

ANDRÉA DA SILVA FREITAS

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO
SOBRE O MACROFITOBENTOS EM TRECHOS
RECIFAIS DO LITORAL DE PERNAMBUCO,
BRASIL.**

RECIFE

2012

ANDRÉA DA SILVA FREITAS

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO
SOBRE O MACROFITOBENTOS EM TRECHOS
RECIFAIS DO LITORAL DE PERNAMBUCO,
BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), para a obtenção do título de Mestre em Botânica.

ORIENTADORA:

Prof^ª. Dr^ª. Sonia Maria Barreto Pereira

CO-ORIENTADORES:

Prof^º. Dr. Paulo Antunes Horta Júnior

Prof^º. Dr. Silvio José de Macêdo

RECIFE

2012

Ficha Catalográfica

F862a Freitas, Andréa da Silva
Avaliação dos impactos da urbanização sobre o macrofitobentos em trechos recifais do litoral de Pernambuco, Brasil / Andréa da Silva Freitas.
-- 2012.
79 f.: il.

Orientador (a): Sonia Maria Barreto Pereira.
Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Recife, 2012.
Inclui anexo e referências.

1. Alga marinha 2. Botânica – Classificação 3. Bioindicadores
4. Ecologia 5. Criptógamos 6. Poluição I. Pereira, Sonia Maria Barreto, Orientadora II. Título

CDD 581

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO SOBRE O
MACROFITOBENTOS EM TRECHOS RECIFAIS DO LITORAL DE
PERNAMBUCO, BRASIL.**

Andréa da Silva Freitas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB), da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Botânica. Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora:

Orientadora:

Dra. Sonia Maria Barreto Pereira
Titular / UFRPE

Examinadores:

Dr. Douglas Correia Burgos
Titular / UFSC

Dra. Maria Elizabeth Bandeira-Pedrosa
Titular / UFRPE

Dra. Sigrid Neumann Leitão
Titular / UFPE

Dra. Enide Eskinazi-Leça
Suplente / UFPE

Data da aprovação: / / 2012

RECIFE

2012

Dedicatória

*À Deus, a meus pais e família, por
fazerem cada momento da minha vida
uma eterna felicidade.*

Agradecimentos

Em primeiro lugar digo que não serei formal. Não cabem a minha pessoa, pois não me reconheceria. De antemão, agradeço a todas as pessoas que se fizeram presentes, se preocuparam e torceram durante todo o meu percurso. Mas bem sei que agradecer é sempre muito difícil, pois posso cometer injustiças esquecendo-me nomes de pessoas tão adoráveis que foram solícitas nesta trajetória. Sei que devo “horrores” a todas as pessoas mencionadas ou não, seja intelectual e/ou emocional. Desta forma, digo: Meu muito, obrigada!

Aqueles que realizam um trabalho de pesquisa sabem que não o fazem sozinhos, embora na maioria das vezes seja solitário o ato da leitura e o de escrever (quantas madrugadas, sábados, domingos e feriados!). O resultado de todo esse estudo foi possível também pela cooperação e esforço de outros antes de nós, pelos autores que li, professores, colegas de graduação, mestrado, doutorado e do laboratório que me fizeram aprender com as mais diversas discussões e conversas, além dos comentários e sugestões feitos aos meus rabiscos iniciais dos trabalhos e dissertação.

Agradeço pelos ensinamentos a todos os Professores do Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e aos que vieram de outras Instituições. À Coordenadora Carmen Zickel, a secretária Kênia Muniz e Sr. Manassés (seu Mano), pelas informações e ajudas prestadas.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa Nacional de Apoio e Desenvolvimento da Botânica (PNADB) pelo apoio financeiro através da concessão da Bolsa de Mestrado. Ao Prof^º. Sílvio Macêdo do Dept^º. de Oceanografia da Univer. Federal de Pernambuco (UFPE), pelas dicas no trabalho e realização das análises abióticas e ao Prof^º. Paulo Horta do Dept^º. de Botânica da Univer. Federal de Santa Catarina (UFSC) pela oportunidade e parceria entre os projetos.

À minha orientadora, Dra. Sônia Maria Barreto Pereira, pela orientação, confiança, ensinamentos, leituras e sugestões no trabalho de pesquisa, nos quais acabaram por constituir-se neste. Sônia, muito obrigada!

Aos meus adoráveis amigos do Laboratório de Ficologia (Labofic), Douglas Burgos, Fátima Oliveira-Carvalho, Fernando Scherner, Janson Job, Khey Albert, Leonardo Xavier, Nahum Castro e Vanessa Freire, que me conquistaram e transformaram cada momento desagradável e cansativo em um incentivo. Pelas maravilhosas e gostosas gargalhadas e piadas durante os momentos de descontração e nos almoços. Assim como, o apoio durante as coletas, análises estatísticas e desenvolvimento da dissertação. A Maria Elizabeth, pelo incentivo, amizade, longas conversas e apoio antes e durante o mestrado. A Mariana Guimarães pela amizade e sugestões em ecologia. A todos estes: obrigada pelos momentos compartilhados, jamais esquecerei!

Dissertar foi preciso e para isso precisei ficar quilômetros de distância de pessoas que amo. No entanto, acabei conhecendo pessoas maravilhosas na qual se tornaram verdadeiros companheiros, suprimindo um pouco a enorme saudade que tenho dos que ficaram. A todos os meus amigos de Recife, agradeço de coração por todos os momentos, e sem cometer injustiça com os outros, cito em especial a Rosa Souza, Jorge Carvalho e Lucyana Ferraz. Agradeço aos meus primos Paulo Henrique, Fernando e Rosalina que me acolheram ao chegar à Pernambuco. E a todos que estão distantes, sinto muito a falta de vocês. Mais é ótimo retornar, lembrar do passado e viver novas experiências.

Quanto a minha grande família, essa merece poucas palavras, mas aquelas que me são mais caras. Avó, tias, tios, primos e agregados (em especial a Cleudíá rsrs...), obrigado por vocês existirem em minha vida! Obrigado por depositarem em mim a confiança para todas as horas. Sei que vocês se orgulham por eu ter atingido uma etapa que nenhum outro de nós tinha atingido antes e, este orgulho que sentem por mim, converto numa obrigação de a cada dia ser mais digno de representá-los. Mamãe e Papai, amor sem limites, obrigada pela longa caminhada, sem vocês nada disso estaria acontecendo. Sei que sentem muitas saudades e eu também! Meus irmãos Patrícia, eterno doce e poço de paciência, Ricardo e Luciano, amo muito vocês. Aos eternos bebês da tia Roberto Víctor, Rodrigo, Manuelle e Livia, minhas jóias raras que fazem minha infância reviver, amo incondicionalmente.

SUMÁRIO

| | |
|--|------|
| LISTA DE FIGURAS | VIII |
| LISTA DE TABELAS | IX |
| RESUMO | 10 |
| ABSTRACT | 12 |
| 1. INTRODUÇÃO | 14 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 17 |
| 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 26 |
| 4. RESULTADOS | 34 |
| Manuscrito - Impactos da urbanização sobre a estrutura da comunidade das macroalgas da região do mesolitoral inferior do litoral de Pernambuco, Brasil | 35 |
| RESUMO | 36 |
| ABSTRACT | 37 |
| 1. INTRODUÇÃO | 38 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 39 |
| 2.1. Área de estudo..... | 39 |
| 2.2. Desenho amostral..... | 40 |
| 2.3. Estudos ecológicos por amostragem utilizando fotoquadrados..... | 41 |
| 2.4. Percentual de cobertura | 41 |
| 2.5. Etapas de laboratório | 42 |
| 2.6. Análises dos dados ecológicos..... | 42 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 43 |
| 3.1. Caracterização físico-química da água..... | 43 |
| 3.2. Análise quali/quantitativa da estrutura das comunidades fitobentônicas | 44 |
| 3.3. Análise da composição e estrutura da comunidade de macroalgas da região do mesolitoral inferior (cobertura visual)..... | 45 |
| 3.4. Análise estatística da estrutura da comunidade | 49 |

| | |
|--|----|
| 4. AGRADECIMENTOS | 51 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 51 |
| ANEXO | 73 |

LEGENDA DAS FIGURAS

MANUSCRITO

- Figura 1** – Mapa de localização das Praias urbanizadas (Forno da Cal, Pina e Piedade) e não-urbanizadas (Pontas de Pedra, Itapuama e Muro Alto) no litoral de Pernambuco, Brasil 60
- Figura 2** – Percentual das macroalgas encontradas no compartimento recifal da região do mesolitoral inferior em janeiro e julho de 2011 nas Praias urbanizadas (Forno da Cal, Pina e Piedade) e não-urbanizadas (Pontas de Pedra, Itapuama e Muro Alto) no litoral de Pernambuco, Brasil 61
- Figura 3** – Percentual de cobertura geral das categorias analisadas em janeiro e julho de 2011 nas Praias urbanizadas (Forno da Cal, Pina e Piedade) e não-urbanizadas (Pontas de Pedra, Itapuama e Muro Alto) no litoral de Pernambuco, Brasil 61
- Figura 4** – Percentual de cobertura das categorias analisadas em janeiro e julho de 2011 nas Praias urbanizadas (Forno da Cal, Pina e Piedade) e não-urbanizadas (Pontas de Pedra, Itapuama e Muro Alto) no litoral de Pernambuco, Brasil 61
- Figura 5** – Percentual de cobertura dos Phylum e Classe de macroalgas encontradas no compartimento recifal da região do mesolitoral inferior nas Praias urbanizadas (Forno da Cal, Pina e Piedade) e não-urbanizadas (Pontas de Pedra, Itapuama e Muro Alto) no litoral de Pernambuco, Brasil. A – Rhodophyta-Praias urbanizadas; B – Rhodophyta-Praias não-urbanizadas; C – Chlorophyta-Praias urbanizadas; D – Chlorophyta-Praias não-urbanizadas; E – Phaeophyceae-Praias urbanizadas; F – Phaeophyceae-Praias não-urbanizadas..... 62
- Figura 6** – Percentual de cobertura das macroalgas encontradas no compartimento recifal da região do mesolitoral inferior nas Praias urbanizadas (Forno da Cal, Pina e Piedade) e não-urbanizadas (Pontas de Pedra, Itapuama e Muro Alto) no litoral de Pernambuco, Brasil. A – Praias urbanizadas; B – Praias não-urbanizadas 63
- Figura 7** – Percentual de cobertura das macroalgas encontradas no compartimento recifal da região do mesolitoral inferior nas Praias urbanizadas (Forno da Cal, Pina e Piedade) e não-urbanizadas (Pontas de Pedra, Itapuama e Muro Alto) no litoral de Pernambuco, Brasil. A – Praias urbanizadas-Período seco; B – Praias urbanizadas-Período chuvoso; C – Praias não-urbanizadas-período Seco; D – Praias não-urbanizadas-Período chuvoso..... 63
- Figura 8** – Percentual cobertura das macroalgas encontradas no compartimento recifal da região do mesolitoral inferior nas Praias urbanizadas (Forno da Cal, Pina e Piedade) e não-urbanizadas (Pontas de Pedra, Itapuama e Muro Alto) no litoral de Pernambuco, Brasil. A – Praia de Forno da Cal; B – Praia de Piedade; C – Praia do Pina; D – Praia de Itapuama; E – Praia de Muro Alto; F – Praia de Pontas de Pedra 64
- Figura 9** – Análise Multivariada (MDS) nas Praias urbanizadas (Forno da Cal, Pina e Piedade) e não-urbanizadas (Pontas de Pedra, Itapuama e Muro Alto) no litoral de Pernambuco, Brasil. Representação dos símbolos: ▲ Praias urbanizadas; ▼ Praias não-urbanizadas..... 65
- Figura 10** – Valores médios dos descritores ecológicos nas Praias urbanizadas (Forno da Cal, Pina e Piedade) e não-urbanizadas (Pontas de Pedra, Itapuama e Muro Alto) no litoral de Pernambuco, Brasil. Barras representam desvio padrão. Letras diferentes indicam diferenças significativas apontadas pelo teste de Neumann-Keuls ($p < 0,05$). A – Riqueza; B – Equitatividade; C – Shannon-Wiener..... 66

LEGENDA DAS TABELAS**MANUSCRITO**

Tabela 1 – Valores dos parâmetros hidrológicos nas Praias urbanizadas (Forno da Cal, Pina e Piedade) e não-urbanizadas (Pontas de Pedra, Itapuama e Muro Alto) durante as máres de sizígia, no período seco (verão) e chuvoso (inverno) do litoral de Pernambuco em janeiro e julho de 2011 67

Tabela 2 – Sinopse dos táxons encontradas no compartimento recifal da região do mesolitoral inferior nas Praias urbanizadas (Forno da Cal, Pina e Piedade) e não-urbanizadas (Pontas de Pedra, Itapuama e Muro Alto) do litoral de Pernambuco em janeiro e julho de 2011. FC – Praia de Forno da Cal; PIE – Praia de Piedade; PI – Praia do Pina; ITAP – Praia de Itapuama; MA – Praia de Muro Alto; PP – Praia de Pontas de Pedra 68

Freitas, Andréa da Silva; M.Sc.; Universidade Federal Rural de Pernambuco; fevereiro de 2012; Avaliação dos Impactos da Urbanização Sobre o Macrofitobentos em Trechos Recifais do Litoral de Pernambuco, Brasil.; Sonia Maria Barreto Pereira (Orientadora), Paulo Antunes Horta Júnior (Co-orientador), Silvio José de Macêdo (Co-orientador).

RESUMO

Nas últimas décadas os impactos antropogênicos vêm afetando as estruturas de comunidades de macroalgas, as quais são utilizadas como ferramenta complementar para o diagnóstico de alterações das comunidades. Neste sentido, o referido estudo fez uma abordagem ecológica sobre a influência da urbanização sobre o macrofitobentos do mesolitoral inferior do litoral de Pernambuco, verificando a estrutura das macroalgas, bem como o levantamento florístico das algas nas praias urbanizadas (Forno da Cal, Pina e Piedade) e não-urbanizadas (Pontas de Pedra, Itapuama e Muro Alto) do litoral de Pernambuco. O material foi coletado durante o período seco (janeiro/2011) e chuvoso (julho/2011) na região do mesolitoral inferior durante as marés de sizígia. Cada área foi subdividida em três subáreas, onde foram posicionados transectos e plotados 30 quadrados equidistantes 1 m com tamanho de 625 cm² ao longo de 30 m. Foram realizadas coletas qualitativas e quantitativas através de fotoquadrados e coleta de água para os dados abióticos. As análises abióticas indicaram que o ambiente encontrava-se oligotrófico. Nas áreas de estudo foram identificados 110 táxons infragenéricos entre Rhodophyta (62), Chlorophyta (30) e Heterokontophyta (Phaeophyceae) (18). As praias não-urbanizadas apresentaram maior número de espécies (67). A cobertura visual foi maior para Rhodophyta (72,24%). Nas praias urbanizadas o maior percentual de cobertura estava relacionado com os táxons oportunistas que indicam a presença de impactos antropogênicos, principalmente derivados de efluentes domésticos como *Bryopsis* J.V. Lamour., *Ceratodictyon* Zanardini, *Chondracanthus* Kütz., *Cladophora* Kütz. e *Ulva* L. Nas praias não-urbanizadas destacaram-se os de táxons de ambientes sucessionais e/ou pereniais como *Amphiroa* J.V. Lamour., *Corallina* L., *Jania* J.V. Lamour., *Acanthophora* J.V. Lamour., *Bryothamnion* Kütz. e *Caulerpa* J.V. Lamour. ANOSIM mostrou diferenças significativas entre as áreas (R=0,634: p<0,01), assim como para o fator estação do ano (R=0,108: p<0,01). O teste de Cochran mostrou que as variâncias são homogêneas para a riqueza, diversidade e equitatividade. ANOVA two-way, indicou que houve diferenças significativas (p<0,0001) para riqueza e Shannon-Wiener e equitatividade (p<0,0005) entre as áreas, assim como para o fator

sazonalidade. A praia Pontas de Pedra apresentou maiores valores para todos os descritores. De acordo com os resultados faz-se necessário decisões de medidas rigorosas contribuindo para a manutenção do equilíbrio ecológico nos oceanos.

Palavras-chave: Algas marinhas, bioindicadores, ecologia, fotoquadrado, poluição.

Freitas, Andréa da Silva; M.Sc.; Universidade Federal Rural de Pernambuco; fevereiro de 2012; Avaliação dos Impactos da Urbanização Sobre o Macrofitobentos em Trechos Recifais do Litoral de Pernambuco, Brasil.; Sonia Maria Barreto Pereira (Orientadora), Paulo Antunes Horta Júnior (Co-orientador), Silvio José de Macêdo (Co-orientador).

ABSTRACT

In recent decades, anthropogenic impacts have affected the structures of macroalgae communities, which are used as a complementary tool for the diagnosis of community alterations. In this sense, this study was an ecological approach on the influence of urbanization on the macrophytobentos of reefs on the coast of Pernambuco, Brazil. The structure of macroalgae communities, as well as the taxonomic survey of algae from urbanized beaches (Forno da Cal, Pina and Piedade) and non-urbanized areas (Pontas de Pedra, Itapuama and Muro Alto) was assessed. The samples were collected during the dry (January/2011) and rainy (July/2011) seasons, in the lower mesolitoral region, in low tide during spring tides. The areas were divided into three subareas, where transects were positioned and plotted 1m equidistant along 30 m. Qualitative and quantitative (photoquadrats) samples were collected as well as abiotic data. Analyses indicated that this coastal environment is oligotrophic. A total of 110 infrageneric taxa were identified among Rhodophyta (62), Chlorophyta (30) and Class Phaeophyceae (Heterokontophyta) (18). The non-urbanized beaches had the highest number of species (67). Rhodophyta presented the greater coverage with 72.24%. Urbanized beaches presented the dominance of opportunistic taxa such as *Bryopsis* J.V. Lamour., *Ceratodictyon* Zanardini, *Chondracanthus* Kütz., *Cladophora* Kütz. and *Ulva* L. Non-urbanized beaches presented higher abundance of perennial taxa such as: *Amphiroa* J.V. Lamour., *Corallina* L., *Jania* J.V. Lamour., *Acanthophora* J.V. Lamour., *Bryothamnion* Kütz. e *Caulerpa* J.V. Lamour. ANOSIM showed significant differences between urban and non-urban areas ($R = 0.634$, $p < 0.01$) as well as the factor season ($R = 0.108$, $p < 0.01$). Cochran's test showed that the variances are homogeneous for richness, diversity and evenness. Two-way ANOVA showed significant differences ($p < 0.0001$) for richness, Shannon-Wiener and evenness ($p < 0.0005$) between urban and non-urban areas, as well as the seasonality factor. Pontas de Pedras presented higher values for all descriptors. According to the results there is a need for rigorous measures, contributing to the maintenance of ecological balance in the oceans.

Keywords: Seaweed, biodindicadores, ecology, fotoquadrado, pollution.

1. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento industrial, adensamento dos núcleos urbanos e intensificação da exploração de organismos marinhos, os mais variados ecossistemas e as comunidades de ambientes costeiros vem sofrendo um grande impacto negativo (PAGLIOSA; BARBOSA, 2006; PAGLIOSA et al., 2006), acarretando a destruição de habitat e provocando, em alguns casos, a extinção de espécies (PHILLIPS, 1998). Mundialmente, os impactos antropogênicos têm levado à perda da biodiversidade marinha e a alterações de comunidades de macroalgas (ERIKSSON et al., 2002; TERLIZZI et al., 2002; LIU et al., 2007; CONNELL et al., 2008). Nesses ecossistemas, os impactos antropogênicos associados às mudanças climáticas vêm sendo observados como agravantes desses impactos negativos nos ambientes marinhos (VITOUSEK et al., 1997; RUSSELL et al., 2009). Na literatura, a contaminação decorrente das fontes antropogênicas é assumida como uma ameaça adicional para a biodiversidade marinha (CROWE et al., 2004) afetando diretamente a diversidade, distribuição e funcionamento da comunidade algal (GOROSTIAGA; DÍEZ, 1996).

Os organismos caracterizados como bioindicadores ambientais mostram o estado de um ecossistema, evidenciando as modificações naturais ou provocadas tanto em ambientes aquáticos como terrestres (SANTOS et al., 2006). Dentre os organismos bentônicos marinhos, considerados ótimos indicadores dos efeitos da poluição, estão as macroalgas, organismos avasculares que se fixam ao substrato, principalmente através de rizóides (PEREIRA, 2000). Estas exercem um excelente papel ecológico e proporciona habitat e alimento para a fauna marinha (WILSON et al., 1990a; AIROLDI et al., 2008), atuando ainda, como biorremediadores naturais, removendo poluentes orgânicos da água do mar (WANG; ZHAO, 2007), como cádmio, chumbo e zinco (COPERTINO et al., 2008; FREITAS et al., 2008) refletindo as condições ambientais a longo prazo as quais são submetidas. As macroalgas, principais constituintes das comunidades fitobênticas, são importantes para o estabelecimento do equilíbrio e resiliência dos ecossistemas costeiros (MILLER et al., 2009).

No Brasil, cerca de 80% da população está instalada em áreas urbanas e nos estados mais desenvolvidos, esses números chegam à vizinhança de 90% (TUCI et al., 2010). Devido a essa grande concentração urbana, vários conflitos e problemas têm sido gerados, entre estes, a falta de coleta e disposição do lixo urbano e a contaminação dos rios por esgotos doméstico, industrial e pluvial (TUCI et al., 2010), os quais são

freqüentemente despejados em áreas costeiras com pouco ou nenhum tratamento (McCLELLAND; VALIELA, 1998; PAGLIOSA; BARBOSA, 2006) comprometendo a balneabilidade de suas águas costeiras. No Brasil, as águas destinadas a recreação podem ser enquadradas em categorias de acordo com sua balneabilidade (excelente, muito boa, satisfatória e imprópria) conforme Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986, no qual se baseia na concentração de coliformes fecais ou totais por 100 ml de água coletada durante cinco semanas consecutivas.

O escoamento em zonas costeiras dos efluentes carregados de componentes tóxicos, oriundos das referidas áreas, são capazes de transformar os bancos de macroalgas e manguezais, ocasionando a fertilização das águas costeiras e florescimento de organismos planctônicos (WORM et al., 2006).

Com a existência de um fluxo contínuo entre as águas continentais e marinhas, as regiões não-urbanizadas, assim como unidades de conservação e áreas de preservação ambiental estão propícias a sofrerem com os mesmos efeitos causados pelos mais diversos impactos oriundos do continente. Sendo assim, para avaliação de impactos, as áreas controles deverão ter uma menor influência antrópica, maior distanciamento da zona urbana e da costa (UNDERWOOD; CHAPMAN, 2003). Desta maneira, é incontestável que a perda da biodiversidade compromete não só a saúde dos ecossistemas, mas também a saúde das populações humanas que deles dependem direta ou indiretamente (MASOOD, 2005).

Os impactos antrópicos promovendo a perda de diversidade podem acelerar a taxa de extinção de vários grupos (OLIVEIRA FILHO, 2002), comprometendo de maneira profunda todo o sistema marinho. Mundialmente, os estudos se concentram em avaliar e mostrar a drástica redução da abundância e diversidade destes recursos (KRAUSE-JENSEN et al., 2007; HALPERN et al., 2008; MURAWSKI et al., 2010; JOHANSSON et al., 2010). No Brasil, os trabalhos seguem a mesma linha de pesquisa como Taouil e Yoneshigue-Valentin (2002); Amado Filho et al. (2003); Oliveira e Qi (2003), Bouzon et al. (2006) e Barradas et al. (2010), sendo claro o papel da conservação para a manutenção dos recursos pesqueiros. Entretanto, é pouco o conhecimento sobre as conseqüências diretas dos impactos da urbanização sobre estes organismos e a carência de uma abordagem integrada que compara áreas similares com diferentes graus de estresse causado pelo impacto antropogênico utilizando metodologia padronizada. Sendo assim, busca-se o entendimento das condições e mecanismos que

levam a perda de habitats, prevendo futuros declínios da biodiversidade (CONNELL et al., 2008).

No Brasil, mais precisamente na região Nordeste, as praias do litoral de Pernambuco, principalmente as localizadas na região metropolitana, vêm sendo afetadas por uma forte ação antrópica negativa, devido principalmente, a grande concentração urbana que combinada a uma escassa rede de esgoto, com ligações clandestinas em suas galerias, sejam elas fluviais, canais ou córregos, reduz a balneabilidade de suas águas costeiras (AURELIANO, 2000; PEREIRA et al., 2002).

Apesar da região apresentar uma das áreas de maior diversidade ficológica do litoral nordestino (PEREIRA, 2000; PEREIRA et al., 2002), são poucos os trabalhos com enfoque para os impactos antropogênicos sob a comunidade macroalgal, destacando-se os de Santos et al. (2006); Ribeiro et al. (2008); Reis et al. (2009) e Barradas et al. (2010). No entanto, os trabalhos realizados, não apresentaram uma sincronia com áreas impactadas e/ou não-impactadas.

