIOS	ALTITUDE (m)	COORDENADAS (UTM)		TIPOS DE AMBIENTE	RIQUEZA ESPECÍFICA
			LONGITUDE	LATITUDE		
			W	S		
Sertão	Arcoverde	880	0716011	9078504	LE	15
	Poção/ Pesqueira	700	0760781	9083490	LE	17
	Sanharó	652	0768456	9074531	LE	13
	Belo Jardim	608	0783788	9072115	LE	14
Agreste	Tacaimbó	577	0798327	9049639	LE	19
	Caruaru	539	0827430	9081538	LE	15
	Bezerros	473	0196853	9088955	LO	13
	Gravatá	451	0212542	9091924	LE/LO	16
Zona da Mata Sul	Pombos	390	0232555	9086940	LO	24
	Primavera	136	0241513	9076771	LE	11
Região Metropolitana	Ipojuca	17	0272449	9070327	LO	08



**Figura 1:** Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Ipojuca, Pernambuco, Brasil.



**Figura 2:** Mapa da bacia hidrográfica do rio Ipojuca, Pernambuco, Brasil, com os respectivos pontos inventariados no período de abril de 2012 a maio de 2013.



**Figura 3:** Número de espécies das Macrófitas Aquáticas por famílias inventariadas no rio Ipojuca, Brasil, no período de abril/2012 a maio/2013.

**Tabela 3:** Lista das espécies de macrófitas aquáticas ocorrentes na bacia hidrográfica do rio Ipojuca, Pernambuco, Brasil, entre abril/2012 e maio/2013. F. B. = Formas Biológicas: A = Anfíbia; Em = Emergente; Ep = Epífita; FF = Flutuante Fixa; FL = Flutuante Livre; SF = Submersa Fixa;. FREQ. = Frequência de ocorrência em porcentagem: E = Esporádica; F = Frequente; MF = Muito Frequente; PF = Pouco Frequente.

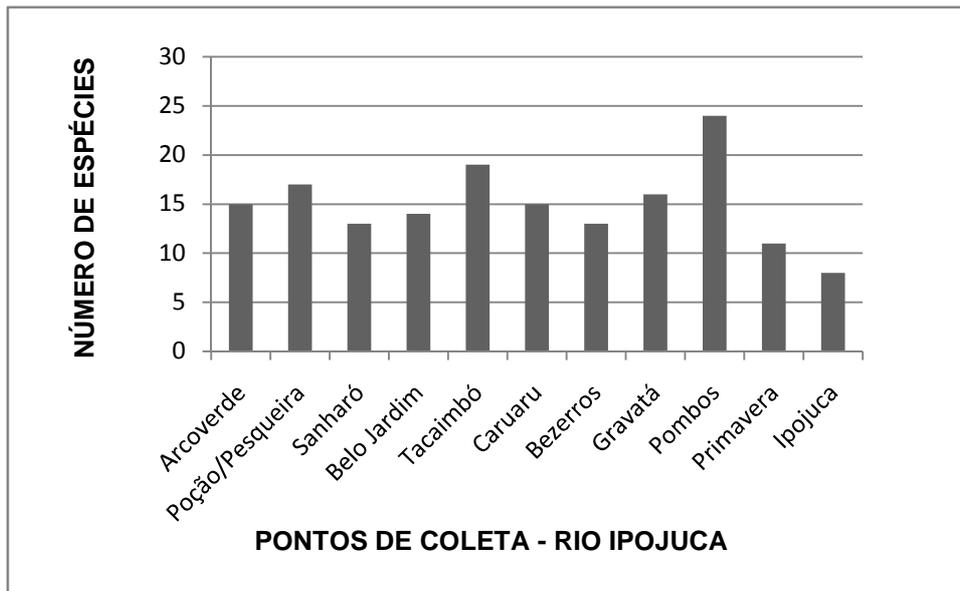
FAMÍLIAS/ESPÉCIES		FREQ. (%)		F. B.
<b>SALVINIACEAE</b>				
1	<i>Salvinia auriculata</i> Aubl.	63,64	F	FL
2	<i>Salvinia minima</i> Baker	36,36	PF	FL
3	<i>Azolla filiculoides</i> Lam.	54,55	F	FL
<b>PTERIDACEAE</b>				
4	<i>Ceratopteris thalictroides</i> Brongn (L)	9,09	E	Em
<b>NYMPHAEACEAE</b>				
5	<i>Nymphaea amazonum</i> Mart. & Zucc.	27,27	PF	FF
<b>ARACEAE</b>				
6	<i>Lemna minuta</i> Kunth	90,91	MF	FL
7	<i>Wolffia columbiana</i> H. Karst.	9,09	E	FL
8	<i>Wolffiella welwitschii</i> (Hegelm) Monod.	18,18	PF	FL

