

## MACROALGAS COMO INDICADORAS DA QUALIDADE AMBIENTAL DA PRAIA DE PIEDADE – PE

GLAUBER SANTANA DE SOUSA<sup>1</sup>

ADILMA DE LOURDES MONTENEGRO COCENTINO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco

Recebido: 09/12/2003

Aceito: 09/06/2004

### RESUMO

Estudos sobre as macroalgas como indicadoras das condições ambientais da praia de Piedade, Jaboatão dos Guararapes, PE, foram realizados em setembro e outubro de 2001. Foram demarcadas duas estações em região recifal, cada uma com 4 áreas de coleta. As algas foram retiradas com auxílio de uma espátula sendo acondicionadas em sacos plásticos, também coletou-se amostras para a determinação da biomassa através do uso de um quadrado (20 x 20cm). Amostras da água foram coletadas para determinação dos dados de temperatura, salinidade, pH e nutrientes. A análise hidrológica registrou teores normais para áreas costeiras, exceto a salinidade do lençol freático que apresentou valores muito baixos. Identificou-se 29 espécies de macroalgas, com representantes de todas as divisões. Contudo, na biomassa, destacaram-se as clorofíceas, principalmente *Enteromorpha flexuosa*, *Enteromorpha lingulata*, *Ulva fasciata* e *Ulva lactuca* que caracterizam ambientes estressados. A biomassa média geral da estação 1 (9,15g.m<sup>-2</sup>) foi menos de 1/3 do que a biomassa média da estação 2 (34,4g.m<sup>-2</sup>), entretanto a análise de variância não apresentou diferenças significativas entre as estações e áreas coletadas, apenas a estação 1 apresentou nível significativo entre os diferentes dias de coletas. Contudo, a análise de agrupamentos evidenciou dois grupos de datas e dois conjuntos de amostras com base na biomassa. A menor biomassa na estação 1, se deve a sua maior vulnerabilidade a ações estressantes. Os principais impactos antropogênicos observados foram devido a alta concentração urbana que tem gerado um *imput* de matéria orgânica na área, sendo necessárias medidas que visem minimizar este impacto.

**Palavras chave:** Macroalgas, bioindicadores, impactos, Praia de Piedade, Pernambuco

### ABSTRACT

Macroalgae as bioindicators of environmental quality were studied at Piedade beach, Jaboatão dos Guararapes, PE, from September to October/2001. Two stations on a reef area were sampled, each one with four collections area. The algae were collected with a spatula and packed in plastic bags. Algae collections for biomass were also carried out using a square (20x20cm). Water samples for temperature, salinity, pH and nutrients were also obtained. The hydrological analyses showed normal levels to coastal areas, except the salinity of the ground water which presented very low values. It was identified 29 macroalgae species with representatives of all divisions. In terms of biomass outranked the green algae, mainly *Enteromorpha flexuosa*, *Enteromorpha lingulata*, *Ulva fasciata* and *Ulva lactuca* which indicate stressed environment. The average biomass of station 1 (9.15g.m<sup>-2</sup>) was less than 1/3 of the station 2 (34.4g.m<sup>-2</sup>), although the analyses of variance didn't present significant differences among stations, areas and dates, although station 1 presented

significant difference among dates. Cluster analyses showed two groups of dates and two groups of samples based on biomass. The lower biomass in station 1 is due to its higher vulnerability to stress. The main anthropogenic impacts were caused by high urban concentration which cause a high input of organic matter, being necessary a management program to minimize these impacts.

**Key words:** Macroalgae, bioindicadores, impacts, Piedade Beach, Pernambuco

## INTRODUÇÃO

As macroalgas marinhas, representadas pelas rodofíceas, feofíceas e clorofíceas, durante seu curso evolutivo, desenvolveram grande variedade anatômica e complexidade morfológica. Embora muitas sejam restritas a uma porção relativamente pequena dos oceanos do mundo, elas são importantes contribuintes para os sistemas marinhos por apresentarem alta produtividade primária costeira, devido à sua biomassa concentrada, além de desempenharem um papel fundamental na cadeia alimentar (LITTLER; LITTLER, 1984).