O presente estudo é parte integrante de um projeto maior intitulado “Avaliação dos impactos da urbanização sobre a biodiversidade marinha: uma análise sob a perspectiva do fitobentos” do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal Santa Catarina (UFSC) em parceria com o a UFRPE, UFBA e USP, financiado pelo Programa Nacional de Apoio e Desenvolvimento da Botânica (Edital PNADB N°17/2009 – CAPES) e visa compreender as modificações apresentadas pela estrutura das comunidades de macroalgas em regiões influenciada pelo impacto antropogênico do litoral pernambucano.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Durante muito tempo, as pesquisas no litoral brasileiro estiveram concentradas na área de taxonomia e florística, permitindo o conhecimento da flora e de sua distribuição ao longo desse extenso litoral. As primeiras referências datam do século XIX, destacando-se o trabalho de Raddi (1823) mencionando pela primeira vez o nome de quatro espécies de algas coletadas no Brasil, três do gênero *Fucus* L. e uma de *Ulva* L. Martius (1828-34) publicou “Ícones Plantarum Criptogamicarum...” tratando mais detalhadamente as algas marinhas do Brasil, incluindo 08 espécies coletadas em pontos do litoral brasileiro entre os anos de 1817 a 1820.

No final da década de 60 e prosseguindo na década de 70, iniciaram os trabalhos de levantamento florístico, respectivamente, em áreas do sudeste, sul e nordeste brasileiro. Estes trabalhos apresentaram metodologia adequada, descrições mais detalhadas dos táxons, comentários ecológicos e sua distribuição. Nestas décadas destacam-se os trabalhos de Joly (1957); Joly (1965); Oliveira Filho (1969); Ugadim (1970); Behar (1972); Cordeiro-Marino (1972); Baptista (1974); Oliveira Filho e Ugadim (1974) e Pereira (1974).

De acordo com Oliveira Filho (1977), a fase inicial dos estudos ficológicos no Brasil começou por volta de 1830. O autor criticou a fase inicial desses estudos justificando que os trabalhos não apresentavam uma metodologia correta, havia imprecisões sobre os locais de coletas, além de algumas espécies referidas não voltarem a ser encontradas e outras se tornarem sinônimos. No entanto, ressaltou, ainda, que o Brasil é um dos países da América do Sul que tem melhor conhecimento sobre a macrofiteoflora marinha.

Os estudos de cunho ecológico tiveram início nos costões rochosos através do trabalho de Nonato e Pérès (1961), quando analisaram a distribuição das macroalgas em costões batidos e protegidos na praia de Ubatuba (SP), descrevendo a distribuição das comunidades em função do grau de exposição das ondas. Paula (1978) analisou a taxonomia, aspectos biológicos e ecológicos do gênero *Sargassum* C. Agardh em costões no litoral norte de São Paulo (SP).

Recentemente, em todo o mundo, estudos referenciando as macroalgas como bioindicadores capazes de avaliar e diagnosticar as alterações das comunidades e do ambiente costeiro têm sido desenvolvidos como os de Eriksson et al. (2002) na costa da Suécia; Cairrão et al. (2004) na costa Noroeste de Portugal; Liu et al. (2007) no mar

Amarelo, na China; Reopanichkul et al. (2009) na Ásia; Orfanidis et al. (2001), Terlizzi et al. (2002), Ballesteros et al. (2007) e Orfanidis et al. (2007) no mar Mediterrâneo; Wilkinson et al. (2007) e Wells et al. (2007) nas ilhas Britânicas; Juanes et al. (2008) e Gorostiaga e Díez (1996) na costa da Espanha; Bahartan et al. (2010) no mar Vermelho; Littler et al. (2010) no mar do Caribe e Johansson et al. (2010) em Ningaloo, região ocidental da Austrália. Worm et al. (2006) e Worm et al. (2007), Murawski et al. (2010) e Halpern et al. (2008) analisaram a perda da biodiversidade nos ecossistemas marinhos. Alguns estudos apresentaram revisões de literatura como Krause-Jensen et al. (2007) e Johnston e Roberts (2009).

No Brasil, o avanço dos estudos ecológicos ocorreu a partir da década de 80, inicialmente nos costões rochosos e, posteriormente nas formações recifais. Oliveira Filho e Paula (1983) realizaram um trabalho nas comunidades bentônicas em costões expostos e protegidos em Ubatuba (SP), avaliando as causas da variação fenotípica de *Sargassum cymosum* C. Agardh. As espécies que foram transplantadas da região exposta para a protegida tiveram um bom desenvolvimento não apresentando diferenças significativas com relação ao hábito original. Os autores concluíram que as características dos táxons são devidas a diferenças genotípicas e não fenotípicas.

Carvalho (1983) apresentou um trabalho pioneiro sobre a comunidade bentônica no perfil topográfico do complexo recifal da praia do Bessa (PB). Com análises qualitativa observou diferenças ecológicas entre os compartimentos recifais. O autor utilizou transecto radial percorrendo da praia até a borda externa do recife e a unidade amostral foi quadrado de 2500 cm² (50x50 cm). A metodologia utilizada foi de recobrimento por estimativa visual através de coletas não destrutiva e destrutiva. Foram analisadas a distribuição, densidade, biomassa, dominância e encontradas 95 espécies de macrófitas e 16 espécies da macrofauna. As Rhodophyta apresentaram uma maior diversidade em relação as Heterokontophyta (Classe Phaeophyceae) e Chlorophyta; o índice de recobrimento e biomassa foram maiores no compartimento do platô recifal.

Silva et al. (1987) estudaram durante o período de 12 meses a composição, distribuição espacial e biomassa do banco de *Gracilaria* Grev. esporadicamente exploradas na praia de Jaguaribe, litoral norte de Pernambuco. Os autores encontraram 60 espécies de macrofitobentos, incluindo 2 macrófitas aquática. A maior biomassa foi representando por sete espécies do gênero *Gracilaria* e dominado pela *Gracilaria* aff. *verrucosa*, *Halodule wrightii* e *Caulerpa* spp. A maior biomassa foi observada durante a

estação chuvosa, mostrando uma correlação positiva com uma diminuição na salinidade e temperatura da água, e um aumento nos níveis de fosfato.

Desde então, os estudos ecológicos passaram a abordar a influência da poluição na estrutura de comunidades do fitobentos. Contudo, o trabalho inicial a focar poluição como causadora de mudanças nas comunidades de macroalgas no litoral brasileiro foi realizado por Oliveira e Berchez (1978) onde compararam o estudo com o trabalho realizado por Joly (1957) na Baía de Santos (SP). Os autores observaram a redução da riqueza de espécie da flora local, encontrando 69 espécies das 105 referidas anteriormente por Joly.

Villaça e Pitombo (1997) estudaram a comunidade bentônica em recifes de franja e chapeirões de Abrolhos (BA) através do método de transecto e observaram que as algas em tufo são os organismos dominantes em quase todos os recifes estudados. Os chapeirões apresentaram maior diversidade e cobertura de coral do que os de franja. Ressaltaram que a herbivoria e os nutrientes são caracterizados como baixo impactantes, mas que a dominância de coral ou manchas de coralináceas incrustantes podem estar sob pressão da atividade de herbívoros.

Taouil e Yoneshigue-Valentin (2002) analisando as alterações na composição das algas de Praia de Boa Viagem (RJ) compararam os dados com levantamentos realizados há três décadas por Yoneshigue-Braga (1970a, 1970b, 1971, 1972a, 1972b). A região, no entanto, vem sofrendo com os despejos domésticos e industriais não tratados ao longo das últimas décadas. Os resultados mostraram o desaparecimento de 30 táxons (49%) existentes no início da década de 70 e o aparecimento de 14 espécies. A flora estava dominada por *Ulva fasciata* Delile e *Ulva compressa* L. (como *Enteromorpha compressa*), espécies potencialmente indicadoras de poluição orgânica. Tais resultados evidenciam que, ao longo dessas três décadas, uma série de impactos causou profundas alterações na comunidade de macroalgas.

Na Baía de Sepetiba (RJ) Amado Filho et al. (2003) em quatro épocas do ano de 1999 (janeiro, maio, agosto e novembro) estudaram cinco áreas, uma delas com maior influência de impacto antrópico, todas caracterizadas através do método de amostragem destrutivo (raspagem do substrato) quanto a composição e estrutura da comunidade. Para comparação das áreas utilizaram a riqueza, biomassa, diversidade e equitabilidade. Os autores verificaram que na área menos impactada tanto a diversidade, equitabilidade e a biomassa alcançaram os maiores índices.

Assim como Oliveira e Berchez (1978), Oliveira e Qi (2003) publicaram os dados de um levantamento realizado em 1998 e 1999 na Baía de Santos, observando que algumas espécies referenciadas por Joly na década de 50 reapareceram, incluindo sete espécies de Phaeophyceae, fato que pode ser atribuído a redução da poluição local.

Figueiredo et al. (2004) analisaram a estrutura das comunidades fitobentônicas da Área de Proteção Ambiental (APA) de Cairuçu (RJ). Nesta APA estava ocorrendo impactos diretos e indiretos devido a construção da BR-101, destruição e ocupação de áreas costeiras e intensa atividade náutica (SEMADS, 2001). Apesar dos impactos, os autores constataram que a APA de Cairuçu encontrava-se em bom estado de conservação quando comparado com as áreas adjacentes.

As baías da Ilha de Santa Catarina (SC) vem sofrendo interferências antrópicas com o avanço da urbanização. Bouzon et al. (2006) realizaram um levantamento da ficoflora bêntica destas baías. Para o estudo foram selecionadas doze estações amostrais e quais os autores identificaram 107 táxons infragenéricos. Os índices fitogeográficos caracterizaram a região como pertencente à província Temperada Quente, porém, áreas mais urbanizadas demonstraram estar fora destes padrões fitogeográficos, pois apresentaram grupos de macroalgas que estão sob situações de estresse. Os resultados indicaram que os impactos da urbanização nos ambientes costeiros têm o potencial de alterar padrões ecológicos e até biogeográficos, representando forças evolutivas importantes nos processos modernos de seleção natural.

A estrutura e a dinâmica de comunidades da zona entre-marés da Praia de Jacaraípe (ES) foram analisadas nos períodos do inverno e verão por Barbosa et al. (2008). Os autores encontraram diferenças significativas no inverno, entre a borda e o platô do recife, relacionados à riqueza, biomassa, diversidade e equitabilidade. O tipo de substrato, a turbidez e a hidrodinâmica estão entre os fatores que, provavelmente, mais influenciaram na estrutura da comunidade local, apesar da região sofrer um forte impacto antrópico causado pelo turismo.

Numa revisão de literatura sobre as algas bentônicas que ocorrem nos recifes de corais do Brasil, Figueiredo et al. (2008) abordaram sobre as mudanças de fisionomia nos recifes do mundo nas duas últimas décadas, passando de recifes dominados por corais para dominados por algas, fato atribuído a eutrofização antropogênica e sobrepesca. Segundo estes autores, no Brasil o efeito da eutrofização na dinâmica das comunidades recifais começa a ser verificado.

Marins et al. (2008), realizaram um trabalho com a estrutura das comunidades de algas utilizando dois tipos de amostragem: uma quantitativa e outra quali-quantitativa em sete locais de coletas na Baía de Todos os Santos (BA). Os autores verificaram que os menores valores de biomassa e riqueza foram encontrados em locais com algum tipo de distúrbio antrópico e que a distribuição e a abundância desses organismos é determinada pela condição de eutrofização nos locais estudados.

Parâmetros fitossociológicos foram utilizados também para analisar a flora do infralitoral no trabalho de Horta et al. (2008) que descreveram, pela primeira vez, a composição e estrutura das comunidades fitobênticas do infralitoral das ilhas da Reserva Biológica do Arvoredo (SC) utilizando mergulho autônomo nas isóbatas de 5m, 10m e 15m. Nos locais foram posicionados transectos e lançados, aleatoriamente, quadrados de 625 cm² (25x25 cm), utilizando o método de coleta destrutivo.

Cabral (2009) estudou a estrutura e a composição das comunidades fitobênticas em 3 ilhas da Reserva Biológica Marinha (Rebio) do Arvoredo, região central de Santa Catarina e 4 ilhas fora dos limites da referida Reserva, influenciada pelas atividades antrópicas. Observou que alguns táxons estavam presentes na Rebio e nas outras áreas, indicando a presença dos impactos negativos. Foram identificados 108 táxons infragenéricos nas áreas amostradas na Rebio, com dominância para as Rhodophyta, representadas por 80% dos táxons identificados. O referido autor comentou que em 2003 foi realizado outro levantamento na Rebio, onde foram identificados 114 táxons infragenéricos. No entanto, neste estudo observou a diminuição de 34 táxons e o aparecimento de 26 que ainda não haviam sido registrados para a localidade. A perda de diversidade observada na Ilha das Galés, incluída nos limites da Rebio, em pouco mais de cinco anos, mesmo sob proteção integral, pode estar relacionada com alterações na qualidade da água, resultado de impactos provocados direta ou indiretamente devido ao crescimento desordenado de cerca de 10% das áreas urbanas adjacentes.

O impacto da urbanização sobre a performance fotossintética de *Ulva* sp. e *Sargassum* sp. no litoral de Santa Catarina foi avaliado por Scherner (2010). O autor verificou que impactos de longo prazo são significantes para a eficiência fotossintética da espécie estruturadora *Sargassum* sp. e positivo para *Ulva* sp., considerada macroalga estresse-tolerante.

Azevedo et al. (2011) estudaram os recifes de coral da praia do Pirangi (RN) que estão sob impactos de ações antrópicas, principalmente relacionados ao turismo. Os autores selecionaram 9 estações de amostragem em áreas assim classificadas:

frequentemente visitadas por turistas, moderadamente visitada e áreas sem visitação. Um transecto de 50 m foi plotado paralelo a costa e a cada 2 m foram feitos fotoquadrados. As imagens foram analisadas através do programa CPCe 3.5 com 70 pontos aleatórios. Os autores identificaram 30 espécies de algas, cinco de corais e uma de molusco. As algas foram os organismos dominantes. Observaram, ainda, que os distúrbios (natural ou antrópica) podem interferir na distribuição dos diferentes organismos bentônicos nos recifes, evidenciado pelas diferenças na diversidade e na porcentagem de cobertura entre as estações estudadas. Os resultados mostraram que a área do recife que foi estudada sofreu mudanças resultantes de atividades humanas e que as diferenças na composição biológica pode ser usado como um indicador importante da saúde da formação de recifes do Pirangi.

No litoral de Pernambuco, os estudos sobre a estrutura das comunidades recifais de macroalgas bentônicas se iniciaram com os trabalhos de Silva et al. (1987) que estudaram a estrutura da comunidade de um banco de *Gracilaria* sp. na Ilha de Itamaracá. Na área foram utilizadas 5 transectos perpendiculares equidistantes 50 metros e lançados quadrados com 2500 cm² (50x50 cm). Foram identificadas 58 espécies de macroalgas e 2 angiospermas marinhas (*Halodule wrightii* Ascherson e *Halophila decipiens* Ostenfeld). O gênero *Gracilaria* apresentou os maiores valores de biomassa que foi observada durante a estação chuvosa, mostrando uma correlação positiva com a diminuição da salinidade e temperatura da água e um aumento nos níveis de fosfato.

Ferreira et al. (1988) realizaram a prospecção dos bancos de agarófitas localizados em profundidades de 0 a 10 m no Estado de Pernambuco, Paraíba e Alagoas. Foram delimitados 76 perfis perpendiculares à costa, no qual foram plotados quadrados de 2500 cm² (50x50 cm). Os autores identificaram 91 espécies de macroalgas. A biomassa mais significativas foram dos táxons *Gracilaria* sp. e *Hypnea* sp.

Cutrim (1990) analisou a comunidade das algas no recife da praia de Piedade (PE) utilizando 2 transectos em duas estações equidistantes 2 m e plotando quadrados de 625 cm² (25x25 cm). A flora foi representada por 47 táxons, no qual as Rhodophyta foram dominantes.

Pereira et al. (1996) estudaram a estrutura de uma comunidade de macroalgas na Baía de Sueste, Arquipélago de Fernando de Noronha (PE) utilizando amostragens aleatórias com quadrados de 625 cm² (25x25 cm), com 40 repetições. A comunidade foi

dividida em subgrupos levando-se em conta a dominância, onde o primeiro grupo foi representado por *Dictyota mertensii* (Mart) Kütz e o segundo por *Palisada perforata* (Bory) K.W. Nam (como *Chondrophyucus papillosus*), apresentando 4.876 g e 1.383 g de peso seco, respectivamente.

Munõz e Pereira (1997) caracterizaram quali-quantitativamente a estrutura das comunidades de macroalgas em formações recifais da praia do Cupe (PE). Duas estações foram amostradas, uma poça fechada e outra com comunicação com o oceano. A unidade amostral utilizada foram quadrados de 625 cm² (25x25 cm), com 8 repetições em 3 meses chuvosos e 3 em meses secos. No período seco foram registradas 34 espécies enquanto que no período chuvoso foram 31 espécies. Os autores observaram que não houve diferença significativa na riqueza específica entre as duas estações e que a diversidade específica observada foi maior no período seco. As rodofíceas obtiveram a maior abundância, corroborando com os estudos de Silva et al. (1987), Carvalho (1983) e Cutrim (1990).

Muñoz e Pereira (1998) estudaram a comunidade da margem do gênero *Sargassum* do costão rochoso de Pedra de Xaréu (PE) caracterizando-a em termo de abundância e frequência relativa. As amostragens foram feitas sazonalmente utilizando-se uma circunferência de plástico de 50 cm² lançadas 30 vezes aleatoriamente. *Sargassum polyceratium* Montagne apresentou maior biomassa no período seco (445,15±138,47) e mostrou-se como um bom hospedeiro para macroalgas epífitas. A exposição das ondas parece ser o parâmetro que regula a dinâmica dessa população, pois os parâmetros hidrológicos não mostraram variações expressivas.

Ribeiro (2004) estudou a estrutura das populações de macroalgas do platô recifal da praia de Piedade (PE) utilizando a metodologia de “relevés”. Para obtenção das amostras, utilizou quadrados de 400 cm² (20x20 cm). O método de coleta realizado foi destrutivo. Foram identificadas 56 espécies entre as quais 18 Ulvophyceae, 7 Phaeophyceae e 31 Florideophycidae. Estes dados indicam uma maior riqueza se comparado ao encontrado por Cutrim (1990) para a mesma localidade, que utilizou o método de estimativa visual.

Cocentino et al. (2004) demonstraram que fatores ecológicos agindo em conjunto, afetam a distribuição do fitobentos marinho. Entre eles, os fatores abióticos (luz, tipo de substrato, temperatura, hidrodinamismo, pH, oxigênio e salinidade) e bióticos (epifitismo, parasitismo, herbivoria e competição). Salientaram ainda, que a

fixação, distribuição e manutenção das populações dependem do equilíbrio entre os organismos e os parâmetros ambientais.

Santos et al. (2006) analisaram a estrutura de comunidade em um trecho da praia de Boa Viagem (PE) utilizando metodologia de amostragem aleatória com quadrados de 400 cm² (20x20 cm). Nesse estudo, os autores identificaram 48 espécies de macroalgas das quais 34% pertencem as Chlorophyta, 58% Rhodophyta e 8% Heterokontophyta (como Ochrophyta, Classe Phaeophyceae). As espécies indicadoras de poluição orgânica *Ulva lactuta* L., *U. flexuosa* Wulfen (como *Enteromorpha flexuosa*) e *Cladophora* sp. foram as dominantes nas duas estações durante o período amostral. A estação 02 apresentou a maior diversidade de espécies em relação a estação 01, fato justificado por ser uma área mais protegida e mais afastada da linha da praia.

Pereira et al. (2008) analisaram a estrutura das comunidades em trechos recifais da praia Enseadas dos Corais (PE), utilizando quadrados com auxílio de transecto. Nesse estudo foi verificado que *Halimeda opuntia* (L.) Lamour. apresentou uma maior biomassa entre os compartimentos recifais (crista, platô e mar de dentro). Observaram que a crista apresentou uma menor riqueza de espécie. Apesar da área está sujeita a uma forte ação antrópica foi verificado que o padrão da estrutura da comunidade é similar a de outros recifes da costa pernambucana de áreas não antropizada.

Ribeiro et al. (2008) analisaram a estrutura das comunidades de macroalgas de um trecho recifal na praia de Boa Viagem utilizando o método fitossociológico “relevés” enfocando os parâmetros analíticos para caracterizar quali-quantitativamente as macroalgas. Neste estudo, os autores verificaram que na área estudada, a flora ficológica apresentou um padrão florístico similar a outras áreas mais preservadas como Cupe (Mansilla e Pereira 2001).

Reis et al. (2009) realizaram um estudo preliminar sobre os recife da região portuária de Suape (PE), local constantemente agredido pela ação das dragagens. Os autores identificaram 43 táxons entre os quais 24 rodofíceas, 12 clorofíceas e 10 feofíceas. Observaram que houve uma maior riqueza das rodofíceas, corroborando o que foi observado por outros autores para áreas recifais do litoral de Pernambuco como Santos et al. (2006) e Guimarães (2008). Este último autor analisou a flora de algas marinhas epífitas dos prados de *Halodule wrightii* na Baía de Suape (PE) utilizando transectos perpendiculares a linha da costa com 50 m e usando 20 amostradores com diâmetros de 0,2 m enterrados com movimentos rotacionais. Foram identificados 28 táxons, 18 Rhodophyta, 08 Ochrophyta e 02 Chlorophyta. Guimarães (2008) ainda

comenta que a ocorrência de *Neosiphonia gorgoniae* (Harvey) S. M. Guimarães & M. T. Fujii está sendo confirmada para o litoral do nordeste e referida pela primeira vez para o litoral de Pernambuco.

Simões et al. (2009) fizeram uma avaliação florística e analisaram a sucessão ecológica das macroalgas em recifes na praia de Piedade (PE) na qual Sousa e Cocentino (2004), identificaram macroalgas indicadoras da poluição. Neste estudo, os autores observaram que as Rhodophyta (52%) apresentou um maior percentual, seguido por Chlorophyta (44%) e Heterokontophyta (como Ochrophyta, Classe Phaeophyceae) (4%) e que as espécies do gênero *Ulva* L. foram as pioneiras no processo de sucessão na comunidades estudada.

Barradas et al. (2010) realizaram um estudo sobre a distribuição espacial dos macroorganismos bentônicos nos recifes da Praia de Porto de Galinhas (PE) em quatro estações, duas frequentemente visitada por turistas e duas com pouca visitação, selecionadas aleatoriamente ao longo da formação do recife. O método utilizado foi de transecto. Em cada estação foram plotados três transectos paralelo a costa e os organismos bentônicos foram registrados a cada 5 cm. Os autores observaram uma grande variedade de macroalgas, entre os quais os gêneros mais abundantes foram *Sargassum*, *Padina* Adans., *Caulerpa* J.V. Lamour., *Dictyota* J.V. Lamour. e *Dictyopteris* J.V. Lamour., bem como algas calcárias da ordem Corallinales e do gênero *Halimeda* J.V. Lamour. A maior cobertura percentual foi verificada nas macroalgas (53%), seguindo dos zoantídeos (10,7%), algas calcárias (6,8%), corais e hidróides calcários (7,2%), esponjas (4,9%), ouriço do mar (1,6%), briozoários e ascídias (1%). A distribuição espacial pode estar influenciada pela competição por espaço entre os diferentes organismos e pelos danos diretos e indiretos causados pela intensa visitação turística. As áreas mais visitadas apresentaram maior percentual de colônias branqueadas e maiores extensões sem ocorrência de organismos.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIROLDI, L.; BALATA, D.; BECK, M.W. The gray zone: relationships between habitat loss and marine diversity and their applications in conservation. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, v. 366, p. 8-15, 2008.
- AMADO FILHO, G. M. et al. Subtidal benthic marine algae of the marine state park of Laje de Santos. **Brazilian Journal of Oceanography**, São Paulo, v. 54, p. 225-234, 2003.
- AURELIANO, J. T. **Balneabilidade das praias de Pernambuco. O núcleo metropolitano**. 2000. 105 p. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- AZEVEDO, C. A. A. et al. Macroalgae as an indicator of the environmental health of the Pirangi reefs. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, Rio Grande do Norte, v. 21, n. 2, p. 323-328, 2011.
- BAHARTAN, K. et al. Macroalgae in the coral reefs of Eilat (Gulf of Aqaba, Red Sea) as a possible indicator of reef degradation. **Marine Pollution Bulletin**, Oxford, v. 60, p. 759-764, 2010.
- BALLESTEROS, E. et al. A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive. **Marine Pollution Bulletin**, Oxford, v. 55, p. 172-180, 2007.
- BAPTISTA, L. R. M. **Flora Marinha de Torres (Rio Grande do Sul)**. 1974. 277 p. Tese (Livre Docência em Botânica) – Universidade de Rio Grande do Sul.
- BARBOSA, S. O.; FIGUEIREDO, M. A. O.; TESTA, V. Estrutura e dinâmica de comunidades bentônicas dominadas por macrófitas na zona intramareal da Praia de Jacaraípe. **Hoehnea**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 563-575, 2008.
- BARRADAS, J. I. et al. Spatial distribution of benthic macroorganisms on reef flats at Porto de Galinhas Beach (northeastern Brazil), with special focus on corals and calcified hydroids. **Biotemas**, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 61-67, 2010.
- BEHAR, L. **Clorofíceas do litoral sul do estado do Espírito Santo. I – Siphonocladales e Siphonales**. 1972. 159 p. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BOUZON, J. L. et al. Aspectos florísticos e biogeográficos das macroalgas marinhas das Baías da Ilha de Santa Catarina. **Insula**, Florianópolis, v. 35, p. 69-84, 2006.
- CABRAL, D. Q. **Avaliação da efetividade de uma Unidade de Conservação Marinha a partir da análise da comunidade fitobêntica: um estudo de caso no Sudoeste do Atlântico**. 2009. 43 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CAIRRÃO et al. Glutathione-S-transferase activity of *Fucus* spp. as a biomarker of environmental contamination. **Aquatic Toxicology**, Amsterdam, v. 70, p. 277-286, 2004.