	<b>FAMÍLIAS/ESPÉCIES</b>	<b>FREQ. (%)</b>		<b>F. B.</b>
9	<i>Pistia stratiotes</i> L.	63,64	F	FL
10	<i>Egeria densa</i> Planch	18,18	PF	SF
	<b>ALISMATACEAE</b>			
11	<i>Hydrocleys martii</i> Seub.	9,09	E	FF
12	<i>Limnocharis flava</i> (L.) Buchenau	9,09	E	Em
	<b>COMMELINACEAE</b>			
13	<i>Commelina erecta</i> L.	36,36	PF	A
	<b>PONTEDERIACEAE</b>			
14	<i>Eichhornia azurea</i> (Sw.) Kunth	9,09	E	FF
15	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	90,91	MF	FL
16	<i>Eichhornia meyeri</i> A. G. Schulz	18,18	PF	Em
17	<i>Heteranthera limosa</i> (Sw.) Willd	9,09	E	Em
	<b>TYPHACEAE</b>			
18	<i>Typha domingensis</i> Pers.	27,27	PF	Em
	<b>CYPERACEAE</b>			
19	<i>Cyperus articulatus</i> L.	36,36	PF	Em
20	<i>Cyperus digitatus</i> Roxb.	36,36	PF	A
21	<i>Cyperus esculentus</i> L.	45,45	F	Em
22	<i>Cyperus surinamensis</i> Rottb	9,09	E	Em
23	<i>Eleocharis interstincta</i> (Vahl) Roem & Schult	18,18	PF	Em
24	<i>Eleocharis minima</i> Kunth	36,36	PF	Em
25	<i>Eleocharis nudipes</i> (Kunth) Palla	9,09	E	A
26	<i>Oxycaryum cubense</i> (Poepp. & Kunth) Lye	9,09	E	Ep
	<b>POACEAE</b>			
27	<i>Brachiaria purpurascens</i> (Raddi) Henrard	81,82	MF	Em
28	<i>Chloris barbata</i> Sw	9,09	E	Em
29	<i>Echinochloa polystachya</i> (Kunth) Hitchc.	27,27	PF	Em
30	<i>Hymenachne amplexicaulis</i> (Rudge) Nees	27,27	PF	A
31	<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	9,09	E	A
32	<i>Paspalum repens</i> P J Bergius	45,45	F	FF
	<b>POLYGONACEAE</b>			
33	<i>Polygonum acuminatum</i> Kunth.	18,18	PF	Em
34	<i>Polygonum densiflorum</i> Meisn	54,55	F	Em

	<b>FAMÍLIAS/ESPÉCIES</b>	<b>FREQ. (%)</b>		<b>F. B.</b>
35	<i>Polygonum ferrugineum</i> Wedd	36,36	PF	A
36	<i>Polygonum hispidum</i> Kunth	36,36	PF	A
37	<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx	18,18	PF	Em
38	<i>Polygonum punctatum</i> Ell., Sketch	9,09	E	Em
	<b>AMARANTHACEAE</b>			
39	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	36,36	PF	Em
	<b>ONAGRACEAE</b>			
40	<i>Ludwigia martii</i> (Micheli) Romamoorthy	9,09	E	A
41	<i>Ludwigia</i> sp.	27,27	PF	A
	<b>CURCUBITACEAE</b>			
42	<i>Cucumis melo</i> L.	9,09	E	Ep
	<b>MALVACEAE</b>			
43	<i>Melochia arenosa</i> Benth	9,09	E	A
	<b>CLEOMACEAE</b>			
44	<i>Tarenaya spinosa</i> (Jacq.) Raf.	27,27	PF	A
	<b>FABACEAE</b>			
45	<i>Aeschynomene denticulata</i> Rudd.	36,36	PF	Em
46	<i>Mimosa pigia</i> L.	18,18	PF	A
	<b>OROBANCHACEAE</b>			
47	<i>Alectra aspera</i> (Cham. & Schltld.) L. O. Williams	45,45	F	A
	<b>PLANTAGINACEAE</b>			
48	<i>Bacopa monnieri</i> L. Pennel	27,27	PF	A
	<b>CONVOLVULACEAE</b>			
49	<i>Ipomoea asarifolia</i> (Desr.) Roem e Schult	18,18	PF	A
50	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	9,09	E	Em
	<b>ARALIACEAE</b>			
51	<i>Hydrocotyle verticillata</i> Thunb.	45,45	F	FF, A, Em
	<b>ASTERACEAE</b>			
52	<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk	9,09	E	Em