Do ponto de vista econômico, constituem importantes recursos sendo utilizadas para alimentação de homens e animais, além de servirem como matéria-prima para indústrias de diversos setores, através dos ficocolóides como as agaranas, carragenanas e alginatos (OLIVEIRA FILHO, 1998). As algas marinhas bentônicas crescem sobre os mais diferentes substratos, porém os recifes constituem um dos melhores habitats para o desenvolvimento de uma flora algal diversificada (BERNER, 1990).

O litoral de Pernambuco, com aproximadamente 187km de extensão, caracteriza-se pela presença de recifes de arenito (beachrock). Esses recifes são afloramentos marinhos que formam cordões paralelos à costa, sendo diques naturais, que nem sempre estão emersos durante a baixa-mar. Resultam da consolidação ou litificação da areia da praia por cimentação calcárea ou ferruginosa, processos esses relacionados com a tectônica do fundo marinho e a subsequente diminuição do nível da água do mar; são constituídos essencialmente por quartzo e bioclastos, principalmente de moluscos e algas (KEMPF, 1970).

Muitos destes recifes constituem o principal substrato duro para fixação de algas bentônicas, como também de uma fauna associada bastante diversificada, sendo então um ecossistema com fortes interações ecológicas.

As regiões costeiras e seus recifes associados são susceptíveis a impactos antropogênicos, devido à grande concentração populacional e às atividades econômicas, incluindo os complexos portuários, o turismo e o lazer. Esses fatores podem causar mudanças nas comunidades de algas e fauna associada, que são sensíveis às modificações introduzidas pelo homem (ORTEGA, 2000).

Os oceanos têm uma grande, porém finita, capacidade para assimilarem resíduos, sem aparente degradação da qualidade da água. Entretanto, esta capacidade pode ser esgotada se os processos de mistura não forem suficientes para diluir ou dispersar os resíduos. Isso cria problemas locais na qualidade da água e provoca perturbações biológicas (SUMICH, 1992 *apud* FLEURY, 1999).

O lançamento de resíduos no ambiente marinho além de ser geralmente pontual, isto é, concentrado em determinadas regiões, normalmente é feito nas partes rasas da zona costeira, onde a circulação não permite sua distribuição até a condição de diluição infinita esperada. Durante os últimos vinte anos, até o oceano aberto começou a receber despejos em escala crescente, apesar das zonas costeiras continuarem a ser destino predominantemente das grandes quantidades de contaminantes de emissários submarinos dos rios e da drenagem das terras costeiras (FLEURY, 1999).

Dentre os fatores que mais contribuem para a diminuição da biodiversidade marinha, destaca-se a poluição ocasionada por lançamentos de poluentes caseiros ou industriais diretamente nas praias ou via cursos d'água costeiros para o meio marinho e pela movimentação de embarcações junto à costa. Esta poluição é frequentemente agravada pela destruição das áreas de manguezais, limitadas hoje a cerca de 50% de sua extensão natural, os quais atuam como filtros e zonas de depuração na região de contato entre os ecossistemas terrestres e os marinhos (VITOUSEK *et al.*, 1997 *apud* OLIVEIRA *et al.*, 1999).

De uma maneira geral, o reconhecimento da poluição depende, inicialmente, da observação ambiental ou dos danos biológicos, que conduz à identificação dos agentes tóxicos ou das circunstâncias que contribuem para a ocorrência deste problema (FLEURY, 1999).

O lançamento massivo de restos orgânicos nas áreas costeiras com baixas taxas de troca de água pode estimular o crescimento de algas, de forma que quantidades excessivas de fitoplâncton e/ou macrófitas podem causar problemas biológicos, estéticos ou recreacionais. O crescimento excessivo de plantas e biomassas acima do normal em resposta ao excesso de nutrientes chama-se eutrofização (LOBBAN; HARRISON, 1994).

Os organismos bentônicos são considerados excelentes indicadores para avaliar os efeitos da poluição sobre a biota aquática. Estes organismos preenchem os requisitos estabelecidos para monitores biológicos: ter ampla distribuição, ser fixo, de fácil coleta, ser exposto a poluentes orgânicos e apresentar biomassa suficiente para detecção de modificações em um determinado ecossistema (NEW, 1995).