CARVALHO, F. A. F. **Biomassa bêntica do complexo recifal do litoral do Estado da Paraíba, com ênfase nas macrófitas**. 1983. 184 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

CORDEIRO-MARINO, M. **Rodofíceas marinhas do estado de Santa Catarina**. 1972. 491 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

CONAMA. **Diário Oficial da União [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 de julho de 1986**. Resolução 20 de 18 de Junho de 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res86/res2086.html>>. Acesso em: 1 jun. 2010.

COCENTINO, A. M.; MAGALHÃES, K. M.; PEREIRA, S. M. B. Estrutura do macrofitobento marinho. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; COSTA, M. F. (Org). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Bargaço, 2004. p. 391-423.

CONNELL, S. D. et al. Recovering a lost baseline: missing kelp forests from a metropolitan coast. **Marine Ecology Progress Series**, Amelinghausen, v. 360, p. 63-72, 2008.

COPERTINO, M. S.; TORMENA, T.; SEELIGER, U. Biofiltering efficiency, uptake and assimilation rates of *Ulva clathrata* (Roth) J. Agardh (Clorophyceae) cultivated in shrimp aquaculture waste water. **Journal of Applied Phycology**, Dordrecht, v.21, p. 31-45, 2008.

CROWE, T. P. et al. Measurements of sublethal effects on individual organisms indicate community-level impacts on pollution. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 41, p. 114-123, 2004.

CUTRIM, M. V. J. **Distribuição das algas marinhas bentônicas na região entremarés do Recife da praia de Piedade, município Jaboatão dos Guararapes (Estado de Pernambuco-Brasil)**. 1990. 135 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

ERIKSSON, B. K.; JOHANSSON, G.; SNOEIJIS, P. Long-term changes in the macroalgal vegetation of the inner Gullmar Fjord, Swedish Skagerrak coast. **Journal of Phycology**, Oxford, v. 38, p. 284-296, 2002.

FERREIRA, M. V. et al. Prospecção dos bancos de algas marinhas dos Estados da Paraíba, de Pernambuco e de Alagoas (Profundidade de 0 a 10 metros). **Gayana Botânica**, Concepcion, v. 45, n. 1-4, p. 413-422, 1988.

FIGUEIREDO, M. A. O.; BARRETO, M. B.; REIS, R. P. Caracterização das macroalgas nas comunidades marinhas da Área de Proteção Ambiental de Cairuçú, Parati, Rio de Janeiro: subsídios para futuros monitoramentos. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 11-17, 2004.

FIGUEIREDO, M. A. O et al. Benthic marine algae of the coral reefs of Brazil: a literature review. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 258-269, 2008.

FREITAS, O. M .M. et al. Removal of Cd(II), Zn(II) and Pb(II) from aqueous solutions by brown marine macro algae: kinetic modelling. **Journal of Hazardous Materials**, Amsterdam, v. 153, p. 493-501, 2008.

GOROSTIAGA, J. M.; DÍEZ, I. Changes in the sublittoral benthic marine macroalgae in the polluted area of Abra de Bilbao and proximal coast (Northern Spain). **Marine Ecology Progress Series**, Amelinghausen, v. 130, p. 157-167, 1996.

GUIMARÃES, N. C. L. **Biodiversidade de algas marinhas epífitas dos prados de *Halodule wrightii* na Baía de Suape, Pernambuco**. 2008. 109 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

HALPERN et al. A 50 Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems. **Science**, v. 319, p. 948-952, 2008.

HORTA, P. A. et al. Composição e estrutura do fitobentos do infralitoral da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Santa Catarina, Brasil: implicações para a conservação. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 243-257, 2008.

JOHANSSON, C. L.; BELLWOOD, D.R.; DEPCZYNSKI, M. Sea urchins, macroalgae and coral reef decline: a functional evaluation of an intact reef system, Ningaloo, Western Australia. **Marine Ecology Progress Series**, Amelinghausen, v. 414, p. 65–74, 2010.

JOHNSTON, E. L.; ROBERTS, D. A. Contaminants reduce the richness and evenness of marine communities: a review and meta-analysis. **Environmental Pollution**, London, v. 157, p. 1745-1752, 2009.

JOLY, A. B. Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha da Bahia de Santos e Arredores. **Boletim da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade de São Paulo**, v. 27, n. 14, p. 1-196, 1957.

JOLY, A. B. Flora marinha do litoral Norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo**, v. 21, n. 294, p. 1-393, 1965.

JUANES et al. Macroalgae, a suitable indicator of the ecological status of coastal rocky communities in the NE Atlantic. **Ecological Indicators**, v. 8, p. 351-359, 2008.

KRAUSE-JENSEN, D.; CARSTENSEN, J.; DAHL, K. Total and opportunistic algal cover in relation to environmental variables. **Marine Pollution Bulletin**, v. 55, p. 114-125, 2007.

LITTLER, M. M.; LITTLER, D. S.; BROOKS, B .L. The effects of nitrogen and phosphorus enrichment on algal community development: artificial mini-reefs on the Belize Barrier reef sedimentary lagoon. **Harmful Algae**, v. 9, p. 255-263, 2010.

LIU, D. et al. The Impact of sewage discharge on the macroalgae community in the yellow sea coastal area around Qingdao, China. **Water, air and soil pollution : an international journal of environmental pollution: Focus**, Dordrecht, v. 7, p. 683-692, 2007.

MANSILLA, A. M; PEREIRA, S. M .B. Comunidades y diversidad de macroalgas em pozas intermareales de arrecifes. In: ALVEAL, K.; ANTEZANA, T. (Org.). **Sustentabilidad de la biodiversidad: um problema actual**. Concepción: Trama Impresores S. A., 2001, v. 1, p. 315-330.

MARINS, B. et al. Algas marinhas bentônicas do infralitoral da Baía de Todos os Santos, Bahia – Brasil. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 229-242, 2008.

MARTIUS, K. F. P. von. **Ícones Plantarum Cryptogamicarum quas in itinere annis 1817-1820 per Brasilian**. 1828-1834. 138 p. Monachii (Algae p. 5-8 Pl. 1-5).

MASOOD, E. Biodiversity loss “poses grave threat to human health”. **Science and Development Network**, 2005. Disponível em: < <http://www.scidev.net/en/>>. Acesso em: 25 set. 2011.

MCCLELLAND, J. W.; VALIELA, I. Linking nitrogen in estuarine producers to land-derived sources. **Limnology and Oceanography**, Baltimore, v. 43, p. 577–585, 1998.

MILLER, R. J.; REED, D. C.; BRZEZINSKI, M. A. Community structure and productivity of subtidal turf and foliose algal assemblages. **Marine Ecology Progress Series**, Amelinghausen, v. 388, p. 1-11, 2009.

MUÑOZ, A. O. M.; PEREIRA, S. M. B. Caracterização quali-quantitativa das comunidades de macroalgas nas formações recifais da Praia do Cupe – Pernambuco (Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 25, p. 3-109, 1997.

MUÑOZ, A. O. M.; PEREIRA, S. M. B. Estrutura de comunidades de macroalgas em formações recifais do Estado de Pernambuco, Brasil. In: Paula, E.J.; Cordeiro-Marino, M.; Santos, D.P.; Plastino, E.M., Fujii, M.T.; Yokoya, N.S. (Eds.). Anais do IV Congresso Latino-Americano, II Reunião Ibero-Americana, VII Reunião Brasileira de Ficologia. Conservação da Biodiversidade e Novas Tecnologias: promessas e perigos. Sociedade Brasileira de Ficologia. Caxambú, v. 2, p. 287-297, 1998.

OLIVEIRA FILHO, E. C. Macroalgas Marinhas da Costa Brasileira: estado do conhecimento, uso e conservação biológica. In: ARAUJO, E. L. et al. **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2002, p. 122-126.

MURAWSKI, et al. Why compare marine ecosystems? **Journal of Marine Science**, Dauphin Island, v. 67, p. 1-9, 2010.

- NONATO, E.; PÉREZ, J.M. Observations sur quelques peuplements intertidaux de substrat sur dans la region d'Ubatuba (État de São Paulo). **Cahiers de Biologie Marine**, Paris, v. 2, p. 263-270, 1961.
- ORFANIDIS, S.; PANAYOTIDIS, P.; STAMATIS, N. Ecological evaluation of transitional and coastal waters: a marine benthic macrophytes-based model. **Mediterranean Marine Science**, v. 2/2, p. 45-65, 2001.
- ORFANIDIS, S.; PAPATHANASIOU, V.; GOUNARIS, S. Body size descriptor of *Cymodocea nodosa* indicates anthropogenic stress in coastal ecosystems. **Transitional Waters Bulletin**, Athens, v. 2, p. 1- 7, 2007.
- OLIVEIRA FILHO, E. C. Algas marinhas do sul do Espírito Santo (Brasil). I – Ceramiales. **Boletim da Faculdade de Filosofia da Universidade de São Paulo**, v. 26, n. 343, p. 1-227, 1969.
- OLIVEIRA FILHO, E. C. **Algas marinhas bentônicas do Brasil**. 1977. 407 p. Tese (Livre-Docência) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- OLIVEIRA FILHO, E. C. Macroalgas Marinhas da Costa Brasileira: estado do conhecimento, uso e conservação biológica. In: ARAUJO, E. L. et al. **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2002, p. 122-126.
- OLIVEIRA, E.C.; BERCHEZ, F. A. S. Marine benthic algae of Santos Bay – Changes in the flora between 1957-1978. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 6, p. 49-59, 1978.
- OLIVEIRA FILHO, E. C.; PAULA, E. J. Aspectos da distribuição vertical e variação sazonal de comunidades da zona das marés em costões rochosos do litoral norte do Estado de São Paulo. **Publicações do Instituto de Pesquisa da Marinha. Rio de Janeiro**. Arraial do Cabo, v. 147, p. 44-71, 1983.
- OLIVEIRA FILHO, E. C.; UGADIM, Y. New references of benthic marine algae to the brazilian flora. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 2, p. 71-91, 1974.
- OLIVEIRA FILHO, E. C.; Qi, Y. Decadal changes in a polluted bay as seen from its seaweed flora: the case of Santos Bay in Brazil. **Ambio**, Stockholm, v. 32, p. 403-405, 2003.
- PAGLIOSA, P. R.; BARBOSA, F. A. Assessing the environment-benthic fauna coupling in protected and urban áreas of southern Brazil. **Biological Conservation**, Essex, v. 129, p. 408-417, 2006.
- PAGLIOSA, P. R.; FONSECA, A.; BARBOSA, F. A. Evidence of systemic changes in trace metal concentrations in subtropical estuarine sediments as a result of urbanization. **Journal of Coastal Research**, Fort Lauderdale, v. 39, p. 1078-1083, 2006.

PAULA, J. E. **Taxonomia, aspectos biológicos e ecológicos do gênero *Sargassum* C. Agardh (Phaeophyta – Fucales) no litoral do Estado de São Paulo.** 1978. 190 p. Mestrado (Dissertação) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

PEREIRA, S. M. B. **Clorofíceas marinhas da Ilha de Itamaracá e arredores (Estados de Pernambuco – Brasil).** 1974. 184 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

PEREIRA, S. M. B.; MAMSILLA, A. O. M.; COCENTINO, A. L. M. **Ecological aspects of a benthic marine algal community in southeast bay, Archipelago of Fernando de Noronha, Brazil.** *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco*, v. 24, p. 157-163, 1996.

PEREIRA, S. M. B. Macroalgas bentônicas. In: BARROS, H. M. et al. (Ed.). **Gerenciamento participativo de estuários e manguezais.** Recife: Editora Universitária, 2000, p. 48-63.

PEREIRA, S. M. B. et al. Algas bentônicas do Estado de Pernambuco. In: M. Tabarelli; J. M.C. Silva (Ed.). **Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco 1.** Recife: Editora Massagana, 2002, p. 97-124.

PEREIRA, S. M. B. et al. Caracterização estrutural das macroalgas de ambiente recifal da Praia de Enseada dos Corais – PE – Brasil. In: **Congresso Brasileiro de Ficologia, 11º Simpósio Latino-americano Sobre Algas Nocivas, Itajaí, Santa Catarina. Aplicações da Ficologia: anais...** Organização da Sociedade Brasileira de Ficologia. (Série Livros, 30). Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2008, p. 231-242.

PHILLIPS, J. A. Marine conservation initiatives in Austrália: the relevance to the conservation of macroalgae. **Botanica Marina**, Hamburg, v. 41, p. 95-103, 1998.

RADDI, G. Crittogame brasiliane raccolte e descritte. **Atti Soc. Ital. Sci. Nat.**, Italy, v. 19. p. 27-57, 1823.

REIS, T. N. V. et al. Estudo preliminar das macroalgas encontradas em recifes de arenito na região portuária de Suape - PE. In: **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil.** São Lourenço: Minas Gerais, 2009.

REOPANICHKUL, P. et al. Sewage impacts coral reefs at multiple levels of ecological organization. **Marine Pollution Bulletin**, Oxford, v. 58, p. 1356-1362, 2009.

RIBEIRO, F. A. **Estrutura das populações das macroalgas do platô recifal na Praia de Piedade, Jaboatão dos Guararapes – PE.** 2004. 48 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

RIBEIRO, F. A. et al. Análise quantitativa de populações algáceas na praia de Boa Viagem, Pernambuco-Brasil. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 222-228, 2008.

- RUSSELL, B. D. et al. Synergistic effects of climate change and local stressors: CO² and nutrient-driven change in subtidal rocky Habitats. **Global Change Biology**, Oxford, v. 15, p. 2153-2162, 2009.
- SANTOS, A. A.; COCENTINO, A. L. M.; REIS, T. N. V. Macroalgas como indicadores da qualidade ambiental da praia de Boa Viagem – Pernambuco, Brasil. **Boletim Técnico - Científico do CEPENE**, v. 14, n. 2, p. 25-33, 2006.
- SCHERNER, F. **Impacto da urbanização sobre a performance fotossintética de macroalgas marinhas**. 2010. 37 p. Mestrado (Dissertação) – Universidade de Santa Catarina, Florianópolis.
- SEMADS. **Atlas das unidades de conservação do estado do Rio de Janeiro**. São Paulo: Metalivros, 2001.
- SILVA, R. L. et al. Structure of a bed of *Gracilaria* spp. (Rhodophyta) in Northeastern Brazil. **Botânica Marina**, Hamburg, v. 30, p. 517-523, 1987.
- SIMÕES, I. P. et al. Avaliação florística e sucessão ecológica das macroalgas em recifes na praia de Piedade, Jaboatão dos Guararapes (PE). **Neotropical biology and Conservation**, São Leopoldo, v. 4, n. 1, p. 49-56, 2009.
- SOUSA, G. S.; COCENTINO, A. L. M. Macroalgas como indicadores da qualidade ambiental. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 32, p. 1-22, 2004.
- TAOUIL, A.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y. Alterações na composição florística das algas da Praia de Boa Viagem (Niterói, RJ). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 405-412, 2002.
- TERLIZZI, A. et al. The effects of sewage discharge on shallow hard substrate sessile assemblages. **Marine Pollution Bulletin**, Oxford, v. 44, p. 544-550, 2002.
- TUCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO, O. **Visão do Brasil em Recursos Hídricos**. UNESCO, 2010. 200 p.
- UGADIM, Y. **Algas marinhas bentônicas do litoral Sul do Estado de São Paulo e do Estado do Paraná**. 1970. 362 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- UNDERWOOD, A. J.; CHAPMAN, M. G. Power, precaution, type II error and sampling design in assessment of environmental impacts. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, São Paulo, v. 296, p. 49-70, 2003.
- VILLAÇA, R. C.; PITOMBO, F. B. Benthic communities of shallow-water reefs of Abrolhos, Brazil. **Revista Brasileira de Oceanografia**, São Paulo, v. 45, n. 1/2, p. 35-43, 1997.
- VITOUSEK, P. M. et al. Human domination of earth's ecosystems. **Science**, v. 277, p. 494-499, 1997.

WANG, X. C.; ZHAO, H. M. Uptake and biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons by marine seaweed. **Journal of Coastal Research**, Fort Lauderdale, v. 50, p. 1056-1061, 2007.

WELLS, et al. The use of macroalgal species richness and composition on intertidal rocky seashores in the assessment of ecological quality under the European Water Framework Directive. **Marine Pollution Bulletin**, Oxford, v. 55, p. 151-161, 2007.

WILKINSON, et al. Using attached macroalgae to assess ecological status of British estuaries for the European Water Framework Directive. **Marine Pollution Bulletin**, Oxford, v. 55, p. 136-150, 2007.

WILSON, K. A.; ABLE, K. W.; HECK, K. L. Jr. Predation rates on juvenile blue crabs in estuarine nursery habitats: evidence for the importance of macroalgae (*Ulva lactuca*). **Marine Ecology Progress Series**, Ameltinghausen, v. 58, p. 243-251, 1990a.

WORM, et al. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. **Science**, v. 314, p. 787-790, 2006.

WORM et al. Response to comments on “impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services”. **Science**, v. 316, p. 1285d, 2007.

YONESHIGUE-BRAGA, Y. Flora marinha bentônica da Baía de Guanabara e cercanias. I. - Chlorophyta. **Instituto de Pesquisas da Marinha**, v. 42, p. 1-55, 1970a.

YONESHIGUE-BRAGA, Y. Flora marinha bentônica da Baía de Guanabara e cercanias. II. - Phaeophyta. **Instituto de Pesquisas da Marinha**, v. 45, p. 1-31, 1970b.

YONESHIGUE-BRAGA, Y. Flora marinha bentônica da Baía de Guanabara e cercanias. III. - Rhodophyta. 1. Goniotrichales, Bangiales, Compsopogonales, Nemalionales e Gelidiales. **Instituto de Pesquisas da Marinha**, v. 55, p. 1-36, 1971.

YONESHIGUE-BRAGA, Y. Flora marinha bentônica da Baía de Guanabara e cercanias. III. - Rhodophyta. 2. Cryptonemiales, Gigartinales e Rhodymeniales. **Instituto de Pesquisas da Marinha**, v. 62, p. 1-39, 1972a.

YONESHIGUE-BRAGA, Y. Flora marinha bentônica da Baía de Guanabara e cercanias. III. - Rhodophyta. 3. Ceramiales. **Instituto de Pesquisas da Marinha**, v. 65, p. 1-49, 1972b.

4. RESULTADOS

MANUSCRITO

**Impacto da urbanização sobre a estrutura da comunidade das
macroalgas da região do mesolitoral inferior do litoral de
Pernambuco, Brasil.**

O trabalho será submetido à revista **Acta Botanica Brasilica**.



Impacto da urbanização sobre a estrutura da comunidade das macroalgas da região do mesolitoral inferior do litoral de Pernambuco, Brasil.

Andréa da Silva Freitas^{1*}; Fernando Scherner¹; Silvio José de Macedo²; Paulo Antunes Horta³ & Sonia Maria Barreto Pereira^{1,4}

¹ Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, 52171-900, Recife, PE, Brasil

² Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, Avenida Professor Moraes Rego, 1235 - 50670-901, Recife, PE, Brasil

³ Departamento de Botânica da Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, 88010-970, Florianópolis, SC, Brasil

⁴ Departamento de Biologia, UFRPE

*andreasilvafreitas@gmail.com

RESUMO - (Impactos da urbanização sobre a estrutura da comunidade das macroalgas da região do mesolitoral inferior do litoral de Pernambuco, Brasil.) – As alterações da estrutura da comunidade das macroalgas foram analisadas em três praias urbanizadas (Forno da Cal, Pina e Piedade) e três não-urbanizadas (Pontas de Pedra, Itapuama e Muro Alto), na região do mesolitoral inferior, nas marés de sizígia durante o período seco (janeiro/2011) e chuvoso (julho/2011). As áreas foram subdivididas em três subáreas, posicionando-se transectos e plotados 30 amostradores equidistantes 1 m ao longo de 30 m. Foram realizadas coletas qualitativas e quantitativas através de fotoquadrados e dados abióticos. As análises abióticas indicaram que o ambiente encontrava-se oligotrófico. Nas praias foram identificados 110 táxons infragenéricos entre Rhodophyta (62), Chlorophyta (30) e Heterokontophyta (Phaeophyceae) (18). As praias não-urbanizadas apresentaram maior número de espécies (67). A cobertura visual foi maior para Rhodophyta com 72,24%. Nas praias urbanizadas observou-se a dominância dos táxons oportunistas como *Bryopsis* J. V. Lamour., *Ceratodictyon* Zanardini, *Chondracanthus* Kütz., *Cladophora* Kütz. e *Ulva* L. ANOSIM mostrou diferenças significativas entre as áreas ($R=0,634$; $p<0,01$), assim como para o fator estação do ano ($R=0,108$; $p<0,01$). O teste de Cochran mostrou que as variâncias são homogêneas para a riqueza, diversidade e equitatividade. ANOVA two-way, indicou que houve diferenças significativas ($p<0,0001$) para riqueza e Shannon-Wiener e equitatividade ($p<0,0005$) entre as áreas, assim como para o fator sazonalidade. A praia Pontas de Pedra apresentou maiores valores para todos os descritores. De acordo com os resultados observa-se a necessidade de decisões de medidas rigorosas, contribuindo para a manutenção do equilíbrio ecológico nos oceanos.

Palavras-chave: Algas marinhas, bioindicadores, poluição, impactos antropogênicos, fotoquadrado.

ABSTRACT – (Impacts of urbanization on the community structure of macroalgae in the region of lower mesolitoral the coast of Pernambuco, Brazil.) - Changes in community structure of macroalgae was examined in three urbanized beaches (Forno da Cal, Pina and Piedade) and three non-urbanized (Pontas de Pedras, Itapuama, Muro Alto) in the lower mesolitoral region during spring tides in the dry (January/2011) and rainy (July/2011) seasons. The areas were divided into three subareas, where transects were positioned and plotted 1 m equidistant along 30 m. Qualitative and quantitative (photoquadrats) samples were collected as well as abiotic data. Analyses indicated that this coastal environment is oligotrophic. A total of 110 infrageneric taxa were identified among Rhodophyta (62), Chlorophyta (30) and Class Phaeophyceae (Heterokontophyta) (18). The non-urbanized beaches had the highest number of species (67). Rhodophyta presented the greater coverage with 72.24%. Urbanized beaches presented the dominance of opportunistic taxa such as *Bryopsis* J. V. Lamour., *Ceratodictyon* Zanardini, *Chondracanthus* Kütz., *Cladophora* Kütz. and *Ulva* L. ANOSIM showed significant differences between urban and non-urban areas ($R = 0.634$, $p < 0.01$) as well as the factor season ($R = 0.108$, $p < 0.01$). Cochran's test showed that the variances are homogeneous for richness, diversity and evenness. Two-way ANOVA showed significant differences ($p < 0.0001$) for richness, Shannon-Wiener and evenness ($p < 0.0005$) between urban and non-urban areas, as well as the seasonality factor. Pontas de Pedras presented higher values for all descriptors. According to the results there is a need for rigorous measures, contributing to the maintenance of ecological balance in the oceans.

Keyword: Seaweed, bioindicators, pollution, anthropogenic impacts, photo quadrats.