**Tabela 4:** Riqueza específica dos estudos desenvolvidos com macrófitas aquáticas nas cinco regiões do Brasil entre os períodos de 2010 e 2012.

AUTORES	REGIÕES	RIQUEZA ESPECÍFICA
Pott, A. <i>et al.</i> (2011)	CENTRO-OESTE	2000
Pott, VJ. <i>et al.</i> (2011)	CENTRO-OESTE	280
Meyer e franceschinelli (2010)	SUDESTE	224
Pivari <i>et al.</i> (2011)	SUDESTE	184
Ferreira <i>et al.</i> (2011)	CENTRO-OESTE	153
França <i>et al.</i> (2010)	NORDESTE	130
Valadares <i>et al.</i> (2011)	SUDESTE	125
Mormul <i>et al.</i> (2010)	SUL	87
Kafer <i>et al.</i> (2011)	SUL	82
Meyer & Franceschinelli (2011)	SUDESTE	70
Alves <i>et al.</i> (2011)	SUL	63
Lima <i>et al.</i> (2011)	NORDESTE	59
Cunha <i>et al.</i> (2011)	CENTRO-OESTE	57
Rocha & Martins (2011)	SUL	54
<b>Presente trabalho</b>	<b>NORDESTE</b>	<b>52</b>
Lolis e Thomaz (2011)	NORTE	50
Moura-Júnior <i>et al.</i> (2011)	NORDESTE	43
Kufner <i>et al.</i> (2011)	CENTRO-OESTE	42
Henry-Silva <i>et al.</i> (2010)	NORDESTE	40
Fereira <i>et al.</i> (2010)	SUDESTE	37
Lehn <i>et al.</i> (2011)	CENTRO-OESTE	36
Rocha <i>et al.</i> (2012)	NORDESTE	22



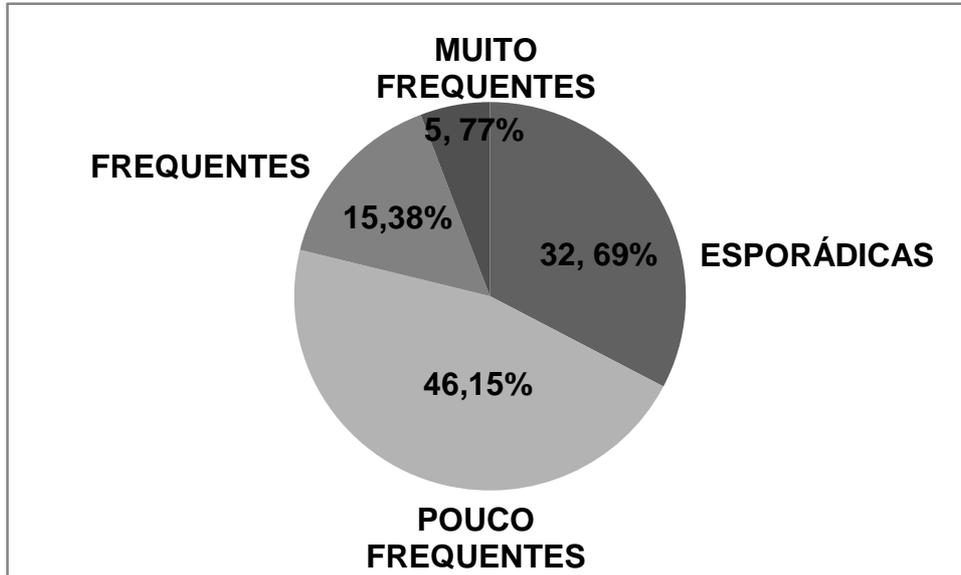
**Figura 4:** Número de espécies das Macrófitas Aquáticas por ponto de coleta inventariadas no rio Ipojuca, Brasil, no período de abril/2012 a maio/2013.