Atualmente, as macroalgas marinhas têm sido usadas como indicadoras de poluição orgânica pela sua ampla distribuição, tamanho, capacidade de acumular metais e indicar áreas eutrofizadas, quando se tornam elas próprias agentes poluentes. São uma possível ferramenta de monitoramento a auxiliar os planos de gestão ambiental e, por razões práticas, as espécies normalmente utilizadas pertencem às zonas entre marés. Os organismos que evidenciam a ocorrência de processos de contaminação através do desaparecimento ou aumento significativo de suas populações são chamados de bioindicadores (FLEURY, 1999).

A contaminação de um ecossistema aquático se manifesta nas populações pelo desenvolvimento de dois fenômenos inversos e simultâneos; por uma parte, o surgimento e proliferação de espécies seletivas e, por outra, o desaparecimento de parte ou de toda população original do meio. Para determinar a qualidade biológica da água pode-se utilizar as populações como marco de referência, onde a presença ou ausência dos organismos é fundamental; ou verificar a existência de organismos indicadores ou característicos de algum tipo de contaminação (ORTEGA, 2000).

O uso das macroalgas como indicadoras da qualidade ambiental foi aplicado à praia de Piedade, um bairro residencial do município de Jaboatão dos Guararapes, ao sul da cidade do Recife. Nesse bairro, existe uma alta densidade populacional e presença de muitos hotéis, recebendo um grande aporte de moradores, comerciantes e turistas que contribuem com a degradação do ecossistema, sendo necessário avaliar a condição desta área, caracterizada por faixa recifal próxima à praia.

Desta forma, foi desenvolvida a presente pesquisa que avalia a qualidade ambiental da praia de Piedade em Jaboatão dos Guararapes-PE, através do estudo das macroalgas, como indicadoras da qualidade ambiental, onde se identificou as espécies de macroalgas encontradas nos recifes da praia de Piedade; relacionou-se a ocorrência destas espécies com as condições ambientais consideradas; quantificou-se a biomassa das algas por unidade de área; e, verificou-se e quantificou-se os impactos antropogênicos observados nos locais de coleta.

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O local de realização deste trabalho situa-se na praia de Piedade - Jaboatão dos Guararapes, início do litoral sul do estado de Pernambuco. Este município possui 234 Km<sup>2</sup>, representando 10,64% da área da região metropolitana do Recife e 0,24% do estado de Pernambuco. Tem por limite ao norte, os municípios de São Lourenço da Mata e Recife; ao sul, o Oceano Atlântico, as cidades do Cabo e Moreno; a leste, o Recife e o Oceano Atlântico e a oeste, o município de Moreno. Seu litoral possui cerca de 9,8 Km, estando localizado entre os paralelos 08<sup>o</sup> 09' 17" S e 08<sup>o</sup> 13' 29" S ao sul da cidade do Recife (COELHO-SANTOS, 1993).

O município é drenado pelo rio Jaboatão, que recebe poluição orgânica oriunda das usinas açucareiras que estão localizadas próximas à sua bacia, e dos esgotos das cidades, vilas e pólos industriais. Sendo assim, as praias deste litoral são atingidas por uma parte não quantificada destes poluentes

(COELHO-SANTOS, 1993). Esta influência se dá não só sobre os componentes químicos da água, mas, também, nas comunidades biológicas ali existentes.

Para Cavalcanti e Kempf (1967-69) a área estudada situa-se na faixa de clima Tropical Atlântico, com temperatura média do ar próxima a 26<sup>o</sup>C, apresentando variações médias anuais de apenas 2,7<sup>o</sup>C. A precipitação média anual é em torno de 1.720mm, com precipitações abaixo de 100mm, entre os meses de setembro e fevereiro (período seco) e acima de 100mm, entre os meses de março a agosto (período chuvoso). Na região há predomínio dos ventos alísios, com velocidades que variam de 6,1 a 9,3 nós, vindos do leste no período de outubro a março e do sul/sudeste, no período de abril a setembro.