1. INTRODUÇÃO

Durante os últimos anos, as ações antrópicas (poluição orgânica, agrícola, industrial e construção civil) ou naturais (frentes frias, aumento da vazão de rio e mudança de direção dos ventos) vem afetando os ecossistemas marinhos (Ferreira *et al.* 2010), acarretando a destruição de habitats e provocando, em alguns casos, a extinção de espécies (Phillips 1998). Nesse sentido, investigações sobre a composição de comunidades bentônicas têm sido propostas como instrumentos essenciais em programas de biomonitoramento para a avaliação da qualidade ambiental, sendo capazes de orientar medidas mitigadoras para os efeitos negativos causados por atividades antrópicas e de fornecer subsídios práticos para o gerenciamento desses ambientes (Warwick & Radford 1989).

As comunidades de macroalgas marinhas, compostas de organismos fixos principalmente por rizóides (Pereira 2000), sofrem efeitos de diversos elementos do meio circundante e refletem as condições ambientais a longo prazo as quais são submetidas, o que as fazem excelentes bioindicadores de qualidade ambiental e das tendências evolutiva de seus ecossistemas (Borowitzka 1972; Littler & Murray 1975; Levine 1984; Ducrotoy 1999; Díez *et al.* 1999). Nesse sentido, a caracterização da estrutura de comunidades macrofitobênticas tem sido utilizada como uma importante ferramenta complementar para o diagnóstico de alterações destas comunidades.

Recentemente, a influência da poluição na estrutura de comunidades do fitobentos vem sendo abordado em todo o mundo, como os trabalhos desenvolvidos por Gorostiaga & Díez (1996), Orfanidis *et al.* (2001), Eriksson *et al.* (2002), Terlizzi *et al.* (2002), Cairrão *et al.* (2004), Ballesteros *et al.* (2007), Liu *et al.* (2007), Wells *et al.* (2007), Wilkinson *et al.* (2007), Juanes *et al.* (2008), Reopanichkul *et al.* (2009), Bahartan *et al.* (2010), Johansson *et al.* (2010) e Littler *et al.* (2010). Outros estudos fazem revisões de literatura como Krause-Jensen *et al.* (2007) e Johnston & Roberts (2009), enquanto Worm *et al.* (2006) e Worm *et al.* (2007), Murawski *et al.* (2007) e Halpern *et al.* (2008) enfocam a perda da biodiversidade nos ecossistemas marinhos.

O primeiro trabalho abordando estudos ecológicos na costa brasileira, foi realizado por Nonato e Pérèz (1961), na praia de Ubatuba, litoral norte de São Paulo. A partir desse, outros trabalhos merecem destaque como o de Oliveira Filho & Paula (1983) no litoral norte de São Paulo e Silva *et al.* (1987) para a costa de Pernambuco. Mais recentemente estes estudos se voltaram para a análise do impacto da poluição sobre o macrofitobentos (Taouil &

Yoneshigue-Valentin 2002; Amado Filho *et al.* 2003; Figueiredo *et al.* 2004; Barbosa *et al.* 2008; Figueiredo *et al.* 2008; Marins *et al.* 2008; Horta *et al.* 2008 e Azevedo *et al.* 2011).

Os estudos no litoral de Pernambuco mostram que a costa do estado vem sofrendo, ao longo dos últimos anos, progressivo comprometimento ambiental em decorrência dos impactos antropogênicos. Pereira *et al.* (2002) comentaram que no ambiente marinho a poluição é um dos fatores mais prejudiciais para a sobrevivência da algas, o que vem observando-se em alguns trechos do litoral de Pernambuco. Maida & Ferreira (2004) enfocam sobre as ameaças dos recifes e declínio da pesca, que estão diretamente ligadas à atividades antrópicas, como práticas inadequadas do uso do solo, poluição doméstica e agrícola, desenvolvimento urbano e turismo não planejado. Recentemente, trabalhos realizados no litoral de Pernambuco focaram a ação antropogênica, em especial, sobre a estrutura de comunidades de macroalgas, (Santos *et al.* 2006; Simões *et al.* 2009 e Barradas *et al.* 2010).

Este estudo teve como objetivo comparar a composição e estrutura de comunidades de macroalgas de praias urbanizadas e não-urbanizadas da região do mesolitoral inferior do litoral de Pernambuco, a partir de aspectos qualitativos e quantitativos, avaliando as variações dos principais descritores ecológicos diante dos impactos promovidos pela urbanização e, também, avaliar as interações sinérgicas de fatores locais (urbanização) com fatores climáticos, sobre a estrutura de comunidades macroalgais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo – O litoral pernambucano com aproximadamente 187 km extensão localiza-se entre as coordenadas 7°32'52"S, 34°50'27"W e 8°54'57", 35°09'76"W, limitando-se ao Norte com a Praia de Carne de Vaca (Município de Goiana), fronteira com o Estado da Paraíba e ao Sul com a Praia de São José da Coroa Grande (Município de São José da Coroa Grande), fronteira com Alagoas (Fig. 1). Segundo a classificação de Köppen, a região é caracterizada por apresentar um clima Ams' com precipitação pluviométrica anual que chega a 2000 mm (Ferreira *et al.* 2010). A região apresenta dois períodos anuais: um chuvoso (março a agosto) com precipitação mensal em torno de 100 mm e um período seco (setembro a fevereiro), com precipitações abaixo de 100 mm (Macêdo *et al.* 2004). A temperatura média anual fica em torno de 27°C e a umidade relativa média anual que oscila entre 50 a 90%, predominando ventos com velocidades médias entre 6,1 e 9,3 nós, vindos principalmente do leste, no período de outubro a março e sul-sudeste, no período de abril a setembro (Aragão *et al.* 2004).

Os substratos duros que ocorrem na costa de Pernambuco estão representados principalmente pelos recifes de franja que formam cordões paralelos à costa e podem alcançar vários quilômetros de extensão e nem sempre estão emersos nas marés baixas. São formados por embasamento arenítico e arenítico-ferruginoso, associados a algas calcárias e corais (Ferreira *et al.* 2010). Os costões rochosos são encontrados em pequenas áreas no litoral sul pernambucano e são de origem vulcânica (Mansilla & Pereira 2001).

2.2. Desenho amostral – No presente estudo, foram selecionadas praias densamente urbanizadas e praias não-urbanizadas ou pouco urbanizadas. As praias urbanizadas estão inseridas na Região Metropolitana do Recife (RMR) que apresenta uma população de 3.688.428 habitantes, segundo o censo de 2010 do *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística* (IBGE). As referidas regiões têm registrado importantes sinais de degradação ambiental, especificamente, a contaminação dos recursos hídricos, a redução e poluição das áreas estuarinas, os escorregamentos e erosão de encostas, os alagamentos de áreas de planície e a erosão costeira, todos resultantes da ação antrópica.

Estas áreas densamente urbanizadas atingiram percentuais de coliformes fecais de aproximadamente 90% em todas as amostras. Sendo valores acima de 50% classificados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) como impróprias para o banho e/ou recreação. Por outro lado, as áreas não urbanizadas selecionadas apresentaram valores abaixo de 50%.

Foram selecionadas seis áreas de estudos, sendo três consideradas impactadas, podendo ser também chamadas urbanizadas (Forno da Cal - Itamaracá, Pina - Recife e Piedade - Jaboatão dos Guararapes) e três não impactadas ou não-urbanizadas (Pontas de Pedra - Goiana, Itapuama - Cabo de Santo Agostinho e Muro Alto - Ipojuca). As áreas foram escolhidas de acordo com a balneabilidade fornecida pela Agência Estadual do Meio Ambiente (CPRH) para o ano de 2009 e 2010, sendo as áreas com valores acima de 50% consideradas impactadas. A coleta do material ficológico foi realizada durante o período seco (janeiro/2011) e chuvoso (julho/2011), sob o compartimento recifal na região do mesolitoral inferior durante as marés baixas de sizígia. Essa região foi escolhida por apresentar uma maior riqueza e diversidade de espécies. As áreas selecionadas foram padronizadas levando em consideração uma maior homogeneidade, inclinação e orientação do substrato, minimizando os ruídos derivados de diferenças internas que interferem na interpretação dos efeitos específicos dos diferentes graus de impacto das diferentes fontes poluidoras.

Estas áreas foram subdividida em três subáreas onde foram posicionados transectos de 30 m. Em cada transecto foram plotados 30 amostradores eqüidistantes 1 m. Além disso, em cada uma das subáreas foram realizadas coletas manuais aleatórias para refinamento dos dados qualitativos. Após a coleta, o material botânico coletado foi acondicionado em gelo e transportado ao Laboratório de Ficologia (LABOFIC) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Os dados abióticos foram coletados nos meses de janeiro e julho/2011 em cada sub-área amostral. As medidas de oxigênio (mg.L^{-1}) e temperatura ($^{\circ}\text{C}$) da água foram obtidas *in situ*, com termômetro e oxímetro portáteis, ambos da marca Handylab OX1/SET. As amostras de água destinadas às análises das variáveis hidrobiológicas (nitrito, nitrato, amônia, fosfato, silicato e pH) foram coletadas com garrafas de plástico de 300 ml, congeladas e transportadas para o Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco (DOCEAN). Para todas as análises foram seguidas as orientações descritas em Strickland & Parsons (1972) e Grasshoff *et al.* (1983).

2.3. Estudos ecológicos por amostragem utilizando fotoquadrados – Para a caracterização da estrutura da comunidade macroalgal, foi utilizado como descritor o percentual de cobertura, obtido a partir da análise de fotoquadrados de 25 cm x 25 cm (625 cm^2) seguindo a metodologia proposta por Kolcker & Gill (2006). As imagens foram obtidas com Câmera fotográfica (Sony Cybershot DSC-W320 14.1) não utilizando zoom para não distorcer ou perder a qualidade da foto; a distância, aproximada, entre a câmera e o substrato foi de 50 cm.

2.4. Percentual de cobertura – O percentual de cobertura foi obtido utilizando o programa CPCe (*Coral Point Count with Excel extensions* Koleker & Gill(2006)) versão 4.1., aplicando 50 pontos aleatórios sob as imagens. O referido programa foi criado para determinação da cobertura do substrato por corais. Sendo assim, o banco de dados original foi alterado, adicionando-se as espécies de algas e grupos de organismos presentes na área estudada. Foi considerado um total de seis grandes grupos taxonômicos ou categorias: três para macroalgas, agrupadas em Phylum e Classe de acordo com Wynne (2011), duas para os grupos morfofuncionais “turf” que agrupou as algas densamente emaranhadas (algas filamentosas) e alga Coralina (calcárias incrustantes) de acordo com Steneck & Dethier (1994). Outros grupos de organismos bentônicos, além de outros materiais abióticos como areias, cascalhos, rochas, objetos e áreas de sombra que impossibilitaram a identificação foram considerados como

“outros”. Devido ao grande número de táxons infragenéricos, os gráficos foram gerados somente com os táxons que apresentaram um percentual de cobertura total acima de 1%.

2.5. Etapas de laboratório – No laboratório foi feita a triagem inicial do material coletado e posteriormente realizada a identificação taxonômica baseada na observação da morfologia externa e interna, com auxílio de microscópio estereoscópio Leica S6D e microscópio óptico Leica DM1000. Para a análise da morfologia externa, foi observada, entre outros aspectos, a cor, altura, consistência do talo, forma de fixação, tipo de ramificação e crescimento, estruturas reprodutivas. Para a observação da morfologia interna foram feitas dissociação do talo, com estilete e/ou cortes anatômicos nas estruturas vegetativas e reprodutivas, com auxílio de lâminas de aço. Estes cortes foram montados em lâminas semi-permanentes em solução de glicerina a 50%. Para os representantes impregnados por carbonato de cálcio foi feita inicialmente a descalcificação do talo com ácido clorídrico (5%). A identificação foi baseada em bibliografia especializada (Taylor 1960; Littler & Littler 2000; Fujii *et al.* 2001; Bandeira-Pedrosa *et al.* 2004; Torres *et al.* 2004; Oliveira Filho *et al.* 2005; Nunes *et al.* 2006; Brayner *et al.* 2008; Oliveira-Carvalho *et al.* 2010; Alves *et al.* 2011 e Pupo *et al.* 2011) e para o posicionamento taxonômico, foi utilizado o trabalho de Wynne (2011) e para *Ceramium dawsonii* foi utilizado Guiry & Guiry (2011). Algumas espécies não foram identificadas devido ao material encontrar-se fragmentado e/ou deteriorado.

2.6. Análises dos dados ecológicos – A partir do percentual de cobertura de espécies gerados através do programa CPCe, foi realizada a análise de similaridade (ANOSIM) para verificar as eventuais diferenças na estrutura de comunidades macroalgais entre as áreas de estudo. Para tal, matrizes de similaridade utilizando Bray-Curtis foram calculadas a partir de dados não transformados. Gráficos bidimensionais com a técnica da escala multidimensional métrica (MDS) foram gerados permitindo uma melhor visualização dos padrões encontrados. Essas análises foram realizadas utilizando o programa PRIMER 6.0. (Programa Estatístico do Plymouth Marine Laboratory, UK).

Os descritores sintéticos: riqueza de espécies, índice de diversidade de Shannon-Wiener e equitatividade foram obtidos a fim de comparar e descrever a estrutura da comunidade macroalgal das diferentes áreas analisadas. O primeiro foi calculado através do programa CPCe e os últimos foram obtidos a partir dos dados de percentual de cobertura, através do programa PRIMER 6.0. A análise de variância bifatorial (ANOVA) foi utilizada

para testar a hipótese nula de que não há diferenças entre os valores dos descritores ecológicos obtidos para cada área amostral nas duas estações do ano. Os valores médios das 3 subáreas amostrais foram utilizados como réplicas ($n=3$). A homogeneidade das variâncias foi avaliada usando o teste de Cochran. Quando diferenças significativas foram observadas, análises a posteriori foram realizadas utilizando-se o teste Newman-Keuls. Essas análises foram realizadas usando o programa STATISTICA 7.0 (StatSoft, Inc. 2004).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização físico-química da água – Em geral as características físico-químicas da água apresentaram valores significativamente diferentes entre áreas urbanizadas e não urbanizadas. A tabela 1 mostra os valores médios das principais características físico-químicas das amostras analisadas. Como puderam ser observados, os dados referentes à temperatura da água não mostraram grandes variações. As temperaturas estão compreendidas dentro de uma amplitude térmica de $6,37^{\circ}\text{C}$, considerada a partir da temperatura mínima registrada de $27,1^{\circ}\text{C}$ medida no período chuvoso em uma área não-urbanizada e a temperatura máxima de $33,47^{\circ}\text{C}$, registrada para o período seco em uma área urbanizada. Valores semelhantes foram observados por Santos *et al.* (2006) e Barradas *et al.* (2010). Os valores altos de temperatura são decorrentes das características do clima tropical (Perkins 1974).

De modo geral os teores de oxigênio dissolvido na água do mar apresentaram um valor mínimo de 6,87 e máximo de $9,27 \text{ mL.L}^{-1}$ registrado durante o período seco. No período chuvoso a amplitude destas variações foi menor, variando entre 7,97 e $8,47 \text{ mL.L}^{-1}$ (Tab. 1).

O pH da água foi alcalino em todo o período de estudo, com valores variando entre 7,51 e 8,57. Valores alcalinos semelhantes foram encontrados por Barradas *et al.* (2010) na Praia de Porto de Galinhas, litoral sul de Pernambuco. Estes autores consideraram que valores de pH alcalinos caracterizam águas que sofrem pouca influência de compostos orgânicos em suspensão (Barradas *et al.* 2010).

Com relação às formas de nitrogênio, o nitrato teve uma maior concentração nas praias urbanizadas em ambos períodos do ano, chegando a $9,48 \mu\text{M}$ no período seco e $4,8 \mu\text{M}$ no chuvoso. As concentrações de nitrito e amônia apresentaram-se baixas durante todo o período estudado, com maiores valores de 2,59 e $0,33 \mu\text{M}$, respectivamente. A amônia é um bom traçador de poluição urbana, indicando a forma mais tóxica dos compostos nitrogenados, podendo ser proveniente de fontes poluidoras. No entanto, ocorre naturalmente nas águas superficiais e residuais, sendo produto de excreção dos organismos aquáticos (Campbel

1973). No presente estudo, as baixas concentrações de nutrientes indicaram que as águas das áreas estudadas são oligotróficas.

Para o fosfato, observou-se que durante o período chuvoso todas as concentrações nas praias apresentaram aumento, com valor máximo de 1,06 µg. Os valores mais elevados podem estar relacionados com as descargas dos rios durante o período chuvoso, que carregam as águas com presença de esgotos domésticos, nos quais estão presentes compostos, como polifosfatos, provenientes do uso freqüente de detergentes (Mendes Filho 2009).

As concentrações de silicato nas águas mostraram-se mais elevadas durante o período seco nas praias urbanizadas com máxima de 30,81 µM. As maiores concentrações de silicato no período seco, provavelmente devem-se a antecipação das chuvas, pois foi um ano considerado atípico. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), do mês janeiro até junho de 2011, em Recife choveu mais de 80% (2.066 mm) do que deveria chover ao longo de um ano (2.455 mm). Valores elevados de silicato foram encontrados em águas oligotróficas por Leipe *et al.* (1999) e Heil *et al.* (2007), indicando a influência continental na liberação de nutrientes para a zona costeira. No entanto, o silício não se caracteriza como um composto poluente ou contaminante em nenhum tipo de ambiente.

3.2. Análise quali/quantitativa da estrutura das comunidades fitobênticas – Foram identificados 110 táxons infragenéricos, distribuídos entre 62 Rhodophyta, 30 Chlorophyta e 18 Heterokontophyta (Phaeophyceae) (Tab. 2 e Fig. 2). Dentro do Phylum Rhodophyta, a ordem Ceramiales contribuiu com o maior número de táxons (27). Entre as Phaeophyceae, destacou-se Dictyotales com 14 táxons infragenéricos, enquanto a ordem Fucales foi representada por 03 táxons do total amostrado. Bryopsidales e Cladophorales foram as ordens mais representativas das Chlorophyta, respectivamente com 14 e 08 espécies. As ordens Ceramiales, Dictyotales e Bryopsidales foram as mais freqüentes, corroborando com estudos realizados na costa de Pernambuco, como os de Mansilla & Pereira (2001) e Pereira *et al.* (2008). A presença das ordens Ceramiales entre as Rhodophyta e Dictyotales na classe Phaeophyceae vem corroborar com os dados de Pereira *et al.* 2002, referenciando o caráter tropical da flora de Pernambuco.

As praias não-urbanizadas foram caracterizadas pelo maior número de táxons infragenéricos identificados para ambos os períodos de coleta, 76 táxons para o inverno e 67 para o verão. Nas praias urbanizadas foram quantificados 64 táxons para o inverno e 59 para o verão (Tab. 2). As análises quantitativas evidenciaram a dominância de táxons do filo Rhodophyta em termos de média de cobertura tanto para as áreas não-urbanizadas (76,88%)

quanto para as urbanizadas (68,37%) nos dois períodos (Fig. 4). As Chlorophyta apresentaram maior dominância no período seco nas praias urbanizadas com cobertura visual de 16,08% da área analisada e as Phaeophyceae com 6,99% para o período chuvoso nas praias não-urbanizadas (Fig. 4). Os dados analisados comprovam as evidências decorrentes dos impactos antropogênicos oriundos dos grandes centros urbanos como a degradação ambiental dos mananciais, falta de coleta e disposição de lixo e contaminação dos rios por esgotos doméstico, industrial e pluvial (Tuci *et al.* 2001), que são freqüentemente despejados em áreas costeiras com pouco ou nenhum tratamento (McClelland & Valiela 1998; Pagliosa & Barbosa 2006). Esse fato também é comprovado por outros estudos, que relacionam a perda da diversidade com os impactos negativos e a degradação dos ecossistemas (Orfanidis *et al.* 2003; Panayotidis *et al.* 2004; Wells 2004; Ballesteros *et al.* 2007; Juanes *et al.* 2008; Halpern *et al.* 2008; Johnston & Roberts 2009; Johansson *et al.* 2010 e Bahartan *et al.* 2010).

No período seco, as praias urbanizadas apresentaram uma riqueza de 59 táxons infragenéricos e as praias não-urbanizadas 67 táxons. No período chuvoso, ambas as áreas apresentaram um aumento na riqueza, com 63 e 76 táxons para praias urbanizadas e não-urbanizadas, respectivamente. As diferenças na riqueza dos táxons das regiões, considerando o mesmo período, não foram significativas. No litoral de Pernambuco, as regiões costeiras e estuarinas não apresentam grandes variações sazonais (Macêdo *et al.* 2000). Sendo assim, esse fator não tem uma forte influência na composição das espécies no referido litoral (Cocentino *et al.* 2004). Alguns estudos na costa de pernambucana mostraram uma redução no número de espécies durante o período chuvoso (Muñoz & Pereira 1997; Mansilla & Pereira 2001; Oliveira-Carvalho *et al.* 2003; Ribeiro *et al.* 2008). No entanto, Silva *et al.* (1987) verificaram maior riqueza durante o período chuvoso, tanto para o litoral norte quanto para o litoral sul de Pernambuco, respectivamente.

3.3. Análise da composição e estrutura da comunidade de macroalgas da região do mesolitoral inferior (cobertura visual) – Analisando as praias estudadas foi observada a composição dos organismos bentônicos representados pelos grandes grupos taxonômicos (Chlorophyta, Rhodophyta e Heterokontophyta), categoria denominada outros que compõem o substrato marinho como esponja, corais, areia, cascalho, rocha e desconhecidos, e mais duas categorias, alga coralina e “turf”. As algas coralinas caracterizadas como algas de ambientes que se encontram com pouco impacto antrópico, engloba as algas com desenvolvimento lento, como algas coralinas articuladas e incrustantes (Orfanidis *et al.* 2001). A categoria denominada “turf” é formada por todas as macroalgas filamentosas e emaranhadas de rápido

desenvolvimento presentes principalmente em ambientes impactados como os gêneros *Chaetomorpha* Kütz, *Cladophora* Kütz, *Polysiphonia* Grev., *Ceramium* Roth e *Spyridia* Harv. In Hook. (Orfanidis *et al.* 2001).

A categoria que apresentou maior índice de cobertura visual foi Rhodophyta com 72,24% da cobertura total seguido da categoria outros (13,74%), Chlorophyta (9,86%), Phaeophyceae (3,66%), alga coralina (0,39%) e por fim a categoria “turf” com 0,12% (Fig. 3). No programa utilizado (CPCe), a categoria alga coralina foi separada da categoria Rhodophyta nas análises contabilizando uma cobertura das Rhodophyta de 72,63%.

Observando separadamente as praias urbanizadas e não-urbanizadas, verificou-se o mesmo padrão da análise geral para a categoria Rhodophyta, apresentando maiores percentuais de cobertura visual 68,33% e 76,15%, respectivamente (Fig. 4). Nas praias urbanizadas, Chlorophyta apresentou a segunda maior cobertura 16,08%, seguida de categorias outros (15,06%), Phaeophyceae (0,33%), turf (0,16%) e alga coralina (0,04%) (Fig. 4). Nas áreas não-urbanizadas, o segundo percentual foi encontrado para categoria outros (12,42%), seguido de Phaeophyceae (6,99%), Chlorophyta (3,63%), alga coralina (0,73%) e turf (0,08%) (Fig. 4). Observou-se que as Rhodophyta dominaram todos os ambientes, corroborando com estudos realizados na costa de Pernambuco (Silva *et al.* 1987; Muñoz & Pereira 1997; Pereira 2000; Mansilla & Pereira 2001; Pereira *et al.* 2002; Cocentino *et al.* 2004; Santos *et al.* 2006; Pereira *et al.* 2007; Ribeiro *et al.* 2008; Pereira *et al.* 2008; Simões *et al.* 2009). Fica demonstrado que a dominância das Rhodophyta tanto nas áreas urbanizadas quanto nas não urbanizadas não interfere no caráter tropical da flora ficológica do litoral pernambucano (Pereira *et al.* 2002; Villaça *et al.* 2006) não sendo um indicativo para avaliar se há impacto antropogênico sob as comunidades algais.

Avaliando a categoria Rhodophyta a nível específico, nas praias urbanizadas verificou-se que a maior representatividade foi de *Chondracanthus acicularis* (48,54%), *Ceratodictyon planicaule* (27,36%), *Hypnea musciformis* (8,76%) e *Palisada perforata* (8,25%) e nas não-urbanizadas *Palisada perforata* (38,08%), *Hypnea musciformis* (22,82%) e *Gelidiella acerosa* (20,19%) (Fig. 5A e 5B). De acordo com os dados, observou-se que alguns táxons de Rhodophyta dominaram as praias urbanizadas, referenciadas com certo grau de antropização (Simões *et al.* 2009). Dessa forma, o maior percentual de cobertura esta relacionado com as algas que indicam que o ambiente sofre com os processos derivados da urbanização, sendo dominadas por espécies oportunistas como *Chondracanthus acicularis* e *Ceratodictyon planicaule*, algas características de ambientes eutrofizados (Ortega 2000). *Hypnea musciformis* apesar de ser caracterizada como espécie estresse-tolerante (Orfanidis *et*

al. 2001), apresentou uma elevada cobertura nas praias não-urbanizadas. No entanto, não deve ser generalizada como indicadora de poluição, pois é considerada uma espécie de região de caráter tropical, na qual recobre grandes extensões dos ambientes recifais de Pernambuco (Cocentino *et al.* 2004), podendo ocorrer também como epífitas (Pereira 2000; Cocentino *et al.* 2004), recobrando seus respectivos hospedeiros.