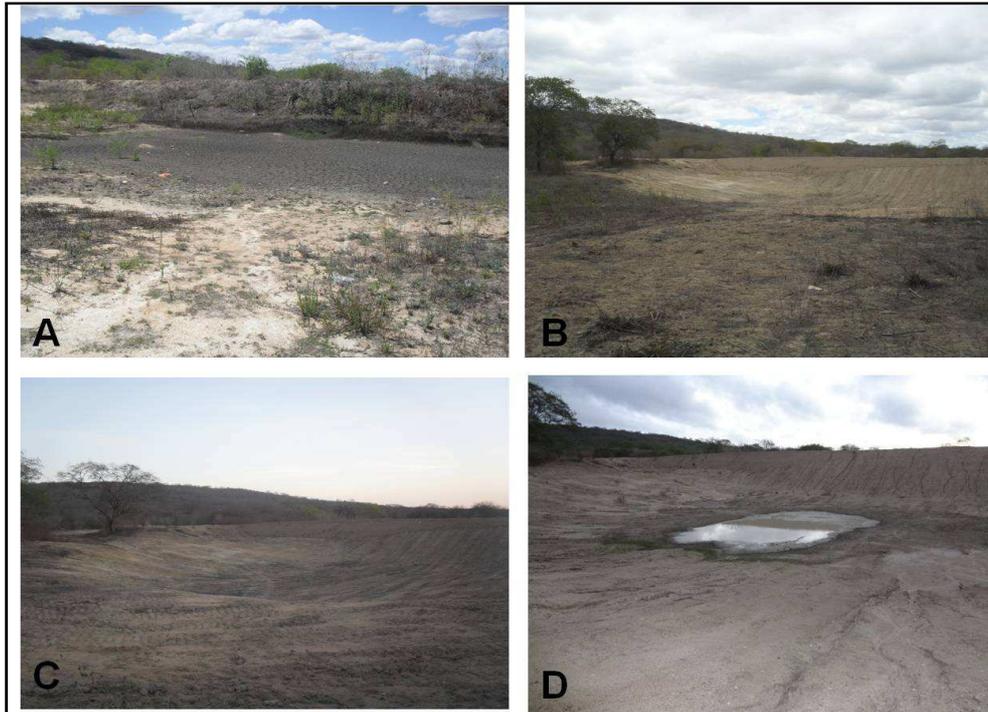
**Figura 5:** Pombos nos meses de agosto/2012 (A e B) e outubro/2012 (C e D).



**Figura 6:** Pombos nos meses de dezembro/2012 (E e F) e março (G e H).



**Figura 7:** Frequência de ocorrência das macrófitas aquáticas inventariadas no rio Ipojuca, Brasil, no período de abril/2012 a maio/2013.



**Figura 8:** Nascente do rio Ipojuca, Arcoverde, Brasil nos meses de abril/2012 (A), agosto/2012 (B), dezembro/2012 (C) e março/2013 (D).



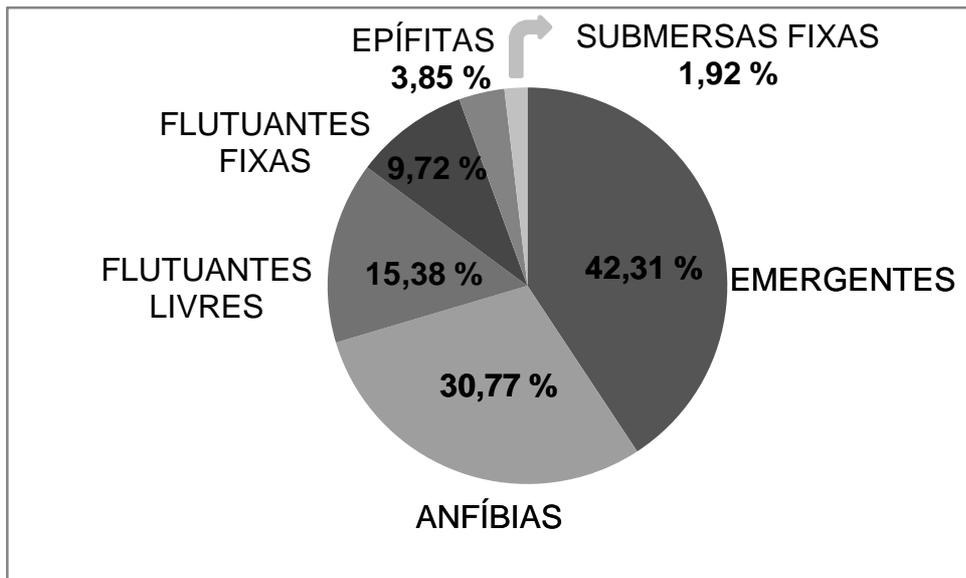
**Figura 9:** Nascente do rio Ipojuca, Arcoverde, Brasil no mês de maio/2013 (E e F). Reservatório construído por moradores da área, 50m da nascente do rio Ipojuca (G e H).