As praias desse litoral são compostas de areia quartzosa com matéria calcárea de origem orgânica, onde afloram recifes de arenito durante a baixa-mar. Entre esses e a praia, forma-se um estreito canal onde se encontra um fundo de lama de argila terrígena, com uma certa quantidade de areia fina quartzosa e bioderítica, que são trazidas pelos rios através de Barra das Jangadas (KEMPF *et al.*, 1967-69).

A praia de Piedade está situada entre os paralelos 08<sup>o</sup> 09' 17'' e 08<sup>o</sup> 11' 19'' de latitude sul e faz limite norte com a praia de Boa Viagem no município do Recife, possuindo uma extensão de 5,6 Km. Possui duas formações de recifes compostos por um banco de arenito calcário, que se encontra em posição paralela ao litoral, formando uma espécie de proteção natural contra a violência das águas em relação à costa. Esta formação calcária, durante as preamares fica totalmente imersa pelas águas, e durante as baixamares, parcialmente emersa, formando uma pequena lagoa (OTTOMAN *et al.*, 1965/1966) (Fig. 1).

A praia de Piedade possui uma boa infra-estrutura hoteleira, prédios habitacionais, bares e restaurantes, o que a torna um local bastante freqüentado e com grande fluxo turístico. Muitas pessoas concentram-se sobre os recifes para caminhar, tomar sol, estacionar bicicletas e pescar, inclusive quebrando-o para obtenção de iscas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Etapa de Campo

O material foi coletado quinzenalmente, durante as baixa-mares de sizígia dos meses de setembro e outubro de 2001. Foram demarcadas duas estações de coleta com cerca de 400m<sup>2</sup> cada, em área de recife na praia de Piedade.

A estação 1 caracteriza-se por apresentar uma superfície mais baixa, sendo uma área mais pisoteada e também muito utilizada para estacionamento de bicicletas de freqüentadores do local. Já a estação 2 é um pouco mais alta, possui trechos mais irregulares com formação de poças e penetra mais mar a dentro; sua área próxima à praia é bastante utilizada por pessoas usando cadeiras.

No estudo da biodiversidade, as algas foram retiradas manualmente em vários pontos de cada estação, através de coletas aleatórias, de forma a se obter amostras representativas da área como um todo. Para isso utilizou-se uma espátula para a retirada das algas, sendo as mesmas acondicionadas em sacos plásticos devidamente etiquetados e transportadas até o laboratório.

Foram também coletadas amostras para a determinação da biomassa através do uso de um quadrado com dimensões de 20cm x 20cm, jogado aleatoriamente, sendo em cada estação demarcadas 4 (quatro) áreas de coletas. Essas amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente etiquetados.

A temperatura da água foi obtida simultaneamente *in loco* com auxílio de termômetro de mercúrio graduado em graus centígrados. Para determinação da salinidade foram coletadas amostras da água nas poças recifais, da água do mar adjacente e de fonte de lençol freático que minava junto ao recife mais costeiro (estação 1). Essas amostras foram enviadas ao Laboratório de Química do Departamento de Oceanografia da UFPE para análise através do método Morh-Knudsen, descrito por Strickland e Parsons (1965). Foi coletada, ainda, amostras da água do mar para obtenção do pH (potenciômetro Beckman Zeromatic II), o qual foi analisado pelo Laboratório acima referido.

Registrou-se, também, observações sobre os possíveis agentes que estão causando impactos, através da aplicação de um “check-list”, adaptado para áreas recifais com base em Tommasi (1994), que de forma subjetiva avalia os principais impactos que vem ocorrendo na área de estudo.