Palisada perforata foi o táxon que apresentou maior cobertura visual (33,39%) nas praias urbanizadas e *Chondracanthus acicularis* nas praias não-urbanizadas com 39,07% de toda a cobertura (Fig. 6A e 6B). Nas regiões urbanizadas dois táxons indicativos de ambientes antropizados estiveram presentes com elevada cobertura, *Ceratodictyon planicaule* (22,02%) e *Ulva* sp. (14,3%) (Fig. 6A e 6B). As praias não-urbanizadas apresentaram uma cobertura significativa de táxons característicos de áreas mais preservadas como *Acanthophora* J.V. Lamour., *Amphiroa* J.V. Lamour., *Gracilaria* Greville, *Halimeda* J.V. Lamour., *Laurencia* J.V. Lamour., *Padina* Adanson e *Sargassum* C. Agardh. (Orfanidis *et al.* 2001; Orfanidis *et al.* 2003).

Nas Chlorophyta, os táxons *Ulva* sp. (75,51%), *Bryopsis* sp. (10,37%) e *Caulerpa sertularioides* (7,69%) foram os que apresentaram maior percentual de cobertura nas áreas urbanizadas. *Halimeda opuntia* destacou-se por apresentar a maior cobertura (25,92%) nas áreas com menos influência de urbanização, seguida por *Caulerpa racemosa* (24,03%), *Dictyosphaeria vershuyssii* (15,86%) e *Ulva* sp. (13,65%) (Fig. 5C e 5D). Algumas algas verdes são relatadas como r-estrategistas ou oportunistas e pioneiras na sucessão ecológica, colonizando e dominando ambientes com concentrações de nutrientes elevados ou localizados próximos a descargas de esgotos (Merrill & Fletcher 1991; Soltan *et al.* 2001). Estudos mostram que as algas folhosas e filamentosas com altas taxas de crescimento e ciclos de vida curtos, como os gêneros *Ulva* Linnaeus, *Bryopsis* J.V. Lamour., *Chaetomorpha* e *Cladophora* estão relacionados com áreas degradadas (Orfanidis *et al.* 2001; Orfanidis *et al.* 2003; Panayotidis *et al.* 2004) principalmente pelos efluentes domésticos e industriais (Littler & Murray 1975; Correa *et al.* 2000; Soltan *et al.* 2001; Terlizzi *et al.* 2002), corroborando assim com os dados obtidos no estudo. *Halimeda opuntia* é classificada por Orfanidis *et al.* (2003) como uma espécie de ambientes preservados, referenciando ainda, o gênero *Caulerpa* J.V. Lamour. como de ambientes com sucessão média e/ou estresse-tolerante. Esses táxons são importantes estruturadores das comunidades algais do nordeste do Brasil (Mansilla & Pereira 2001) e a presença significativa de *Caulerpa* nas áreas mais preservadas evidencia o caráter tropical da flora da região e não correspondem aos indícios de impactos antropogênicos, principalmente aqueles relacionados à poluição orgânica. Estudos realizados no litoral de

Pernambuco apontam as ordens Bryopsidales, Cladophorales e Ulvales como indicadores de áreas antropizadas (Sousa & Cocentino 2004; Santos *et al.* 2006; Simões *et al.* 2009). No entanto, a dominância de representantes de famílias como Caulerpaceae, Cladophoraceae e Udoteaceae sobre as demais caracteriza a flora como de regiões tropicais (Pereira *et al.* 2002).

Para a categoria das Phaeophyceae, observou-se que nas áreas não urbanizadas *Sargassum vulgare* (39,61%), *Dictyopteris delicatula* (29,18%), *Padina antillarum* (14,1%), *Padina boergesenii* (9,55%), *Dictyota* sp. (4,25%) e *Lobophora variegata* (1,28%) foram mais abundantes entre as Phaeophyceae. Nas praias urbanizadas, *Sargassum vulgare* (31,24%) e *Padina gymnospora* (31%) apresentaram os maiores percentuais de cobertura considerando apenas as feófitas, seguida de *Padina antillarum* (21,31%), *Dictyopteris delicatula* (14,45%) e *Lobophora variegata* (2%) (Fig. 5E e 5F). Entre as algas pardas, *Sargassum vulgare* foi o que apresentou maior percentual de cobertura tanto nas áreas impactadas com nas não-impactadas. Esse gênero foi referido para ambientes preservados (Orfanidis *et al.* 2001, Panayotidis *et al.* 2004). No entanto, já foi observado em ambientes impactados com metais pesados (Amado filho *et al.* 2003). O gênero *Padina* é típico de ambientes preservados e com sucessão tardia (Orfanidis *et al.* 2001; Panayotidis *et al.* 2004). De acordo com os dados, acredita-se que *Lobophora variegata*, por ser um táxon perene com ciclo de vida longo, seja mais adaptado a ambientes com pouco ou sem influência da urbanização. *Dictyopteris* J.V. Lamour. e *Dictyota* J.V. Lamour. são considerados oportunistas e de alta produtividade (Orfanis *et al.* 2001; Orfanis *et al.* 2003; Panayotidis *et al.* 2004). No entanto para as áreas estudadas, a presença dos gêneros evidencia o caráter e riqueza da flora tropical. A ausência ou redução de espécies da classe Phaeophyceae nas praias urbanizadas pode estar relacionada com a presença de compostos orgânicos, principalmente o hidrocarboneto, advindo dos esgotos domésticos não tratados, jogados diretamente ou indiretamente nas redes fluviais. A presença desse composto interfere diretamente no ciclo sexual (Jaenicke 1977; Teixeira *et al.* 1987; Bellgrove *et al.* 1997; Berchez & Oliveira 1992).

Quanto à sazonalidade, observou-se que no período seco, *Ceratodictyon planicaule* (36,24%), *Chondracanthus aciculares* (26,28%) e *Ulva* sp. (13,09%) dominaram a cobertura nas praias urbanizadas e *Palisada perforata* (36,96%), *Hypnea musciformis* (19,79%) e *Gelidiella acerosa* (11,26%) nas praias não-urbanizadas (Fig. 7A e 7B). No período chuvoso os táxons que obtiveram o maior percentual nas praias não-urbanizadas foram *Palisada perforata* (29,49%), *Gelidiella acerosa* (21,73%) e *Hypnea musciformis* (20,25%); nas praias urbanizadas foram *Chondracanthus acicularis* (3,52%), *Ulva* sp. (15,68%) e *Hypnea*

musciiformis (8,74%) (Fig. 7C e 7D). Estes dados correspondem com outros estudos, no qual áreas mais preservadas apresentaram sempre maior riqueza de espécies (Correa *et al.* 1999; Hall *et al.* 2000; Je *et al.* 2004; Johnston & Roberts 2009). Silva *et al.* (1987) e Ribeiro *et al.* (2008) trabalhando com comunidades de macroalgas de Itamaracá e Boa Viagem, respectivamente, observaram um aumento de cobertura durante o período chuvoso. Estes autores relacionaram este fato a diminuição de salinidade e aumento dos níveis de fosfato na água.

Tanto nas praias de Forno da Cal quanto em Piedade foi observado que quatro táxons foram dominantes, como *Ceratodictyon planicaule* (54,11% e 16,22%), *Chondracanthus acicularis* (30,53% e 49,96%), *Ulva* sp. (9,5% e 12,08%) e *Palisada perforata* (3,47% e 11,71%), respectivamente (Fig. 8A e 8B). Na praia do Pina, dois diferentes táxons contribuíram para a maior cobertura visual da área, *Chondracanthus acicularis* (35,29%) e *Ulva* sp. (20,29%), seguido de *Hypnea musciiformis* (18,86%) e *Bryopsis* sp. (4,63%) (Fig. 8C). Em Muro Alto e Pontas de Pedra observou-se a dominância de *Palisada perforata* (49,74% e 47,78%) e *Gelideilla acerosa* (26,75% e 13,23%), respectivamente (Fig. 8E e 8F). Em Muro Alto foi verificado a dominância exclusiva para *Sargassum vulgare* (7,72%) e *Laurencia dendroidea* (6,14%) e em Pontas de Pedra *Dictyopteris delicatula* com 8,04%. Na praia de Itapuama as espécies que apresentaram maiores percentuais de cobertura foram *Hypnea musciiformis* (49,27%), *Gelidiella acerosa* (11,87%), *Acanthophora spicifera* (7,72%), *Palisada perforata* (5,79%) e *Gracilaria* sp. (5,26%) (Fig. 8D). Nas praias de Pontas de Pedra e Itapuama foram observados, também, as maiores abundâncias do gênero *Sargassum* C. Agardh (alga coriácea) e *Jania* J.V. Lamour. (calcária articulada) (Fig. 8D e 8F), caracterizando ambientes em final de sucessão já que são de crescimento lento (Sousa 1979), indicando ainda áreas com baixo impacto e de alta produtividade (Littler & Littler 1984; Steneck & Dethier 1994).

3.4. Análises estatísticas da estrutura da comunidade

A análise de similaridade (ANOSIM) mostrou diferenças significativas entre as áreas urbanizadas e não-urbanizadas ($R=0,634$; $p<0,01$). Analisando o fator estação do ano também foram observadas diferenças significativas entre áreas urbanizadas e não-urbanizadas ($R=0,108$; $p<0,01$). Essas diferenças são evidenciadas pelo MDS (Fig. 9). Outros estudos mostram que praias urbanizadas são mais vulneráveis aos efeitos antropogênicos (Pereira *et al.* 2002; Maida & Ferreira 2004; Azevedo *et al.* 2011). Assim, os resultados obtidos mostram que os distúrbios podem resultar em uma distribuição diferente dos organismos, como

evidenciado pelas diferenças na diversidade e riqueza entre as áreas estudadas. Estes resultados permitem inferir, ainda, que a fitoflora das áreas urbanizadas sofre mudanças.

O teste de Cochran mostrou que as variâncias são homogêneas para a riqueza de espécies e para os índices de diversidade e equitatividade. ANOVA two-way, indicou que houve diferenças significativas entre as áreas urbanizadas e não-urbanizada tanto para riqueza ($p < 0,0001$) (Fig. 10A), quanto para o índice de Shannon-Wiener ($p < 0,0001$) (Fig. 10C) e equitatividade ($p < 0,0005$) (Fig. 10B). Considerando o fator estação do ano foram observadas diferenças significativas para o índice de Shannon-Wiener ($p < 0,001$), na qual a praia de Pontas de Pedra apresentou a maior diversidade (1.6), assim como uma maior riqueza e equitatividade (Fig. 10A e B). Entretanto, este fator não apresentou diferença significativa para riqueza e equitatividade. Além disso, houve interação entre os dois fatores para o índice de Shannon ($p < 0,0001$) e equitatividade ($p < 0,0001$). A diversidade de Shannon-Wiener e a riqueza de espécies tem sido referenciadas como descritores mais utilizados para análises de biodiversidade (Costello *et al.* 2004) e 80% dos estudos analisados por Johnston & Roberts (2009) mostraram claramente o efeito negativo dos impactos antropogênicos sobre esses descritores. De acordo com os resultados, a maior similaridade entre as áreas urbanizadas pode ser decorrente da dominância de táxons oportunistas, como *Bryopsis*, *Ceratodictyon*, *Cladophora*, *Chaetomorpha*, *Chondracanthus* e *Ulva* observado em todas as praias urbanizadas. A similaridade das praias não-urbanizadas deve-se provavelmente à ocorrência de táxons característicos de áreas mais preservadas ou com menos influência da urbanização como *Acanthophora*, *Halimeda*, *Dictyosphaeria*, *Laurencia*, *Padina* e *Sargassum*. A contaminação dos habitats marinhos decorrente das ações antrópicas é frequentemente associada com a redução da biodiversidade, seja através da riqueza de espécies, aumento da dominância de espécies tolerantes (diminuição da equitatividade) ou a combinações desses fatores (Johnston & Roberts 2009). Sendo assim, uma hipótese plausível para esse fato, pode ser confirmada através dos dados obtidos, onde áreas mais preservadas apresentam maiores diversidade, riqueza e heterogeneidade e áreas urbanizadas apresentam-se mais homogêneas em comparação àquelas mais preservadas. Esse resultado pode ser derivado da interação dos contaminantes e algumas espécies sensíveis ou tolerantes (Je *et al.* 2004; Simboura *et al.* 1995; Thompson & Shin 1983) acarretando na monopolização de recursos por parte dessas espécies (Johnston & Roberts 2009). De acordo com os dados observou-se que a equitatividade ou uniformidade de distribuição dos táxons (Pielou 1975) foi baixo ou homogêneo nas áreas mais impactadas correspondendo aos dados que mostram que somente as espécies oportunistas são capazes de se desenvolver e dominar (Scrosati & Heaven 2007). Além disso,

estes resultados permitem inferir que a área do recife que foi estudada sofreu mudanças resultantes de atividades antrópicas e que as diferenças na composição e estrutura de macroalgas pode ser usado como uma ferramenta adicional indicadora de impactos de poluição. No entanto, torna-se necessário a realização de novos estudos, para as decisões de medidas rígidas, contribuindo para a manutenção do equilíbrio ecológico nos oceanos.

4. AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa Nacional de Apoio e Desenvolvimento da Botânica (PNADB) nº17/2009 – CAPES, intitulado Avaliação dos impactos da urbanização sobre a biodiversidade marinha: uma análise sob a perspectiva do fitobentos pelo apoio financeiro. Ao Departamento de Oceanografia (DOCEAN) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) pelas realizações das análises abióticas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, A.M.; Gestinari, L.M.S. & Moura, C.W.N. 2011. Morphology and taxonomy of *Andyomene* species (Cladophorales, Chlorophyta) from Bahia, Brazil. **Botanica Marina** **54**: 135-145.
- Amado Filho, G.M.; Horta, P.; Brasileiro, P.S.; Fujii, M.T.; Barreto, M.B.B. Subtidal benthic marine algae of the marine state park of Laje de Santos (São Paulo, Brazil). *Brazilian Journal of Oceanography*, **54**: 225-234. 2003.
- Aragão, J.O.R. 2004. A influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico na dinâmica do tempo e do clima do Nordeste do Brasil. Pp. 287-317. In: E. Eskinazi-Leça; S. Neumann-Leitão; M.F. Costa (orgs.). **Oceanografia – um cenário tropical**. Recife, Bagaço.
- Azevedo, C.A.A.; Carneiro, M. A. A.; Oliveira, S. R. & Marinho-Soriano, E. 2011. Macroalgae as an indicator of the environmental health of the Pirangi reefs, Rio Grande do Norte, Brazil. **Brazilian Journal of Pharmacognosy** **21**(2): 323-328.
- Bahartan, K.; Zibdah, M.; Ahmed, Y.; Israel, A.; Brickner, I. & Abelson, A. 2010. Macroalgae in the coral reefs of Eilat (Gulf of Aqaba, Red Sea) as a possible indicator of reef degradation. **Marine Pollution Bulletin** **60**: 759-764.
- Ballesteros, E.; Torras, X.; Pinedo, S.; Garcia, M.; Mangialajo, L. & Torres, M. 2007. A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive. **Marine Pollution Bulletin** **55**: 172–180.

- Bandeira-Pedrosa, M.E.; Pereira, S.M.B. & Oliveira, E.C. 2004. Taxonomy and distribuição of the Green algal genus *Halimeda* (Bryopsidales, Chlorophyta) in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** **27**(2): 363-377.
- Barbosa, S.O.; Figueiredo, M.A.O.; Testa, V. Estrutura e dinâmica de comunidades bentônicas dominadas por macrófitas na zona intramareal da Praia de Jacaraípe, Espírito Santo, Brasil. **Hoehnea** **35**(4): 563-575. 2008.
- Barradas, J.I.; Amaral, F.D.; Hernández, M.I.M.; Flores-Montes, M.J. & Steiner, A.Q. 2010. Spatial distribution of benthic macroorganisms on reef flats at Porto de Galinhas Beach (Northeastern Brazil), with special focus on corals and calcified. **Biotemas** **23**(2): 61-67.
- Bellgrove, A.; Clayton, M.N. & Quinn, G.P. 1997. Effects of secondarily treated sewage effluent on intertidal macroalgal recruitment processes. **Marine and Freshwater Research** **48**: 137-146.
- Berchez, F.A.S. & Oliveira, E.C. 1992. Temporal changes in the benthic marine flora of the Baía de Santos, SP, Brazil, over the last four decades. Pp. 120-131. In: **Algae and environment: a general approach**, C. Cordeiro Marino; M.T.P. Azevedo; C.L. Sant'Anna; N.Y. Tomita & E.M. Plastino (eds.). CETESB, São Paulo, Brasil.
- Borowitzka, M.A. 1972. Intertidal algal species diversity and the effect of pollution. **Australian Journal of Marine Freshwater Research** **23**: 73-84.
- Brayner, S.G.; Pereira, S.M.B. & Bandeira-Pedrosa, M. E. 2008. Taxonomia e distribuição do gênero *Caulerpa* Lamour. (Bryopsidales - Chlorophyta) na costa de Pernambuco e Arquipélago de Fernando de Noronha, Brasil. **Acta Botânica Brasileira** **22**: 914-928.
- Cairrao, E.; Couderchet, M.; Soares, A.M. & Guilhermino, L. 2004. Glutathione-S-transferase e activity of *Fucus* spp. as a biomarker of environmental contamination. **Aquatic Toxicology** **70**: 277-286.
- Campbell, J.W. 1973. **Nitrogen excretion**. Pp. 279 - 316. In: C.L. Prosser (ed.). *Comparative animal physiology*. W. B. Saunders, Philadelphia, Pennsylvania, USA. ed. 3
- Cocentino, A. M.; Magalhães, K. M.; Pereira, S. M. B. 2004. Estrutura do macrofitobento marinho. Pp. 391-423. In: E. Eskinazi-Leça; S. Neumann-Leitão; M.F. Costa (org.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife, Bagaço.
- CONAMA. Resolução 20 de 18 de Junho de 1986. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 de julho de 1986**. Disponível em : <http://www.mma.gov.br/port/conama/res86/res2086.html> (acessado em 01/06/2010).
- Correa, J.A.; Castilla, J.C.; Ramirez, M.A.; Varas, M.; Lagos, N.; Vergara, S.; Moenne, A.; Roman, D. & Brown, M.T., 1999. Copper, copper mine tailings and their effect on marine algae in northern Chile. **Journal of Applied Phycology** **11**: 57-67.
- Correa, J.A.; Ramirez, M.A.; de La Harpe, J.P.; Roman, D. & Rivera, L. 2000. Copper, copper mining effluents and grazing as potential determinants of algal abundance and diversity in northern Chile. **Environmental Monitoring and Assessment** **61**: 265-281.

- CPRH. **Agência Estadual do Meio Ambiente**. 2011. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/home/40025%3B55731%3B10%3B0%3B0.asp> (acesso em: 10/02/2011).
- Díez, I.; Secilla, A.; Santolaria, A. & Gorostiaga, J.M. 1999. Phytobenthic intertidal community structure along an environmental pollution gradient. **Marine Pollution Bulletin** **38**: 463-472.
- Ducrotoy, J.P. 1999. Indications of change in the marine flora of the North Sea in the 1990. **Marine Pollution Bulletin** **38**: 646-654.
- Eriksson, B.K.; Johansson, G. & Snoeijs, P. 2002. Long-term changes in the macroalgal vegetation of the inner Gullmar Fjord, Swedish Skagerrak coast. **Journal of Phycology** **38**: 284-296.
- Ferreira, L.C.; Cunha, M.G.G.S.; Koenig, M.L.; Feitosa, F.A.N.; Santiago, M.F. & Muniz, K. 2010. Variação temporal do fitoplâncton em três praias urbanas do litoral sul do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **24**(1): 214-224.
- Figueiredo, M.A.O.; Barreto, M.B. & Reis, R.P. 2004. Caracterização das macroalgas nas comunidades marinhas da Área de Proteção Ambiental de Cairuçu, Parati, RJ: subsídios para futuros monitoramentos. **Revista Brasileira de Botânica** **27**(1): 11-17.
- Figueiredo, M.A.O.; Horta, P.A.; Pedrini, A.G. & Nunes, J.M.C. 2008. Benthic marine algae of the coral reefs of Brazil: a literature revision. **Oecologia Brasiliensis** **12**: 258-269.
- Fujii, M.T.; Cocentino, A.M. & Pereira, S.M.B. 2001. *ceramium nitens* (ceramiaceae, rhodophyta), an uncommon species from brazil. São Paulo. **Revista brasileira de Botânica** **24**(3): 359-363.
- Gorostiaga, J.M. & Díez, I. 1996. Changes in the sublittoral benthic marine macroalgae in the polluted area of Abra de Bilbao and proximal coast (Northern Spain). **Marine Ecology Progress Series** **130**: 157-167.
- Grasshoff, F. K.; Enrhardt, M. & Kremling, K. 1983. **Methods of seawater analysis**. 2. ed. Nova Iorque, Verlag Chemie.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2011. Algaebase. Word-wide eletronic publication, National University of Ireland, Galway. Disponível em <http://www.algaebase.org> (acesso em 15/07/2011).
- Hall, S.J.; Gray, S.A. & Hammett, Z.L. 2000. Biodiversity-productivity relations: an experimental evaluation of mechanisms. **Oecologia Brasiliensis** **122**: 545-555.
- Halpern, B.S.; Walbridge, S.; Selkoe, K.A.; Kappel, C.V.; Micheli, F.; D'Agrosa, C.; Bruno, J.F.; Casey, K.S.; Ebert, C.; Fox, H.E.; Fujita, R.; Heinemann, D.; Lenihan, H.S.; Madin, E.M.P.; Perry, M.T.; Selig, E.R.; Spalding, M.; Steneck, R. & Watson, R. 2008. A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems. **Science** **319**: 948-950.

Heil, C.A.; Revilla, M.; Glibert, P.M. & Murasko, S. 2007. Nutrient quality drives differential phytoplankton community composition on the southwest Florida shelf. **Limnology and Oceanography** **52**(3): 1067-1078.

Horta, P.A.; Salles, J.P.; Bouzon, J.L.; Scherner, F.; Cabral, D.Q. & Bouzon, Z.L. 2008. Composição e estrutura do fitobentos do infralitoral da reserva biológica marinha do arvoredo, Santa Catarina, Brasil – Implicações para a Conservação. **Oecologia Brasiliensis** **12**(2): 243-257.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/> (acesso em 05/09/2011).

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. 2011. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/> (acesso em 16/09/2011).

Jaenicke, L. 1977. Sex hormones of brown algae. **Naturwissenschaften** **64**:69-75.

Je, J.G.; Belan, T.; Levings, C. & Koo, B.J. 2004. Changes in benthic communities along a presumed pollution gradient in Vancouver Harbour. **Marine Environmental Research** **57**: 121–135.

Johansson, C.L.; Bellwood, D.R. & Depczynski, M. 2010. Sea urchins, macroalgae and coral reef decline: a functional evaluation of an intact reef system, Ningaloo, Western Australia. **Marine Ecology Progress Series** **414**: 65–74.

Johnston, E.L. & RobertS, D.A. 2009. Contaminants reduce the richness and evenness of marine communities: A review and meta-analysis. **Environmental Pollution** **157**: 1745-1752.

Juanes J.A.; Guinda, X.; Puente, A. & Revilla, J.A., 2008. Macroalgae, a suitable indicator of the ecological status of coastal rocky communities in the NE Atlantic. **Ecological Indicators** **8**: 351-359.

Kolcker, K.E. & Gill, S.M. 2006. Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination for coral and substrate coverage using random point count methodology. **Computers & Geosciences** **32**: 1259-1269.

Krause-Jensen, D.; Carstensen, J. & Dahl, K. 2007. Total and opportunistic algal cover in relation to environmental variables. **Marine Pollution Bulletin** **55**: 114–125.

Leipe, T.; Knoppers, B.; Marone, E. & Camargo, R. 1999. Suspended matter transport in coral reef waters of the Abrolhos Bank, Brazil. **Geo-Marine Letters** **19**: 186- 195.

Levine, H.G. 1984. The use of seaweeds for monitoring coastal waters. In: L.E. Shubert (ed.). **Algae as ecological indicators**. London, Academic Press.

Littler, D.S. & Littler, M.M. 2000. **Caribbean reef plants. An identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico**. Washington: Off Shore Grafics Incorporate.