**Figura 10:** Colonização de macrófitas aquáticas no reservatório construído por moradores da área, 50m da nascente do rio Ipojuca (I e J).



**Figura 11:** (A) *Ipomoea asarifolia*; (B) *Oxycaryum cubense* epifitando *Eichhornia crassipes*; (C) *Heteranthera limosa*; (D) *Melochia arenosa*.



**Figura 12:** Formas biológicas das macrófitas aquáticas inventariadas no rio Ipojuca, Brasil, no período de abril/2012 a maio/2013.



**Figura 13:** Poluição observada em alguns pontos amostrados no rio Ipojuca. A e B: Bezerros; C: Tacaimbó; D: Sanharó.

**Tabela 5:** Valores mínimo (MÍN), MEDIANA, máximo (MÁX), desvio padrão (DESV PAD), MEDIANA GERAL e VALOR PADRÃO dos nutrientes (NO<sub>2</sub>; NO<sub>3</sub> e PO<sub>4</sub>) analisados em três pontos (Poção/Pesqueira; Gravatá e Ipojuca) do rio Ipojuca, Pernambuco, Brasil, no período de junho/2012 a maio/2013.

	PERÍODO CHUVOSO				PERÍODO SECO					
	MÍN	MEDIANA	MAX	DESV PAD	MÍN	MEDIANA	MAX	DESV PAD	MEDIANA GERAL	VALOR PADRÃO
<b>POÇÃO/PESQUEIRA</b>										
<b>NO<sub>2</sub></b>	0,04	0,07	0,38	0,19	0,01	0,02	0,06	0,03	0,05	1,0 mg/L
<b>NO<sub>3</sub></b>	0,1	0,15	0,2	0,07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,15	10,0 mg/L
<b>PO<sub>4</sub></b>	1,00	1,45	2,24	0,63	0,91	1,08	1,51	0,31	1,27	0,025 mg/L
<b>GRAVATÁ</b>										
<b>NO<sub>2</sub></b>	0,62	<b>4,19</b>	11,40	5,49	0,97	<b>2,61</b>	2,71	0,98	<b>2,66</b>	1,0 mg/L
<b>NO<sub>3</sub></b>	7	7	41,92	21,71	4,2	<b>49,39</b>	80,15	38,20	<b>31,46</b>	10,0 mg/L
<b>PO<sub>4</sub></b>	5,77	<b>29,52</b>	37,30	16,43	30,70	<b>37,33</b>	47,40	8,41	<b>34</b>	0,025 mg/L
<b>IPOJUCA</b>										
<b>NO<sub>2</sub></b>	0,36	0,65	0,99	0,26	0,02	0,18	0,33	0,22	0,49	1,0 mg/L
<b>NO<sub>3</sub></b>	1,4	<b>25,13</b>	33,30	14,41	0,1	0,33	0,56	0,33	10,68	10,0 mg/L
<b>PO<sub>4</sub></b>	1,60	2,89	5,56	1,68	0,49	1,21	1,92	1,01	2,27	0,025 mg/L

---

# ACTA BOTANICA BRASILICA

---



**Preparando os arquivos.** Os textos do manuscrito deverão ser formatados usando a fonte Times New Roman, tamanho 12, com espaçamento entre linhas 1,5 e **numeração contínua de linhas**, desde a primeira página. Todas as margens deverão ser ajustadas para 1,5 cm, com tamanho de página de papel A4. Todas as páginas deverão ser numeradas seqüencialmente.

O manuscrito deverá estar em formato Microsoft® Word DOC (versão 2 ou superior). Arquivos em formato RTF também serão aceitos. Arquivos em formato Adobe® PDF não serão aceitos. **O documento principal não deverá incluir qualquer tipo de figura ou tabela. Estas deverão ser submetidas como documentos suplementares**, separadamente.