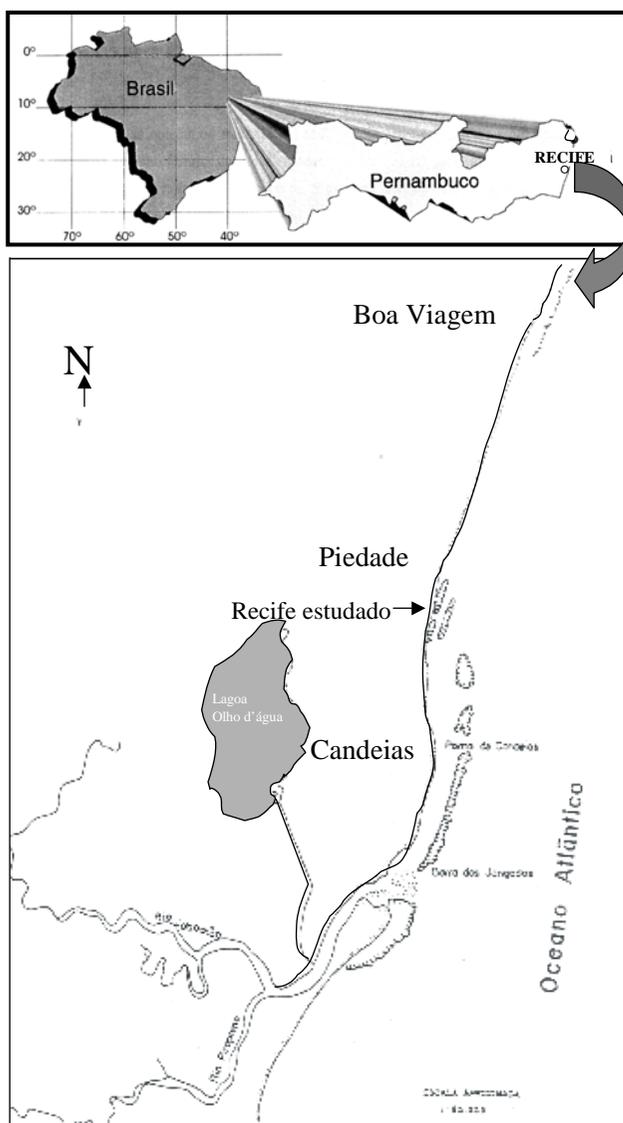


Figura 1– Litoral do município de Jaboatão dos Guararapes, PE, evidenciando área de estudo.

### **Etapa de Laboratório**

As amostras de algas foram transportadas para o Laboratório de Bentos do Departamento de Oceanografia da UFPE. As amostras para análise da biodiversidade foram triadas

preliminarmente e fixadas em formol a 4%, neutralizado com bórax. A identificação taxonômica baseou-se na observação da morfologia externa e interna, utilizando-se estereomicroscópio e microscópio composto, e quando necessário foram realizados cortes à mão livre com lâmina de aço, os quais foram montados em lâminas e lamínulas de vidro com solução de glicerina e água destilada na proporção de 1:1 e lutados com esmalte incolor.

Foram utilizadas bibliografias especializadas para auxiliar na identificação como: Taylor (1960), Joly (1965-67), Pereira (1977), Oliveira Filho (1977), Fujii (1990), Cocentino (1994) e Nunes (1998). A sinopse taxonômica foi baseada em Wyne (1970).

As amostras para determinação da biomassa foram acondicionadas em congelador. Posteriormente, essas amostras foram descongeladas e subseqüentemente lavadas para separação de resíduos de sedimento, de conchas de bivalves utilizadas para fixação ao substrato e epifauna associada. Foi considerada a amostra total sem separação das espécies componentes. Em seguida, cada amostra foi colocada sobre papel de filtro Whatmann numerado e pré-pesado e levada para estufa regulada a 60°C; essa temperatura foi mantida até as algas alcançarem peso constante (máximo de 48h). O peso seco foi medido em balança de precisão.

### Tratamento dos dados

A frequência de ocorrência de cada organismo, baseou-se nas amostras da biomassa, sendo calculada pela fórmula:  $Fo = Ta \cdot 100/TA$ , onde Fo = frequência de ocorrência; Ta = número de amostras em que o táxon ocorreu; TA = número total de amostras.

A biomassa foi transformada para  $m^2$  e foi feita uma análise de variância (ANOVA) fator duplo sem repetição para cada estação, e depois foi feita uma análise com fator único do conjunto das duas estações para verificar se havia diferença significativa entre as amostras a nível de 0,05 de probabilidade. Esse cálculo foi feito com auxílio do programa ESTATISTICA.

Foi realizada também uma análise de agrupamento (cluster analysis) para evidenciar grupos similares entre si com base nos diferentes pontos de coletas e datas. A matriz de dados foi o da biomassa sendo aplicado o índice de correlação momento-produto de Pearson. O método de ligação dos dendrogramas foi o do peso proporcional. Em seguida foi feita uma análise cofenética para verificar o bom ajuste dos dados. Essas análises foram realizadas com o auxílio do programa NTSYS-PC da Metagraphics Corporation – USA.