- Littler, M.M. & Littler, D.S. 1984. Models of tropical reef biogenesis: the contribution of algae. Pp 323-364. In: Round F.E.; Chapman, D.J. (eds.). **Progress in Phycological Research**. vol. 3. Biopress, Bristol.
- Littler, M.M. & Murray, S.N. 1975. Impact of sewage on the distribution, abundance and community structure of rocky intertidal macro-organisms. **Marine Biology** **30**: 277-291.
- Littler, M.M.; Littler, D.S. & Brooks, B.L. 2010. The effects of nitrogen and phosphorus enrichment on algal community development: Artificial mini-reefs on the Belize Barrier Reef sedimentary lagoon. **Harmful Algae** **9**: 255-263.
- Liu, D.; Bai, J.; Song, S.; Zhang, J.; Sun, P.; Li, Y. & Han, G. 2007. The Impact of Sewage Discharge on the Macroalgae Community in the Yellow Sea Coastal Area Around Qingdao, China. **Water Air & Soil Pollution: Focus** **7**: 683-692.
- Macêdo, S.J.; Flores-Montes, M.J. & Lins, I.C. 2000. Características Abióticas da Área, Pp. 7-25. In: H.M. BARROS; E. ESKINAZI-LEÇA; S.J. MACÊDO; T. LIMA (ed.). **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais**. Recife, Ed. Universitária da UFPE.
- Macêdo, S.J.; Muniz, K. & Montes, M.J.F. 2004. Hidrologia da região costeira e Plataforma continental do estado de Pernambuco. Pp. 255-286. In: E. Eskinazi-Leça; S. Neumann-Leitão; M.F. da Costa (orgs.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife, Editora Bagaço.
- Maida, M & Ferreira, B.P. 2004. Os recifes de coral brasileiros. Pp 617-640. In: E. Eskinazi-Leça; S. Neumann-Leitão & M.F. Costa (orgs.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Editora Bagaço.
- Mansilla, A. & Pereira, S.M.B. 2001. Comunidades y diversidad de macroalgas em pozas de arrecifes. Pp. 315-330. In: K. Alveal; T. Antezana (eds.). **Sustentabilidad de La biodiversidad**. Universidad de Concepción.
- Marins, B.; Brasileiro, P.; Barreto, M.; Nunes, J.; Valentin, Y. & Filho, G. 2008. Algas marinhas bentônicas do infralitoral da Baía de Todos os Santos, Bahia – Brasil. **Oecologia Brasiliensis** **12**(2): 229- 242.
- McClelland, J.W.; Valiela, I. Linking nitrogen in estuarine producers to land-derived sources. **Limnology and Oceanography** **43**: 577–585. 1998.
- Mendes Filho, N.E. **Caracterização química da matéria orgânica nos sedimentos do solo do manguezal e dinâmica de nutrientes inorgânicos nas águas superficiais e intersticiais do médio estuário do Rio Paciência em Iguaiá – Paço do Lumiar (MA)**. 2009. 162 p. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- Merrill J.W. & Fletcher R. 1991. Green tides cause major economic burden in Venice Lagoon, Italy. **Applied Phycology** **8**(3):19-21.
- Munoz, A.O.M. & Pereira, S.M.B. 1997. Caracterização quali-quantitativa das comunidades de macroalgas nas formações recifais da Praia do Cupe -Pernambuco (Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco** **25**: 3-109.

Murawski, S.; Methot, R.; Tromble, G. 2007. Biodiversity Loss in the Ocean: How Bad Is It? **Science** **316**: 1281.

Nonato, E. & Pérès, J.M. 1961. Observations sur quelques peuplements intertidaux de substrat sur dans la region d'Ubatuba (État de São Paulo). **Cahiers de Biologie Marine** **2**: 263-270.

Nunes, J.M.C. & Paula, E.J. 2006. O gênero *Dictyopteris* J.V. Lamour. (Dictyotaceae – Phaeophyta) no Estado da Bahia, Brasil. **Hidrobiológica** **16**(3): 251-258.

Oliveira Filho, E.C. & Paula, E.J. 1983. Aspectos da distribuição vertical e variação sazonal de comunidades da zona das marés em costões rochosos do litoral norte do Estado de São Paulo. **Publicação Instituto de Pesquisa da Marinha**. Rio de Janeiro, 147: 44-71.

Oliveira Filho, E.C.; Österlund, K. & Mtolera, M.S.P. 2005. 267 p. Marine plants of Tanzânia. A field guide to the seaweeds and seagrasses. **Stockholm: Stockholm University**.

Oliveira-Carvalho, M.F.; Pereira, S.M.B. & Zickel, C.S. 2003. Florística e distribuição espaço-temporal das clorofíceas bentônicas em trechos recifais do litoral Norte do Estado de Pernambuco – Brasil. **Hoehnea** **30**(3): 201-212.

Oliveira-Carvalho, M.F.; S.M.B. Pereira & F.F. Pedroche. 2010. Taxonomy and distribution of the green algal genus *Codium* (Bryopsidales, Chlorophyta) in Brazil. **Nova Hedwigia** **91**:87-109.

Orfanidis, S.; Panayotidis, P. & Stamatis, N. 2001. Ecological evaluation of transitional and coastal waters: a marine benthic macrophytes-based model. **Mediterranean Marine Science** **2/2**: 45-65.

Orfanidis, S.; Panayotidis, P. & Stamatis, N. 2003. An insight to the ecological evaluation index (EEI). **Ecological Indicators** **3**: 27-33.

Ortega, J.L.G. 2000. Algas. Pp. 109-193. In: G.L. Espino; H.S Pulido; J.L.C. Pérez (eds.). **Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores)**. México, Playa y Valdés.

Pagliosa, P.R.; Barbosa, F.A. Assessing the environment-benthic fauna coupling in protected and urban áreas of southern Brazil. **Biological Conservation**, 129: 408-417. 2006.

Panayotidis, P.; Montesanto, B. & Orfanidis, S. 2004. Use of low-budget monitoring of macroalgae to implement the European Water Framework Directive. **Journal of Applied Phycology** **16**: 49-59.

Pereira, S.M.B. 2000. Macroalgas bentônicas. Pp. 48-63. In: H.M. Barros; E. Eskinazi-Leça; S.J. Macêdo; T. Lima (eds.). **Gerenciamento participativo de estuários e manguezais**. Recife, Editora Universitária.

Pereira, S.M.B.; Eskinazi-Leça, E. & Oliveira-Carvalho, M.F. 2007. Phycological flora diversity in a coastal tropical ecosystem in the Northeast of Brasil. Pp 185–294. In: E. Tiezzi;

J.C. Marques; C.A. Brebbia; S.E. Jørgesen (eds.). **Ecosystems and Sustainable development VI**. Transactions on ecology and the environment. Wit Press, Southampton.

Pereira, S.M.B.; Oliveira-Carvalho, M.F.; Angeiras, J.A.P.; Bandeira-Pedrosa, M.E.; Oliveira, N.M.B.; Torres, J.; Gestinari, L.M.; Cocentino, A.L.M.; Santos, M.D.; Nascimento, P.R.F. & Cavalcanti, D.R. 2002. Algas bentônicas do Estado de Pernambuco. Pp. 97-124. In: M. Tabarelli; J.M.C. Silva (eds.). **Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco 1**. Recife, Editora Massagana.

Pereira, S.M.B.; Oliveira-Carvalho, M.F.; Burgos, D.C. & Araújo, E. de L. 2008. Caracterização estrutural das macroalgas de ambiente recifal da praia de enseada dos corais, PE, Brasil. Pp.231-242. In: Congresso Brasileiro de Ficologia, 11.; Simpósio Latino-Americano sobre algas nocivas, 2006, Itajaí, SC. **Aplicações da Ficologia: anais...** Rio de Janeiro: Museu Nacional. Organização da Sociedade Brasileira de Ficologia. (Série Livros, 30).

Perkins, E. J. 1974. **The biology of estuaries and coastal waters**. Pp 678. Academic Press, London, UK,.

Phillips, J. A. 1998. Marine conservation initiatives in Austrália: the relevance to the conservation of macroalgae. **Botanica Marina 41**: 95-103.

Pielou, E.C. 1975. Indices of diversity and evenness. Pp. 5-18. In: E.C. Pielou (ed.). **Ecological Diversity**. John Wiley & Sons, New York.

Pupo, D.; Ouriques, L.C.; Fujii, M.T.; Guimarães, S.M.P. & Yokoya, N. S. 2011. Marine benthic algae from Santa Catarina State, Southern Brazil. **Boletim do Instituto de Botânica n° 20**. São Paulo, 1963.

Reopanichkul, P.; Schlacher, T.A.; Carter, R.W. & Worachananant, S. 2009. Sewage impacts coral reefs at multiple levels of ecological organization. **Marine Pollution Bulletin 58**: 1356-1362.

Ribeiro, F.A.; Junior, A.T.; Gestinari, L.M.; Torres, J.; Lima, K.K.A.; Santos, M.D.; Lira, G.A.S.T.; Fontes, K.A.A. F.; Pereira, S. M.B. & Valentin, Y.Y. 2008. Análise quantitativa de populações algáceas na praia de Boa Viagem, Pernambuco-Brasil. **Oecologia Brasiliensis 12(2)**: 222-228.

Santos, A.A.; Cocentino, A.M.M. & Reis, T.N.V. 2006. Macroalgas como indicadoras da qualidade ambiental da praia de Boa Viagem – Pernambuco, Brasil. **Boletim técnico-científico do CEPENE, Tamandaré 14(2)**: 25-33.

Scrosati, R. & Heaven, C. 2007. Spatial trends in community richness, diversity, and evenness across rocky intertidal environmental stress gradients in eastern Canada. **Marine Ecology Progress Series 342**: 1-14.

Silva, R. L.; Pereira, S.M.B.; Oliveira, E. C. & Eston, V.R. 1987. Structure of a bed of *Gracilaria* spp. (Rhodophyta) in Northeastern Brazil. **Botanica Marina 30**: 517-523.

- Simboura, N.; Zenetos, A.; Panayotidis, P. & Makra, A. 1995. Changes in benthic community structure along an environmental pollution gradient. **Marine Pollution Bulletin** **30**: 470–474.
- Simões, I.P.; Guimaraens, M.A.; Oliveira-Carvalho, M.F.; Valdevino, J. & Pereira, S.M.B. 2009. Avaliação florística e sucessão ecológica das macroalgas em recifes na praia de Piedade (PE). **Neotropical Biology and Conservation** **4**(1):49-56.
- Soltan, D.; Verlaque, M.; Boudouresque, C.F. & Francour, P. 2001. Changes in macroalgal communities in the vicinity of a Mediterranean sewage outfall after the setting up of a treatment plant. **Marine Pollution Bulletin** **42**: 59-70.
- Sousa, G.S. & Cocentino, A.L.M. 2004. Macroalgas como indicadoras da qualidade ambiental da Praia de Piedade – PE. **Tropical Oceanography** **32**(1): 1-22.
- Steneck & Dethier, M. N. 1994. A functional group approach to the structure of algaldominated communities. **Oikos** **69**: 476-498.
- Strickland, J.L.H. & Parsons, T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. 2 ed. **Fisheries Research Board of Canada**, Ottawa, 310 p.
- Taouil, A. & Yoneshigue-Valentin, Y. 2002. Alterações na composição florística das algas da Praia de Boa Viagem (Niterói, RJ). **Revista Brasileira de Botânica** **25**(4): 405-412.
- Taylor, W.R. 1960. **Marine algal of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas**. Ann Arbor: University of Michigan Press, ix + [1] + 870 p.
- Teixeira, V.L.; Pereira, R.C.; Júnior, A.N.M.; Leitão Filho, C.M. & Silva, C.A.R. 1987. Seasonal variations in infralitoral seaweed communities under a pollution gradient in Baía de Guanabara, Rio de Janeiro (Brazil). **Ciência e Cultura** **39**: 423-428.
- Terlizzi, A.; Frascchetti, S.; Guidetti, P. & Boero, F. 2002. The effects of sewage discharge on shallow hard substrate sessile assemblages. **Marine Pollution Bulletin** **44**: 544-550.
- Thompson, G.B. & Shin, P.K.S. 1983. Sewage pollution and the infaunal benthos of Victoria Harbour, Hong Kong. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** **67**: 279–299.
- Torres, J.; Pereira, S.M.B & Yoneshigue-Valentin, Y. 2004. Ceramiaceae (Rhodophyta) de áreas recifais do estado de Pernambuco. **Hoehnea** **31**(2): 119-149.
- Tucci, C.E.M; Hespanhol, I. & Cordeiro, O. 2001. **Visão do Brasil em Recursos Hídricos**. UNESCO. 2001. 200 p.
- Villaça, R.; Pedrini, A.G.; Pereira, S.M.B & Figueiredo, M.A.O. 2006. Flora marinha bentônica das ilhas oceânicas brasileiras. Pp 105-146. In: R.J.V. Alves; J.W.A. Castro (orgs.). **Ilhas Oceânicas Brasileiras: da pesquisa ao manejo**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente.
- Warwick, R.M. & Radford, P.J. 1989. Analysis of the flow network in estuarine benthic community. Coastal and Estuarine Studies. Pp.119-160. In: F. Wulff; J.G. Field; K.H. Mann

(eds.). **Network analysis in marine ecology – Methods and applications**. Germany, Springer, Heidelberg.

Wells, E. 2004. **Water Framework Directive Marine Plants Task Team**. Paper No.: MPTT/MAT01.

Wells, E.; Wilkinson, M.; Wood, P. & Scanlan, C. 2007. The use of macroalgal species richness and composition on intertidal rocky seashores in the assessment of ecological quality under the European water framework directive. **Marine Pollution Bulletin** **55**(1-6): 151-61.

Wilkinson, M.; Wood, P.; Wells, E. & Scanlan, C. 2007. Using attached macroalgae to assess ecological status of British estuaries for the European Water Framework Directive. **Marine Pollution Bulletin** **55**: 136-150.

Worm, B.; Barbier, E.B.; Beaumont, N.; Duffy, J.E.; Folke, C.; Halpern, B.S.; Jackson, J.B.C.; Lotze, H.K.; Micheli, F.; Palumbi, S.R.; Sala, E.; Selkoe, K.A.; Stachowicz, J.J. & Watson, R. 2006. Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services. **Science** **314**: 787-790.

Worm, B.; Barbier, E.B.; Beaumont, N.; Duffy, J.E.; Folke, C.; Halpern, B.S.; Jackson, J.B.C.; Lotze, H.K.; Micheli, F.; Palumbi, S.R.; Sala, E.; Selkoe, K.A.; Stachowicz, J.J.; Watson, R. 2007. Response to Comments on “Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services”. **Science** **316**: 1285d.

Wynne, M.J. 2011. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western atlantic: third revision. **Nova hedwigia** **140**: 1-166.