**O manuscrito submetido (documento principal, acrescido de documentos suplementares, como figuras e tabelas)**, poderá conter até 25 páginas (equivalentes a 14 páginas impressas, editadas em programa de editoração eletrônica). Assim, antes de submeter um manuscrito com mais de 25 páginas, entre em contato com o [Editor-Chefe](#). Todos os manuscritos submetidos deverão ser subdivididos nas seguintes seções:

## 1. DOCUMENTO PRINCIPAL

1.1. Primeira página. Deverá conter as seguintes informações: a) Título do manuscrito, conciso e informativo, com a primeira letra em maiúsculo, sem abreviações. Nomes próprios em maiúsculo. Citar nome científico completo. b) Nome(s) do(s) autor(es) com iniciais em maiúsculo, com números sobrescritos que indicarão, em rodapé, a afiliação Institucional. Créditos de financiamentos deverão vir em Agradecimentos, assim como vinculações do manuscrito a programas de pesquisa mais amplos (não no rodapé). Autores deverão fornecer os endereços completos, evitando abreviações. c) Autor para contato e respectivo e-mail. O autor para contato será sempre aquele que submeteu o manuscrito. 1.2. Segunda página. Deverá conter as seguintes informações: a) RESUMO: em maiúsculas e negrito. O texto deverá ser corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo. Deverá ser precedido pelo título do manuscrito em Português, entre parênteses. Ao final do resumo, citar até 5 (cinco) palavras-chave à escolha do(s) autor(es), em ordem alfabética, não repetindo palavras do título. b) ABSTRACT: em maiúsculas e negrito. O texto deverá ser corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo. Deverá ser precedido pelo título do manuscrito em Inglês, entre parênteses. Ao final do abstract, citar até 5 (cinco) palavras-chave à escolha do(s) autor(es), em ordem de alfabética. Resumo e abstract deverão conter cerca de 200 (duzentas) palavras, contendo a abordagem e o contexto da proposta do estudo, resultados e conclusões. 1.3. Terceira página e subseqüentes. Os manuscritos deverão estar estruturados em Introdução, Material e métodos, Resultados e discussão, Agradecimentos e Referências bibliográficas, seguidos de uma lista completa das legendas das figuras e tabelas (se houver), lista das figuras e tabelas (se houver) e descrição dos documentos suplementares (se houver). 1.3.1. Introdução. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá conter: a) abordagem e

contextualização do problema;b) problemas científicos que levou(aram) o(s) autor(es) a desenvolver o trabalho;c) conhecimentos atuais no campo específico do assunto tratado;d) objetivos.1.3.2. Material e métodos. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá conter descrições breves, suficientes à repetição do trabalho. Técnicas já publicadas deverão ser apenas citadas e não descritas. Indicar o nome da(s) espécie(s) completo, inclusive com o autor. Mapas poderão ser incluídos (como figuras na forma de documentos suplementares) se forem de extrema relevância e deverão apresentar qualidade adequada para impressão (ver recomendações para figuras). Todo e qualquer comentário de um procedimento utilizado para a análise de dados em Resultados deverá, obrigatoriamente, estar descrito no item Material e métodos. 1.3.3. Resultados e discussão. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. Tabelas e figuras (gráficos, fotografias, desenhos, mapas e pranchas), se citados, deverão ser estritamente necessários à compreensão do texto. Não insira figuras ou tabelas no texto. Os mesmos deverão ser enviados como documentos suplementares. Dependendo da estrutura do trabalho, Resultados e discussão poderão ser apresentados em um mesmo item ou em itens separados. 1.3.4. Agradecimentos. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá ser sucinto. Nomes de pessoas e Instituições deverão ser escritos por extenso, explicitando o motivo dos agradecimentos. 1.3.5. Referências bibliográficas. Título com primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. Se a referência bibliográfica for citada ao longo do texto, seguir o esquema autor, ano (entre parênteses). Por exemplo: Silva (1997), Silva & Santos (1997), Silva *et al.* (1997) ou Silva (1993; 1995), Santos (1995; 1997) ou (Silva 1975; Santos 1996; Oliveira 1997). Na seção Referências bibliográficas, seguir a ordem alfabética e cronológica de autor(es).Nomes dos periódicos e títulos de livros deverão ser grafados por extenso e em negrito.Exemplos:Santos, J.; Silva, A. & Oliveira, B. 1995. Notas palinológicas. *Amaranthaceae. Hoehnea* 33(2): 38-45.Santos, J. 1995. **Estudos anatômicos em Juncaceae**. Pp. 5-22. In: Anais do XXVIII Congresso Nacional de Botânica. Aracaju 1992. São Paulo, HUCITEC Ed. v.I.Silva, A. & Santos, J. 1997. *Rubiaceae*. Pp. 27-55. In: F.C. Hoehne (ed.). *Flora Brasílica*. São Paulo, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.Endress, P.K. 1994. Diversity and evolutionary biology of tropical flowers. Oxford. Pergamon Press.Furness, C.A.; Rudall, P.J. & Sampson, F.B. 2002. Evolution of microsporogenesis in Angiosperms.