### Check-list

A metodologia para elaboração do check-list foi adaptada de Tommasi (1994). Nesta tabela, os impactos sobre os indicadores são apresentados em colunas e os seus efeitos, em filas. Cada impacto pode apresentar pesos: 1 (pequeno), 3 (moderado) ou 5 (extremo), estabelecidos subjetivamente, de acordo com a sua importância em relação aos princípios da análise adotados.

Os efeitos dos impactos na comunidade biológica foram também valorados, porém com pontos negativos (-1, -3 e -5) dependendo da sua intensidade ou com zero, quando ausentes. Os resultados da multiplicação dos pesos atribuídos aos impactos pelas notas dos seus efeitos permitiram classificar cada impacto nas seguintes categorias: pequeno (valores -1 e -3); moderado (valores -5 e -9) e extremo (valores -15 e -25). A somatória dos valores dessa multiplicação fornece o índice geral de impacto da área estudada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Dados abióticos

A temperatura da água foi mais elevada nas poças recifais por receberem maior incidência solar em relação ao volume de água. O valor mínimo geral foi de 26<sup>o</sup>C em 03/09/01 para água do mar e o máximo foi de 32,8<sup>o</sup>C em 17/09/01 na poça da estação 2 (Fig. 2). Valores mais elevados da temperatura em poças em áreas recifais têm sido citados por vários autores (LITTER; LITTER, 1984; BERNER, 1990; MUÑOZ, 1997, entre outros) em consequência da falta de renovação da água e de maior incidência luminosa em relação ao volume de água.

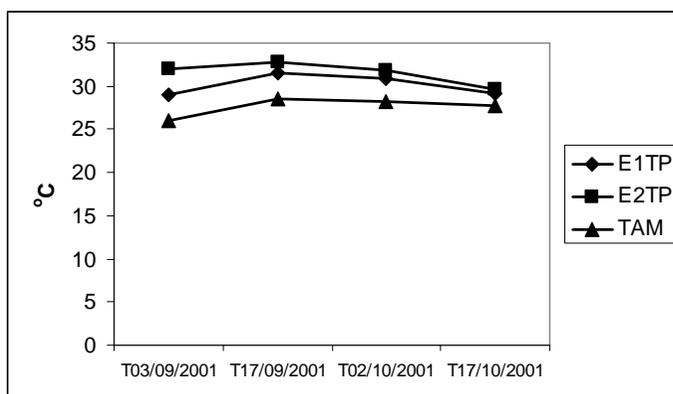


Figura 2 – Temperatura da água na praia de Piedade, Jaboatão dos Guararapes, PE, no período de 03/09 a 17/10/01.

A salinidade da água do mar na área variou de 34,51‰ em 17/10/01 a 36,6‰ em 02/10/01, apresentando de forma geral característica de águas costeiras (Fig. 3). A salinidade nas poças recifais variou de 23,15‰ na estação 1 em 17/09/01 a 36,65‰ na estação 2, nesse mesmo dia. Esse baixo valor em área sujeita a grande evaporação se deve possivelmente à influência do lençol freático nesta estação onde minava água doce em vários pontos (Fig. 3). A análise da salinidade da água coletada num desses pontos (lençol freático) revelou teores variando de 0,08‰ em 02/10/01 a 8,07‰ em 17/09/01 (Fig. 3). Os teores de nutrientes apresentaram os seguintes valores médios para a água do mar: nitrito ( $\text{NO}_2$ ) 0,0291 mol.l<sup>-1</sup>, nitrato ( $\text{NO}_3$ ) 3,5735 mol.l<sup>-1</sup> e fosfato ( $\text{PO}_4$ ) 0,3064 mol.l<sup>-1</sup>. Esses teores são normais para água do mar. A amostra de água coletada no lençol freático para medição dos nutrientes foi perdida durante as análises em laboratório. Entretanto, pensa-se que essa água contenha altos teores de nutrientes, os quais contribuem para o desenvolvimento das macroalgas. O pH apresentou sempre valores alcalinos em torno de 8,4.