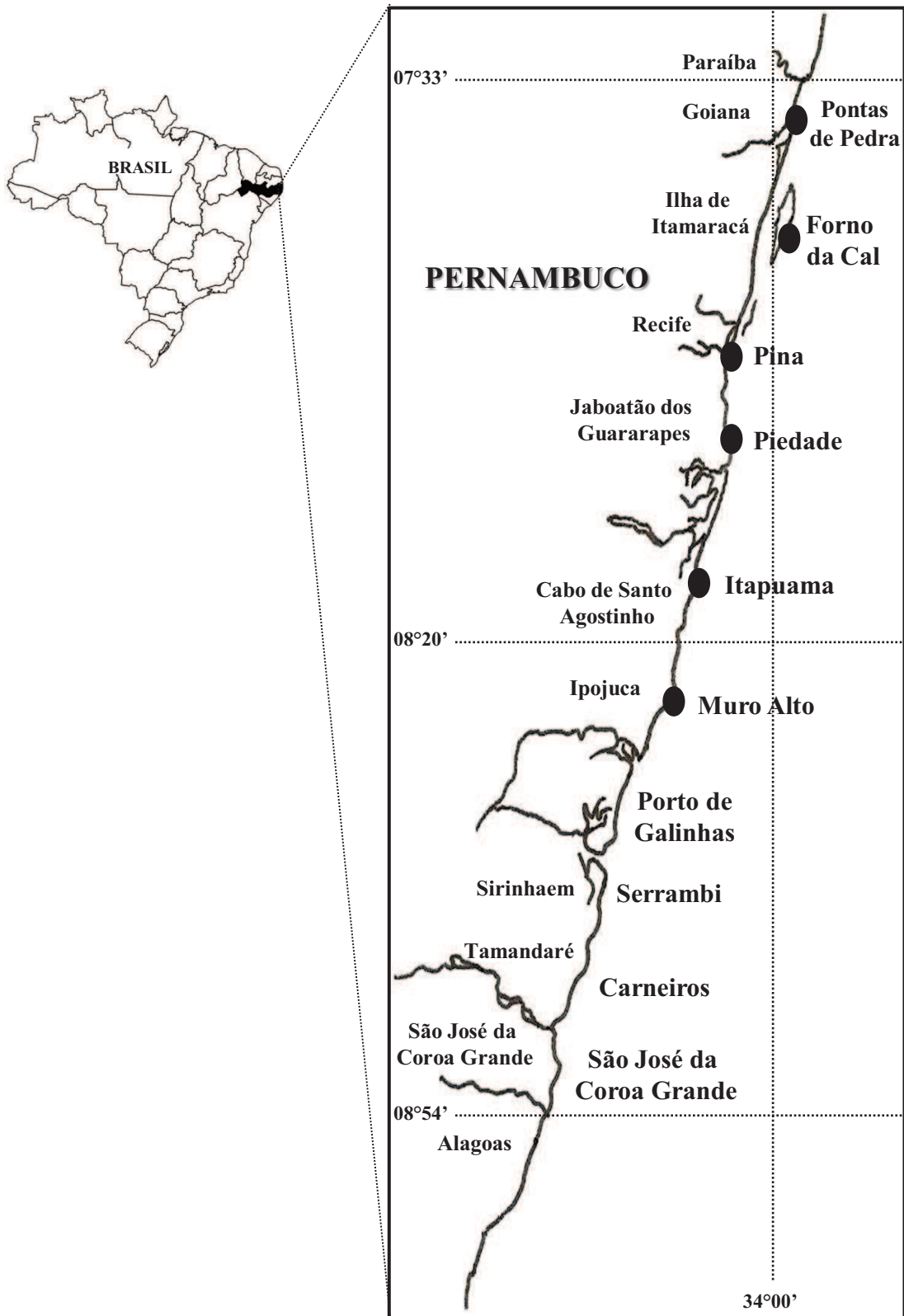


Figura 1

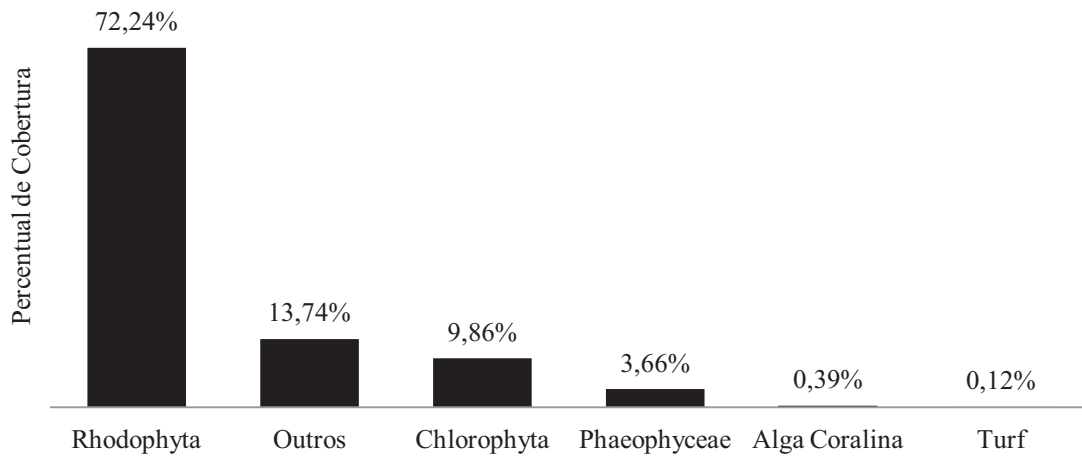


Figura 2

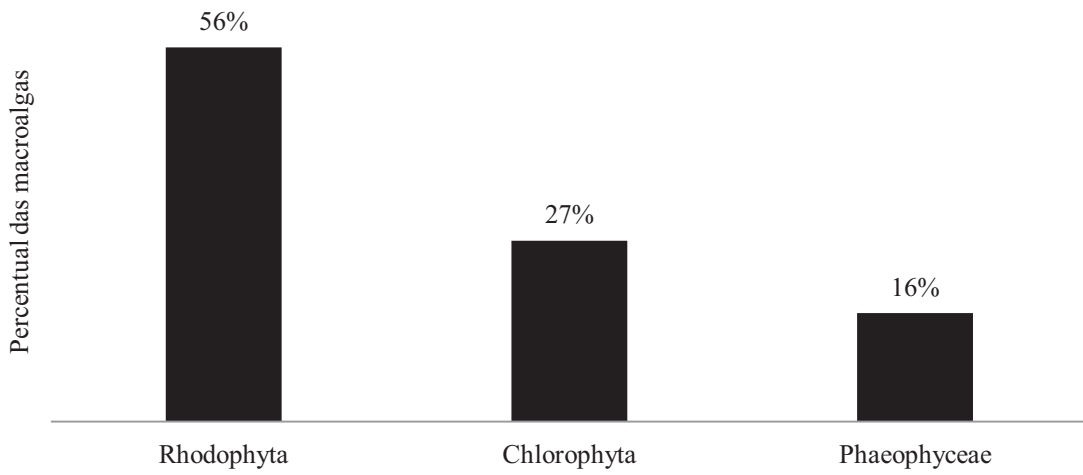


Figura 3

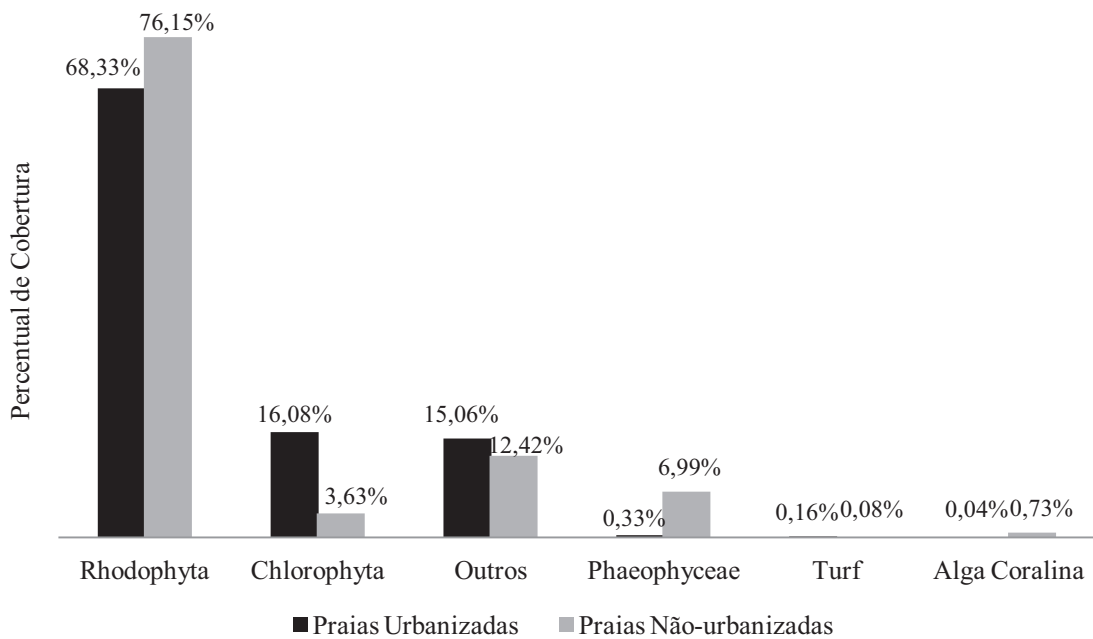


Figura 4

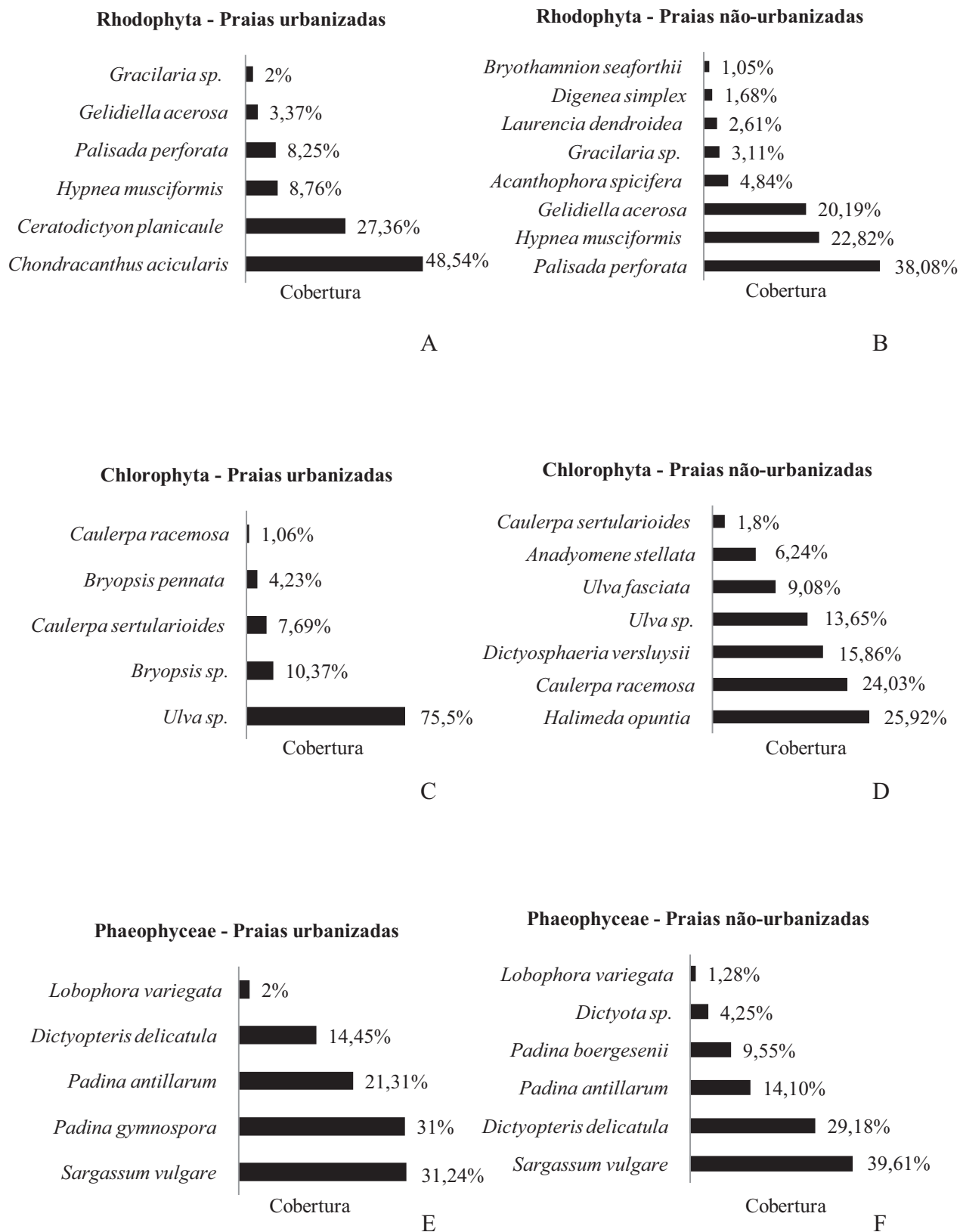


Figura 5

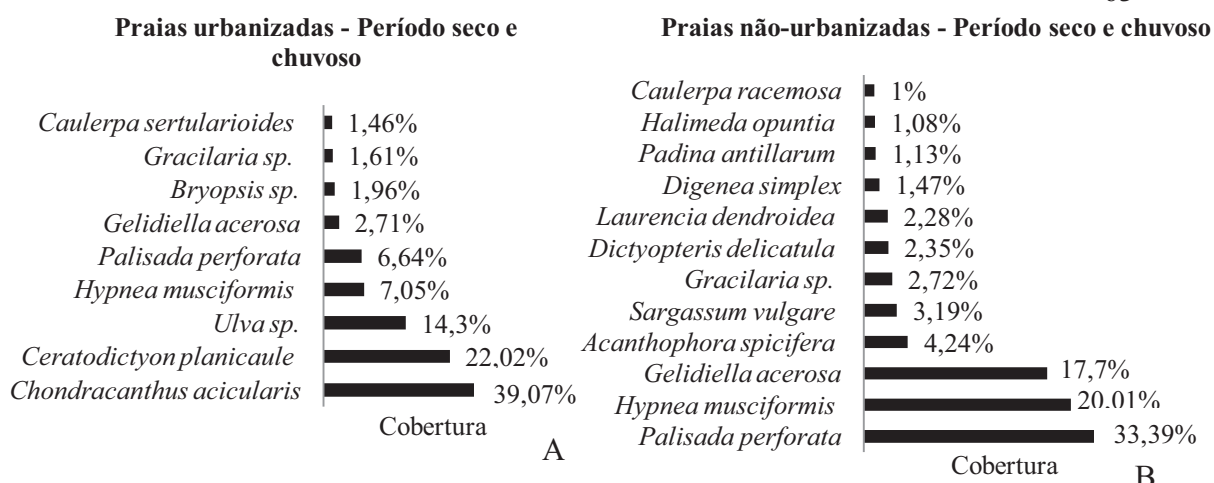


Figura 6

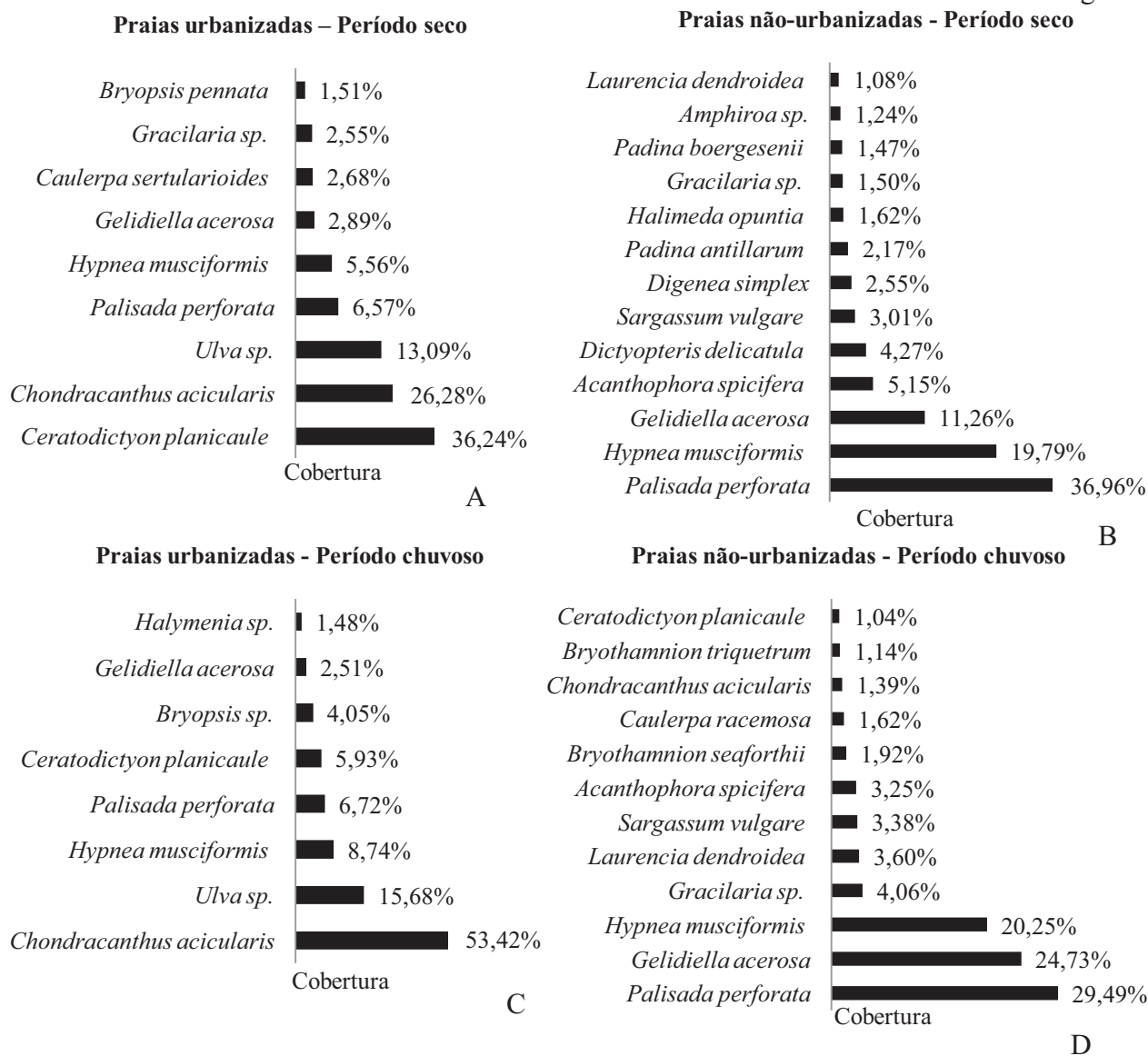


Figura 7

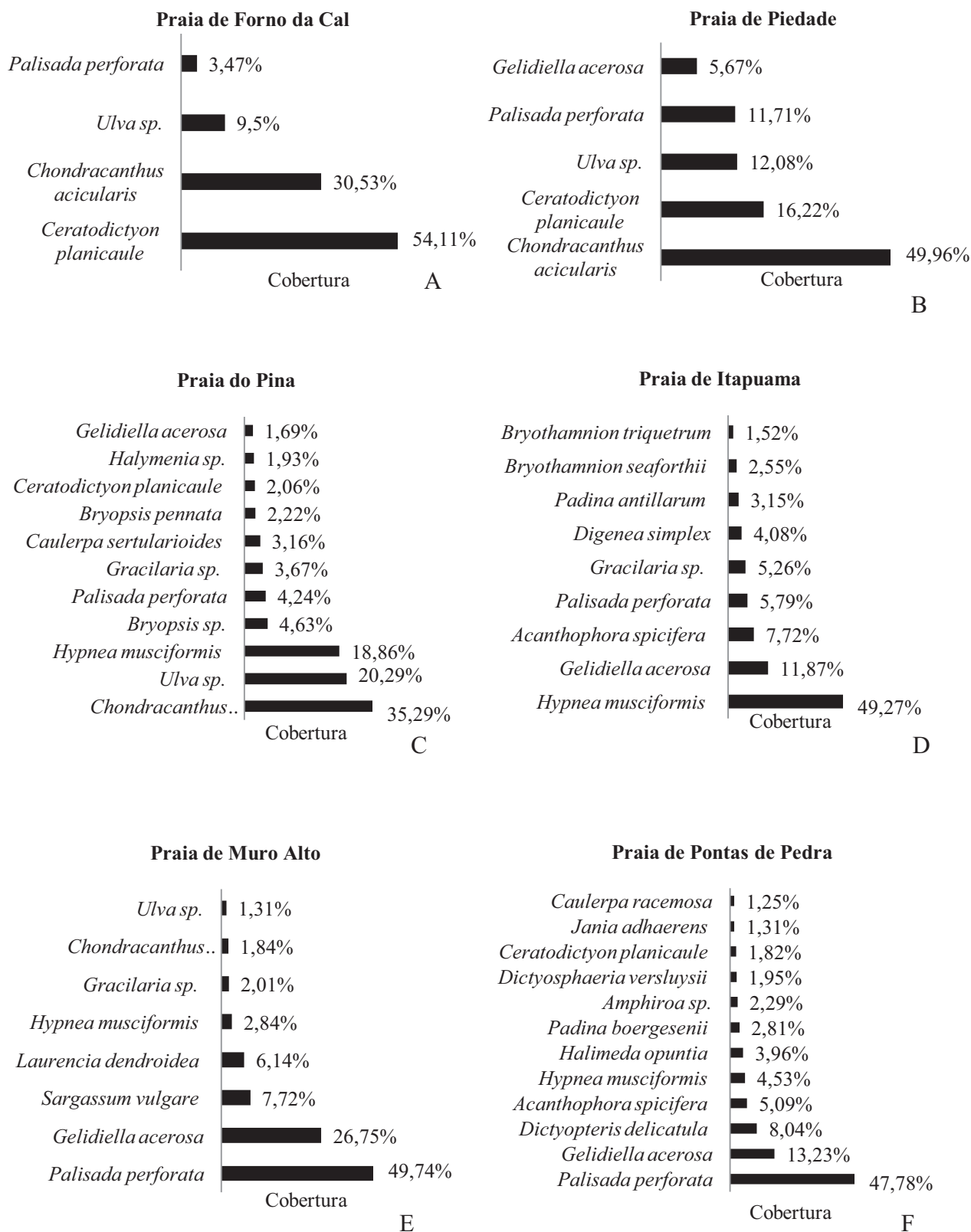


Figura 8

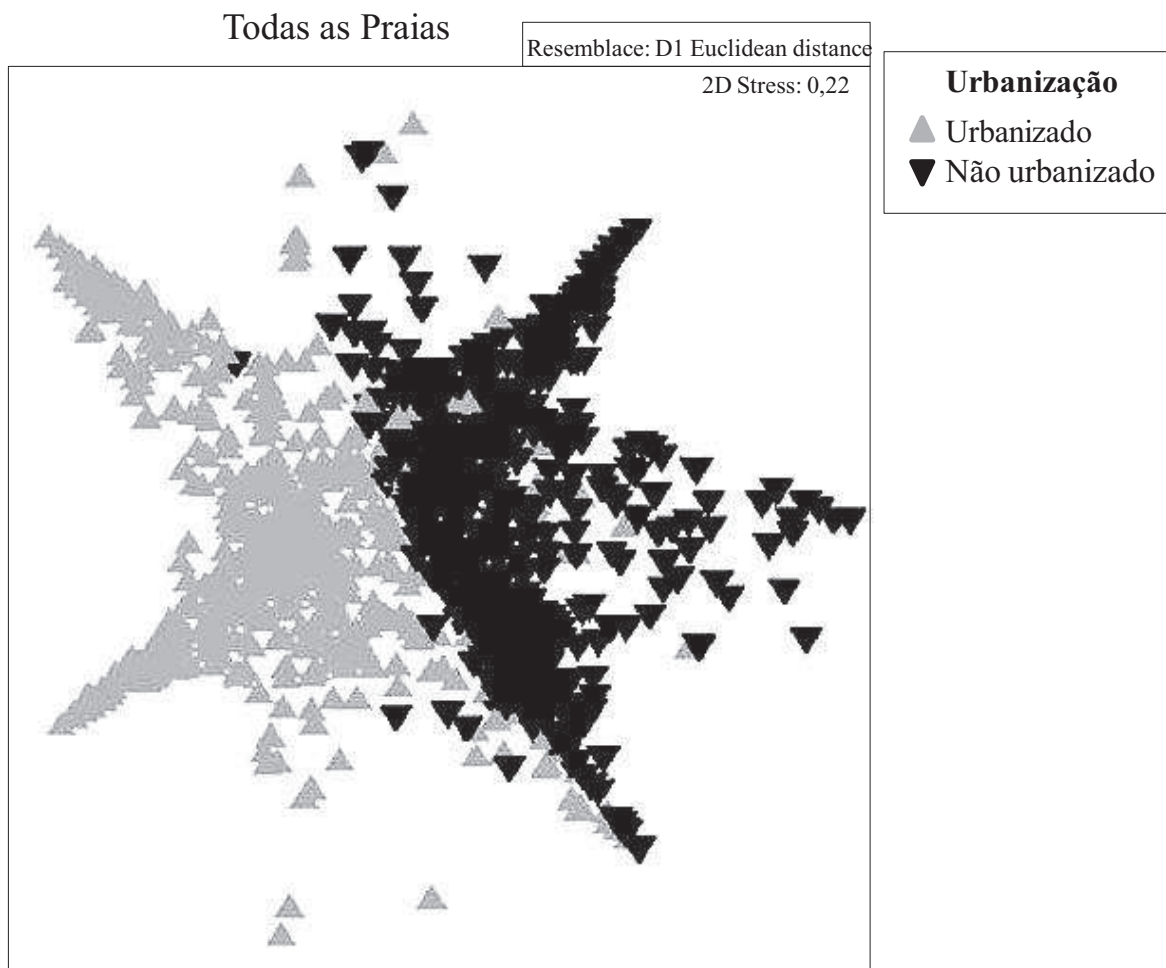
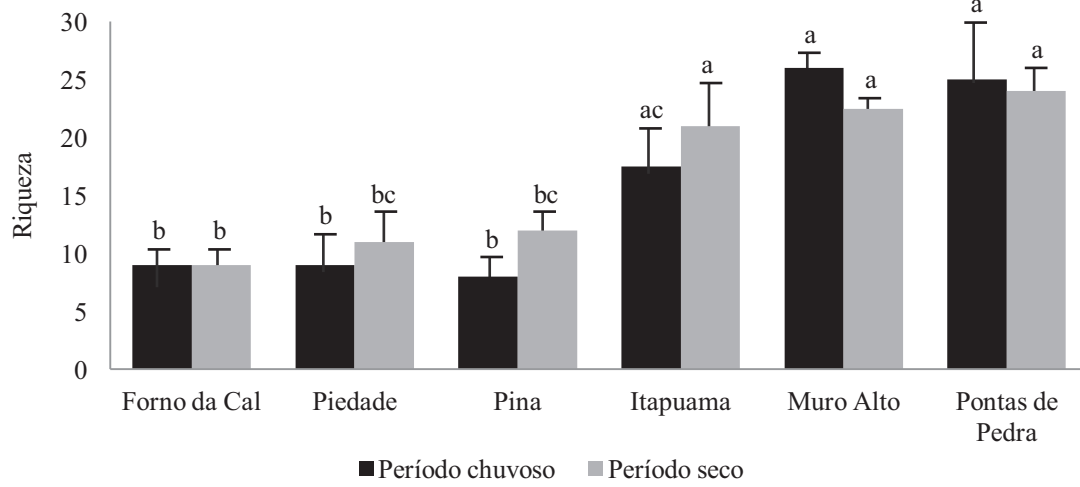
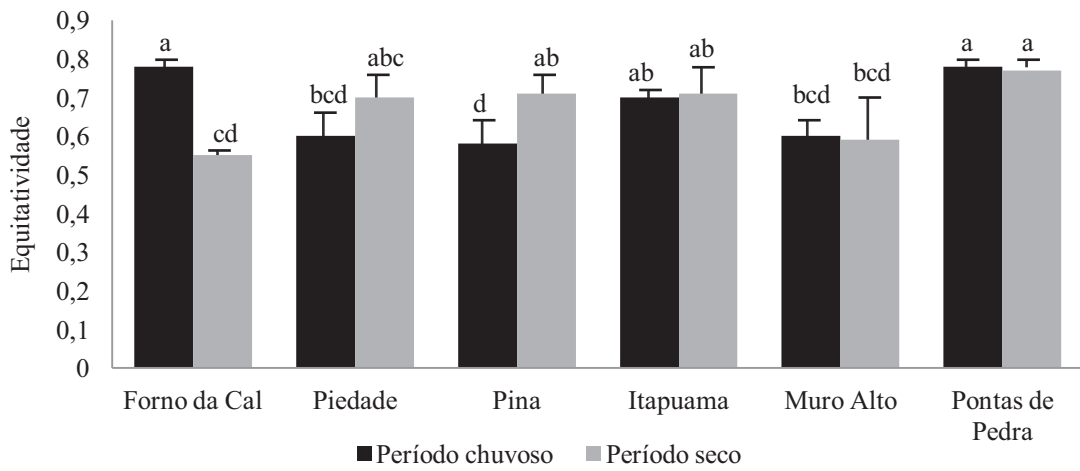


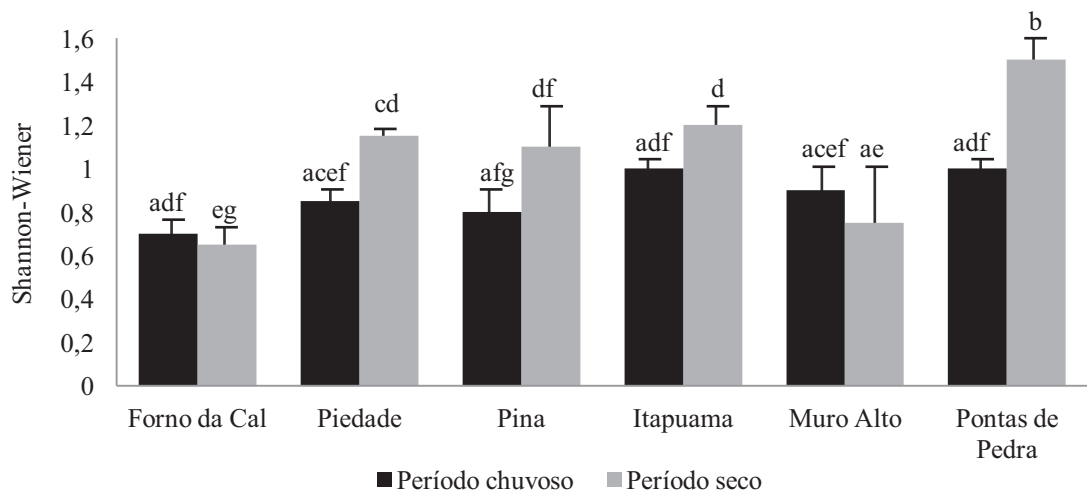
Figura 9



A



B



C

Figura 10

Tabela 1.

| | Praias Urbanizadas | | | | | | Praias Não-Urbanizada | | | | | |
|----------------------------|--------------------|-------|-------|-------|---------|-------|-----------------------|-------|----------|-------|-----------|-------|
| | Forno da Cal | | Pina | | Piedade | | Pontas de Pedra | | Itapuama | | Muro Alto | |
| Verão | | | | | | | | | | | | |
| Oxigênio (O ₂) | 7,20 | ±0,10 | 6,87 | ±0,38 | 8,83 | ±0,47 | 7,63 | ±0,21 | 7,67 | ±0,12 | 9,27 | ±0,76 |
| Temperatura | 33,47 | ±0,23 | 32,13 | ±0,21 | 32,27 | ±0,32 | 32,47 | ±0,15 | 31,47 | ±0,29 | 30,77 | ±0,35 |
| Sílica (SiO ₂) | 11,15 | ±4,58 | 2,92 | ±1,30 | 30,81 | ±6,63 | 9,69 | ±9,51 | 0,64 | ±0,23 | 0,83 | ±0,25 |
| Amônia (NH ₃) | ND | - | 0,33 | ±0,27 | ND | - | ND | - | 0,07 | ±0,02 | 0,08 | ±0,02 |
| Nitrato(NO ₃) | 1,52 | ±0,62 | 9,48 | ±0,52 | 4,01 | ±0,93 | 0,66 | ±0,10 | 1,08 | ±0,53 | 1,36 | ±0,41 |
| Nitrito(NO ₂) | 0,10 | ±0,07 | 0,56 | ±0,07 | 0,20 | ±0,12 | 0,01 | ±0,01 | ND | - | ND | - |
| Fosfato(PO ₄) | 0,40 | ±0,14 | 0,65 | ±0,37 | 0,39 | ±0,10 | 0,24 | ±0,17 | 0,08 | ±0,05 | 0,08 | ±0,04 |
| pH | 8,08 | ±0,00 | 8,09 | ±0,07 | 8,17 | ±0,02 | 7,63 | ±0,21 | 7,51 | ±1,18 | 8,21 | ±0,04 |
| Inverno | | | | | | | | | | | | |
| Oxigênio (O ₂) | 8,17 | ±0,06 | 8,03 | ±0,06 | 7,97 | ±0,06 | 8,03 | ±0,06 | 8,00 | ±0,10 | 8,47 | ±0,21 |
| Temperatura | 27,47 | ±0,06 | 27,90 | ±0,10 | 27,77 | ±0,06 | 27,10 | ±0,00 | 27,53 | ±0,12 | 27,20 | ±0,46 |
| Sílica (SiO ₂) | 0,95 | ±0,13 | 2,72 | ±0,41 | 4,20 | ±1,85 | 11,51 | ±3,06 | 7,84 | ±5,41 | 1,48 | ±0,47 |
| Amônia (NH ₃) | 0,09 | ±0,06 | 0,10 | ±0,07 | 0,13 | ±0,04 | 0,09 | ±0,02 | 0,16 | ±0,09 | 0,02 | ±0,01 |
| Nitrato(NO ₃) | ND | - | 4,80 | ±1,55 | 0,25 | ±0,02 | 0,62 | ±0,62 | 2,22 | 0 | 0,01 | 0 |
| Nitrito(NO ₂) | 0,00 | ±0,00 | 0,31 | ±0,10 | 2,59 | ±0,36 | 0,07 | ±0,03 | 0,20 | ±0,28 | 0,04 | ±0,01 |
| Fosfato(PO ₄) | 1,06 | ±0,13 | 0,81 | ±0,13 | 0,78 | ±0,07 | 0,24 | ±0,12 | 0,45 | ±0,08 | 0,87 | ±0,79 |
| pH | 8,26 | ±0,14 | 8,30 | ±0,18 | 8,29 | ±0,11 | 8,41 | ±0,11 | 8,57 | ±0,04 | 8,52 | ±0,06 |

Tabela 2.