<http://www.journals.uchicago.edu/IJPS/journal/issues/v163n2/020022/020022.html> (acesso em 03/01/2006).Não serão aceitas referências bibliográficas de monografias de conclusão de curso de graduação, de citações de resumos de Congressos, Simpósios, Workshops e assemelhados. Citações de Dissertações e Teses deverão ser evitadas ao máximo e serão aceitas com justificativas consistentes. 1.3.6. Legendas das figuras e tabelas. As legendas deverão estar incluídas no fim do documento principal, imediatamente após as Referências bibliográficas. Para cada figura, deverão ser fornecidas as seguintes informações, em ordem numérica crescente: número da figura, usando algarismos arábicos (Figura 1, por exemplo; não abrevie); legenda detalhada, com até 300 caracteres (incluindo espaços). Legendas das figuras necessitam conter nomes dos táxons com respectivos autores, informações da área de estudo ou do grupo taxonômico. Itens da tabela, que estejam abreviados, deverão ser escritos por extenso na legenda. Todos os nomes dos gêneros precisam estar por extenso nas legendas das tabelas. **Normas gerais para todo o texto.** Palavras em latim no título ou no texto, como por exemplo: *in vivo*, *in vitro*, *in loco*, *et al.* deverão estar grafadas em *itálico*. Os nomes científicos, incluindo os gêneros e categorias infragenéricas, deverão estar em *itálico*. Citar nomes das espécies por extenso, na primeira menção do parágrafo, acompanhados de autor, na primeira menção no texto. Se houver uma tabela geral das espécies citadas, o nome dos autores deverá aparecer somente na tabela. Evitar notas de rodapé. As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, deverão ser precedidas do seu significado por extenso. Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Usar abreviaturas das unidades de medida de acordo com o Sistema Internacional de Medidas (por exemplo 11 cm, 2,4 µm). O número deverá ser separado da unidade, com exceção de porcentagem, graus, minutos e segundos de coordenadas geográficas (90%, 17°46'17" S, por exemplo). Para unidades compostas, usar o símbolo de cada unidade individualmente, separado por um espaço apenas. Ex.: mg kg<sup>-1</sup>, µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, mg L<sup>-1</sup>. Litro e suas subunidades deverão ser grafados em maiúsculo. Ex.: L, mL, µL. Quando vários números forem citados em seqüência, grafar a unidade da medida apenas no último (Ex.: 20, 25, 30 e 35

°C). Escrever por extenso os números de zero a nove (não os maiores), a menos que sejam acompanhados de unidade de medida. Exemplo: quatro árvores; 10 árvores; 6,0 mm; 1,0-4,0 mm; 125 exsicatas. Para normatização do uso de **notações matemáticas**, obtenha o arquivo contendo as instruções específicas em <http://www.botanica.org.br/ojs/public/matematica.pdf>. O Equation, um acessório do Word, está programado para obedecer as demais convenções matemáticas, como espaçamentos entre sinais e elementos das expressões, alinhamento das frações e outros. Assim, o uso desse acessório é recomendado. Em trabalhos taxonômicos, o material botânico examinado deverá ser selecionado de maneira a citarem-se apenas aqueles representativos do táxon em questão, na seguinte ordem e obedecendo o tipo de fonte das letras: **PAÍS. Estado:** Município, data, fenologia, coletor(es) número do(s) coletor(es) (sigla do Herbário). Exemplo: **BRASIL. São Paulo:** Santo André, 3/XI/1997, fl. fr., Milanez 435 (SP). No caso de mais de três coletores, citar o primeiro seguido de *et al.* Ex.: Silva *et al.*