| TÁXONS | PERÍODO SECO | | | | | | PERÍODO CHUVOSO | | | | | |
|--|--------------|-----|----|------|----|----|-----------------|-----|----|------|----|----|
| | PRAIAS | | | | | | PRAIAS | | | | | |
| | FC | PIE | PI | ITAP | MA | PP | FC | PIE | PI | ITAP | MA | PP |
| CHLOROPHYTA | | | | | | | | | | | | |
| Bryopsidales | | | | | | | | | | | | |
| Bryopsidaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Bryopsis pennata</i> J.V. Lamour. | + | - | + | - | - | - | - | + | + | + | - | - |
| <i>Bryopsis plumosa</i> (Huds.) C. Agardh | - | - | - | - | - | + | + | + | + | - | - | + |
| <i>Bryopsis</i> sp. | + | + | - | - | - | - | - | + | + | - | - | - |
| Caulerpáceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Caulerpa cupressoides</i> (H. West in Vahl) C. Agardh | - | - | + | + | - | + | + | - | - | + | - | + |
| <i>Caulerpa mexicana</i> Sond. ex. Kütz. | - | - | + | - | - | - | - | - | + | - | - | - |
| <i>Caulerpa prolifera</i> (Forssk.) J.V. Lamour. | - | - | + | - | - | + | - | - | + | - | - | - |
| <i>Caulerpa racemosa</i> | - | + | + | + | + | + | + | + | - | + | + | + |
| <i>Caulerpa sertularioides</i> (S.G. Gmel.) M. Howe | - | + | + | + | - | + | - | + | + | + | - | + |
| <i>Caulerpella ambigua</i> (Okamura) Prud'homme & Lokhorst | - | + | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - |
| Codiaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Codium decorticatum</i> (Woodw.) M. Howe | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Codium isthmocladum</i> Vickers | + | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - |
| Halimedaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Halimeda opuntia</i> (L.) J.V. Lamour. | - | - | - | + | + | + | - | - | - | + | - | + |
| <i>Halimeda</i> sp. | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Udoteaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Udotea flabellum</i> (J. Ellis & Sol.) J.V. Lamour. | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | + |
| Cladophorales | | | | | | | | | | | | |
| Anadyomenaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Anadyomene stellata</i> (Wulfen in Jacq.) C. Agardh | - | - | - | + | - | - | - | - | - | + | + | - |
| Cladophoraceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kütz. | + | + | + | - | + | + | + | + | - | - | + | + |
| <i>Chaetomorpha antennina</i> (Bory) Kütz. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - |
| <i>Chaetomorpha gracilis</i> Kütz. | - | + | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - |
| <i>Cladophora dalmatica</i> Kütz. | - | - | - | - | - | - | + | - | + | + | - | + |
| <i>Cladophora prolifera</i> (Roth) Kütz. | - | - | + | - | - | - | - | - | - | + | + | - |
| <i>Cladophora vagabunda</i> (L.) C. Hoek | - | - | + | + | - | - | + | - | - | - | + | + |
| <i>Cladophora</i> sp. | - | - | - | - | - | - | + | + | - | - | - | + |
| Siphonocladales | | | | | | | | | | | | |
| Boodleaceae | | | | | | | | | | | | |

Continua

Tabela 2. Continuação

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Cladophoropsis membranacea</i> (C. Agardh) Børgesen | + | + | + | - | + | + | - | - | - | - | + | - |
| <i>Chamaedoris peniculum</i> (J. Ellis & Solander) Kuntze | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Phyllocladion anastomosans</i> (Harv.) F. Brand | - | - | - | - | - | - | + | - | + | | - | + |
| Siphonocladaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Dictyosphaeria versluysii</i> Weber Bosse | - | - | - | + | - | + | - | - | - | + | + | + |
| Valoniaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Valonia aegagropila</i> C. Agardh | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + |
| Ulvales | | | | | | | | | | | | |
| Ulvaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ulva fasciata</i> Delile | + | + | + | + | + | + | - | + | + | + | + | - |
| <i>Ulva lactuca</i> L. | + | + | + | - | + | - | - | + | + | + | + | + |
| <i>Ulva</i> sp. | + | + | + | - | + | - | + | + | + | + | + | - |
| Heterokontophyta | | | | | | | | | | | | |
| Dictyotales | | | | | | | | | | | | |
| Dictyotaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Canistrocarpus cervicornis</i> (Kütz.) De Paula & De Clerck | + | - | + | + | - | + | - | - | - | - | - | - |
| <i>Dictyopteris delicatula</i> J.V. Lamour. | + | + | - | + | + | + | + | + | + | + | - | - |
| <i>Dictyopteris justii</i> J.V. Lamour. | + | - | - | - | - | + | + | + | - | - | - | - |
| <i>Dictyopteris</i> sp. | + | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - |
| <i>Dictyota bartayresiana</i> J.V. Lamour. | + | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | + |
| <i>Dictyota ciliolata</i> Sond. ex Kütz. | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Dictyota menstrualis</i> (Hoyt) Schnetter, Hörnig & Weber-Peukert | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - |
| <i>Dictyota</i> sp. | + | - | - | + | - | - | + | - | - | + | + | - |
| <i>Lobophora variegata</i> (J.V. Lamour.) Womersley ex. E.C. Oliveira | + | - | - | + | - | + | + | - | - | + | - | - |
| <i>Padina antillarum</i> (Kütz.) Picc. | - | - | + | + | - | - | - | + | - | - | + | + |
| <i>Padina boergeseni</i> Allender & Kraft | - | + | - | - | - | + | - | - | - | + | - | - |
| <i>Padina gymnospora</i> (Kütz) Sond. | + | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - |
| <i>Padina</i> sp. | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - |
| <i>Spatoglossum schroederi</i> (C. Agardh) Kütz. | - | + | + | + | - | + | + | - | + | + | - | - |
| Fucales | | | | | | | | | | | | |
| Sargassaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sargassum polyceratium</i> Mont. | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | + |
| <i>Sargassum vulgare</i> | + | - | - | + | + | - | + | + | - | + | + | - |
| <i>Sargassum</i> sp. | - | + | - | - | - | + | - | - | + | - | - | - |
| Ectocarpales | | | | | | | | | | | | |
| Scytosiphonaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Colpomenia sinuosa</i> (Roth) Derbès & Solier | - | - | - | + | - | + | - | - | - | + | - | - |

Continua

Tabela 2. Continuação

| RHODOPHYTA | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ceramiales | | | | | | | | | | | | |
| Ceramiaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Centroceras clavulatum</i> (C. Agardh in Kunth) Mont. in Durieu | + | + | + | - | + | + | + | + | - | + | + | + |
| <i>Ceramium brevizonatum</i> H.E. Petersen | - | - | - | - | + | + | + | - | - | - | - | - |
| <i>Ceramium dawsonii</i> A.B. Joly | - | + | - | - | + | - | - | - | - | - | + | - |
| <i>Ceramium diaphanum</i> (Lightf.) Roth | + | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - |
| <i>Ceramium luetzelburgii</i> O.C. Schmidt | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | + |
| <i>Ceramium nitens</i> (C. Agardh) J. Agardh | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | + |
| <i>Ceramium tenerrimum</i> (G. Martens) Okamura | + | - | - | - | + | - | + | - | - | - | - | - |
| <i>Ceramium</i> sp. | - | - | - | - | - | - | - | + | - | + | - | + |
| <i>Dohrniella antillarum</i> (W.R. Taylor) Feldm.-Maz. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - |
| <i>Gayliella transversalis</i> (Collins & Herv.) T.O. Cho & Fredercq in Cho et al. | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - |
| <i>Dictyurus occidentalis</i> J. Agardh | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - |
| Rhodomelaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Acanthophora spicifera</i> (Vahl) Børgesen | - | - | - | + | + | + | - | - | - | + | + | + |
| <i>Amansia multifida</i> J.V. Lamour. | - | - | - | - | - | + | + | + | + | + | - | - |
| <i>Bryothamnion seaforthii</i> (Turner) Kütz. | + | + | - | + | - | + | + | + | + | + | - | - |
| <i>Bryothamnion triquetrum</i> (S.G. Gmel.) M. Howe | - | - | - | + | - | - | - | + | + | + | - | + |
| <i>Digenea simplex</i> (Wulfen) C. Agardh | - | - | - | + | - | - | - | - | - | + | - | - |
| <i>Enantiocladia duperreyi</i> (C. Agardh) Falkenb. | + | + | - | - | - | + | + | + | + | + | - | + |
| <i>Herposiphonia secunda</i> (C. Agardh) Ambronn | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - |
| <i>Herposiphonia tenella</i> (C. Agardh) Ambronn | + | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Herposiphonia</i> sp. | + | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - |
| <i>Laurencia dendroidea</i> | - | + | - | + | + | + | - | - | - | + | + | + |
| <i>Osmundaria obtusiloba</i> (C. Agardh) R.E. Norris | + | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - |
| <i>Palisada perforata</i> (Bory) K.W. Nam | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| <i>Polysiphonia</i> sp. | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - |
| Spyridiaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Spyridia clavata</i> Kütz. | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - |
| Wrangeliaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Griffithsia schousboei</i> Mont. in Webb | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - |
| <i>Haloplegma duperreyi</i> Mont. | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - |

Continua

Tabela 2. Continuação

| | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Colaconematales | | | | | | | | | | | | |
| Colaconemataceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Colaconema hallandicum</i> (Kylin) Afonso-Carr., Sangril & Díaz-Villa | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - |
| Corallinales | | | | | | | | | | | | |
| Corallinaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Amphiroa anastomosans</i> Weber Bosse | - | - | - | + | - | + | - | - | - | - | - | - |
| <i>Amphiroa fragilissima</i> (L.) J.V. Lamour. | + | + | - | + | - | + | + | - | + | + | + | - |
| <i>Amphiroa</i> sp. | - | - | - | + | - | + | - | - | - | - | - | - |
| <i>Corallina officinalis</i> L. | - | - | - | - | - | - | + | + | + | - | - | - |
| <i>Corallina</i> sp. | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Jania subulata</i> (J. Ellis & Sol.) Sond | - | - | + | + | - | + | - | - | - | + | + | + |
| <i>Jania adhaerens</i> J.V. Lamour. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - | + |
| Erythropeltidales | | | | | | | | | | | | |
| Erythrotrichiaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillwyn) J. Agardh | + | - | - | - | + | - | - | + | - | - | - | + |
| Gelidiales | | | | | | | | | | | | |
| Gelidiaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Gelidium pusillum</i> (Stackh.) Le Jol. | + | + | + | - | + | - | + | + | + | + | + | + |
| Gelidiellaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Gelidiella acerosa</i> (Forssk.) Feldmann & Hamel | + | + | - | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| <i>Pterocladia capillacea</i> (S.G. Gmel.) Santel. & Hommers. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - |
| Gigartinales | | | | | | | | | | | | |
| Cystocloniaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen in Jac.) J.V. Lamour. | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| <i>Hypnea spinella</i> (C. Agardh) Kütz. | + | + | + | - | + | + | - | + | - | + | - | + |
| Endocladaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chondracanthus acicularis</i> (Roth) Fredericq in Hommersand <i>et al.</i> | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | - |
| Solieriaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Meristotheca echinocarpa</i> (Aresch.) E.J. Faye & Masuda in E.J. Faye <i>et al.</i> | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - |
| <i>Solieria filiformis</i> (Kütz.) P.W. Gabrielson | - | - | - | - | - | + | - | + | + | - | - | - |
| Gracilariales | | | | | | | | | | | | |
| Gracilariaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Gracilaria cervicornis</i> (Turner) J. Agardh | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Gracilaria domingensis</i> (Kütz.) Sond. ex Dickie | - | - | - | - | + | + | + | - | - | + | - | + |
| <i>Gracilaria mammillaris</i> (Mont.) M. Howe | - | + | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - |

Continua

Tabela 2. Continuação

| | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Gracilaria</i> sp. | - | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | - |
| <i>Hydropuntia cornea</i> (J. Agardh) M.J. Wynne | - | + | + | + | - | + | + | - | - | + | - | + |
| Halymeniales | | | | | | | | | | | | |
| Halymeniaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cryptonemia crenulata</i> (J. Agardh) J. Agardh | + | + | - | + | - | + | + | + | + | + | - | - |
| <i>Cryptonemia seminervis</i> (C. Agardh) J. Agardh | - | + | + | + | + | + | - | + | + | + | - | - |
| <i>Grateloupia cuneifolia</i> J. Agardh | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Halymenia floresii</i> (Clemente) C. Agardh | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - |
| <i>Halymenia brasiliiana</i> S.M. Guim & M.T. Fujii | + | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - |
| <i>Halymenia</i> sp. | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - |
| Sebdeniales | | | | | | | | | | | | |
| Sebdeniaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sebdenia flabellata</i> (J. Agardh) P.G. Parkinson | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Nemaliales | | | | | | | | | | | | |
| Galaxauraceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Dichotomaria marginata</i> (J. Ellis & Sol.) Lam. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + |
| <i>Tricleocarpa cylindrica</i> (J. Ellis & Sol.) Huisman & Borow | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - |
| <i>Tricleocarpa fragilis</i> (L.) Huisman & R.A. Towns. | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - |
| Rhodymeniales | | | | | | | | | | | | |
| Lomentariaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ceratodictyon planicaule</i> (W.R. Taylor) W.R. Wynne | + | + | + | + | - | + | + | + | + | + | + | + |
| Rhodymeniaceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Botryocladia occidentalis</i> (Børgesen) kylin | + | - | - | + | + | + | - | - | - | + | - | - |
| Stylonematales | | | | | | | | | | | | |
| Stylonemataceae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Stylonema alsidii</i> (Zanardini) K.M. Drew | - | - | + | - | + | - | + | + | - | + | + | + |

Presença (+) Ausência (-)

ANEXO

NORMAS GERAIS PARA PUBLICAÇÃO DE ARTIGO

Acta Botanica Brasilica – Normas gerais para publicação de artigos

A **Acta Botanica Brasilica** (**Acta bot. bras.**) publica artigos originais, comunicações curtas e artigos de revisão, estes últimos apenas a convite do Corpo Editorial. Os artigos são publicados em Português, Espanhol e Inglês e devem ser motivados por uma pergunta central que mostre a originalidade e o potencial interesse dos mesmos aos leitores nacionais e internacionais da Revista. A Revista possui um espectro amplo, abrangendo todas as áreas da Botânica. Os artigos submetidos à *Acta bot.bras.* devem ser inéditos, sendo vedada a apresentação simultânea em outro periódico.

Sumário do Processo de Submissão. Manuscritos deverão ser submetidos por um dos autores, em português, inglês ou espanhol. Para facilitar a rápida publicação e minimizar os custos administrativos, a *Acta Botanica Brasilica* aceita somente Submissões **On-line**. **Não envie documentos impressos pelo correio.** O processo de submissão on-line é compatível com os navegadores Internet Explorer versão 3.0 ou superior, Netscape Navigator e Mozilla Firefox. Outros navegadores não foram testados.

O autor da submissão será o responsável pelo manuscrito no envio eletrônico e por todo o acompanhamento do processo de avaliação.

Figuras e tabelas deverão ser organizadas em arquivos que serão submetidos separadamente, como documentos suplementares. Documentos suplementares de qualquer outro tipo, como filmes, animações, ou arquivos de dados originais, poderão ser submetidos como parte da publicação.

Se você estiver usando o sistema de submissão on-line pela primeira vez, vá para a página de 'Cadastro' e registre-se, criando um 'login' e 'senha'. Se você está realmente registrado, mas esqueceu seus dados e não tem como acessar o sistema, clique em 'Esqueceu sua senha'.

O processo de submissão on-line é fácil e auto-explicativo. São apenas 5 (cinco) passos. Tutorial do processo de submissão pode ser obtido em <http://www.botanica.org.br/ojs/public/tutorialautores.pdf>. Se você tiver problemas de acesso ao sistema, cadastro ou envio de manuscrito (documentos principal e suplementares), por favor, entre em contato com o nosso Suporte Técnico.

Custos de publicação. O artigo terá publicação gratuita, se pelo menos um dos autores do manuscrito **for associado da SBB, quite com o exercício correspondente ao ano de publicação**, e desde que o número de páginas impressas (editadas em programa de editoração eletrônica) não ultrapasse o limite máximo de 14 páginas (incluindo figuras e tabelas). Para cada página excedente assim impressa, será cobrado o valor de R\$ 35,00. A critério do Corpo Editorial, mediante entendimentos prévios, artigos mais extensos que o limite poderão ser aceitos, **sendo o excedente de páginas impressas custeado pelo(s)**

autor(es). Aos autores não-associados ou associados em atraso com as anuidades, serão cobrados os custos da publicação por página impressa (R\$ 35,00 por página), a serem pagos quando da solicitação de leitura de prova editorada, para correção dos autores. No caso de submissão de figuras coloridas, **as despesas de impressão a cores serão repassadas aos autores (associados ou não-associados)**, a um custo de R\$ 600,00 reais a página impressa.

Seguindo a política do Open Access do Public Knowledge Project, assim que publicados, os autores receberão a URL que dará acesso ao arquivo em formato Adobe® PDF (Portable Document Format). Os autores não mais receberão cópias impressas do seu manuscrito publicado.

Publicação e processo de avaliação. Durante o processo de submissão, os autores deverão enviar uma carta de submissão (como um documento suplementar), explicando o motivo de publicar na Revista, a importância do seu trabalho para o contexto de sua área e a relevância científica do mesmo. Os manuscritos submetidos serão enviados para assessores, a menos que não se enquadrem no escopo da Revista. Os manuscritos serão sempre avaliados por dois especialistas que terão a tarefa de fornecer um parecer, tão logo quanto possível. Um terceiro assessor será consultado caso seja necessário. Os assessores não serão obrigados a assinar os seus relatórios de avaliação, mas serão convidados a fazê-lo. O autor responsável pela submissão poderá acompanhar o progresso de avaliação do seu manuscrito, a qualquer tempo, **desde que esteja logado no sistema da Revista.**

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 subsequentes. 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⁻¹, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, mg L⁻¹. 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 exsiccatas.

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.*

Chaves de identificação deverão ser, preferencialmente, indentadas. Nomes de autores de táxons não deverão aparecer. Os táxons da chave, se tratados no texto, deverão ser numerados seguindo a ordem alfabética. Exemplo:

1. 1. Plantas terrestres
2. 2. Folhas orbiculares, mais de 10 cm diâm.2. *S. orbicularis*
2. Folhas sagitadas, menos de 8 cm compr. 4. *S. sagittalis*

1. 1. 1. Plantas aquáticas
2. 3. Flores brancas 1. *S. albicans*
3. 3. Flores vermelhas 3. *S. purpurea*

O tratamento taxonômico no texto deverá reservar o itálico e o negrito simultâneos apenas para os nomes de táxons válidos. Basiônimo e sinonímia aparecerão apenas em itálico. Autores de nomes científicos deverão ser citados de forma abreviada, de acordo com o índice taxonômico do grupo em pauta (Brummit & Powell 1992 para Fanerógamas).

Exemplo:

1. *Sepulveda albicans* L., Sp. pl. 2: 25. 1753.

Pertencia albicans Sw., Fl. bras. 4: 37, t. 23, f. 5. 1870.

Fig. 1-12

Subdivisões dentro de Material e métodos ou de Resultados e/ou Discussão deverão ser grafadas com a primeira letra em maiúsculo, seguida de um traço (-) e do texto na mesma linha.

Exemplo: Área de estudo - localiza-se ...

2. DOCUMENTOS SUPLEMENTARES

2.1. Carta de submissão. Deverá ser enviada como um arquivo separado. Use a carta de submissão para explicitar o motivo da escolha da Acta Botanica Brasilica, a importância do seu trabalho para o contexto de sua área e a relevância científica do mesmo.

2.2. Figuras. Todas as figuras apresentadas deverão, obrigatoriamente, ter chamada no texto. Todas as imagens (ilustrações, fotografias, eletromicrografias e gráficos) são consideradas como 'figuras'. **Figuras coloridas poderão ser aceitas, a critério do Corpo Editorial, que deverá ser previamente consultado. O(s) autor(es) deverão se responsabilizar pelos custos de impressão.**

Não envie figuras com legendas na base das mesmas. **As legendas deverão ser enviadas**

no final do documento principal.

As figuras deverão ser referidas no texto com a primeira letra em maiúsculo, de forma abreviada e sem plural (Fig.1, por exemplo).

As figuras deverão ser numeradas seqüencialmente, com algarismos arábicos, colocados no canto inferior direito. Na editoração final, a largura máxima das figuras será de: 175 mm, para duas colunas, e de 82 mm, para uma coluna.

Cada figura deverá ser editada para minimizar as áreas com espaços em branco, otimizando o tamanho final da ilustração.

Escalas das figuras deverão ser fornecidas com os valores apropriados e deverão fazer parte da própria figura (inseridas com o uso de um editor de imagens, como o Adobe[®] Photoshop, por exemplo), sendo posicionadas no canto inferior esquerdo, sempre que possível. Ilustrações em preto e branco deverão ser fornecidas com aproximadamente 300 dpi de resolução, em formato TIF. Ilustrações mais detalhadas, como ilustrações botânicas ou zoológicas, deverão ser fornecidas com resoluções de, pelo menos, 600 dpi, em formato TIF. Para fotografias (em preto e branco ou coloridas) e eletromicrografias, forneça imagens em formato TIF, com pelo menos, 300 dpi (ou 600 dpi se as imagens forem uma mistura de fotografias e ilustrações em preto e branco). Contudo, atenção! Como na editoração final dos trabalhos, **o tamanho útil destinado a uma figura de largura de página (duas colunas) é de 170 mm, para uma resolução de 300 dpi, a largura das figuras não deverá exceder os 2000 pixels. Para figuras de uma coluna (82 mm de largura), a largura máxima das figuras (para 300 dpi), não deverá exceder 970 pixels.** Não fornecer imagens em arquivos Microsoft[®] PowerPoint, geralmente geradas com baixa resolução, nem inseridas em arquivos DOC. Arquivos contendo imagens em formato Adobe[®] PDF não serão aceitos. Figuras deverão ser fornecidas como arquivos separados (documentos suplementares), não incluídas no texto do trabalho. As imagens que não contiverem cor deverão ser salvas como 'grayscale', sem qualquer tipo de camada ('layer'), como as geradas no Adobe[®] Photoshop, por exemplo. Estes arquivos ocupam até 10 vezes mais espaço que os arquivos TIF e JPG. A *Acta Botanica Brasilica* não aceitará figuras submetidas no formato GIF ou comprimidas em arquivos do tipo RAR ou ZIP. Se as figuras no formato TIF forem um obstáculo para os autores, por seu tamanho muito elevado, estas poderão ser convertidas para o formato JPG, antes da sua submissão, resultando em uma significativa redução no tamanho. Entretanto, não se esqueça que a compressão no formato JPG poderá causar prejuízos na qualidade das imagens. Assim, é recomendado que os arquivos JPG sejam salvos nas qualidades 'Máxima' (Maximum). O tipo de fonte nos textos das figuras deverá ser o Times New Roman. Textos deverão ser legíveis. Abreviaturas nas figuras (sempre em minúsculas) deverão ser citadas nas legendas e fazer parte da própria figura, inseridas com o uso de um editor de imagens (Adobe[®] Photoshop, por exemplo). Não use abreviaturas, escalas ou sinais (setas, asteriscos), sobre as figuras, como "caixas de texto" do Microsoft[®] Word. **Recomenda-se a criação de uma única estampa**, contendo várias figuras reunidas, numa largura máxima de 175 milímetros (duas colunas) e altura máxima de 235 mm (página inteira). No caso de estampa, a letra indicadora de cada figura deverá estar posicionada no canto inferior direito. Inclua "A" e "B" para distingui-las, colocando na legenda, Fig. 1A, Fig. 1B e assim por diante. Não use bordas de qualquer tipo ao redor das figuras. É responsabilidade dos autores obter permissão para reproduzir figuras ou tabelas que tenham sido previamente

publicadas.**2.3. Tabelas.** As tabelas deverão ser referidas no texto com a primeira letra em maiúsculo, de forma abreviada e sem plural (Tab. 1, por exemplo). **Todas as tabelas apresentadas deverão, obrigatoriamente, ter chamada no texto.** As tabelas deverão ser seqüencialmente numeradas, em arábico (Tabela 1, 2, 3, etc; não abrevie), com numeração independente das figuras. O título das tabelas deverá estar acima das mesmas. Tabelas deverão ser formatadas usando as ferramentas de criação de tabelas ('Tabela') do Microsoft® Word. Colunas e linhas da tabela deverão ser visíveis, optando-se por usar linhas pretas que serão removidas no processo de edição final. Não utilize padrões, tons de cinza, nem qualquer tipo de cor nas tabelas. Dados mais extensos poderão ser enviados como documentos suplementares, os quais estarão disponíveis como links para consulta pelo público. Mais detalhes poderão ser consultados nos últimos números da Revista