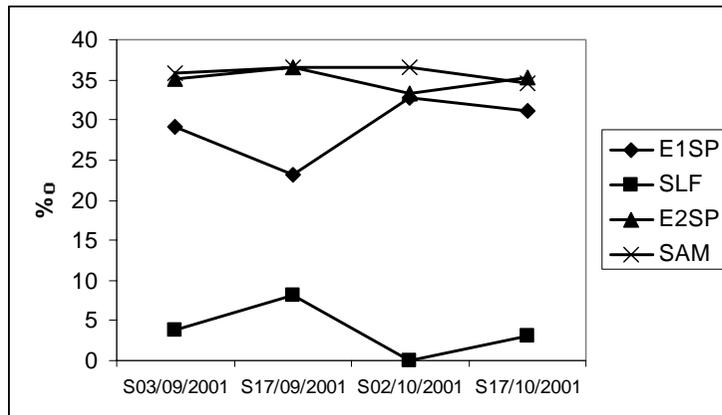


Figura 3 – Salinidade da água na praia de Piedade, Jaboatão dos Guararapes, PE, no período de 03/09 a 17/10/01.

## Macroalgas

### Biodiversidade

Muitos grupos de algas se encontram no litoral, onde os habitats são numerosos e os efeitos antropogênicos são freqüentemente pronunciados (ROUND, 1983).

Considerando as duas estações estudadas, foram identificadas 29 espécies de macroalgas, compreendendo 31% de algas verdes (Chlorophyta), 3% de algas pardas (Phaeophyta) e 66% de algas vermelhas (Rhodophyta). A sinopse taxonômica se encontra na tabela 1.

Como esperado, a Divisão Rhodophyta contribuiu com um maior número de espécies, vale ressaltar que isto só ocorreu porque na amostragem considerou-se a região lateral mais voltada para o mar da estação 2, onde há um batimento constante de ondas com uma maior circulação de água. Se fosse considerada apenas a parte superficial do recife, este número cairia bastante, indicando uma área estressada, uma vez que na estação 1 (mais impactada) só foram registradas algas da Divisão Chlorophyta; na estação 2 as rodofíceas se distribuíam em uma faixa estreita mais próxima do mar ou em poças irregulares.

Tabela 1 – Sinopse dos taxa de macroalgas da Praia de Piedade, Jaboatão dos Guararapes, PE, no período de 03/09 a 17/10/01.

---

### DIVISÃO CHLOROPHYTA

Ordem Ulvales

Família Ulvaceae

Gênero *Enteromorpha* Link in Nees, 1820

*Enteromorpha flexuosa* (Wulfen) J. Agardh

*Enteromorpha linguata* J. Agardh

Gênero *Ulva* L., 1753

*Ulva fasciata* Delile

*Ulva lactuca* L.

Ordem Cladophorales

Família Cladophoraceae

Continua...

Tabela 1 – Sinopse dos taxa de macroalgas da Praia de Piedade, Jaboatão dos Guararapes, PE, no período de 03/09 a 17/10/01. Continuação.

---

### **DIVISÃO CHLOROPHYTA**

Gênero *Chaetomorpha* Kütz, 1845

*Chaetomorpha aerea* (Dillwyn) Kütz

Gênero *Cladophora* Kütz, 1843

*Cladophora* sp.

Ordem Bryopsidales

Família Bryopsidaceae

Gênero *Bryopsis* J. V. Lamour., 1809.

*Bryopsis pennata* J. V. Lamour

Família Caulerpaceae

Gênero *Caulerpa* J. V. Lamour, 1809

*Caulerpa mexicana* Sond. ex Kütz

*Caulerpa sertularioides* (S. G. Gmel.) M. Howe

### **DIVISÃO PHAEOPHYTA**

Ordem Dictyotales

Família Dictyotaceae

Gênero *Dictyopteris* J. V. Lamour, 1809

*Dictyopteris delicatula* J. V. Lamour

### **DIVISÃO RHODOPHYTA**

Ordem Gelidiales

Família Gelidiaceae

Gênero *Gelidium* J. V. Lamour, 1813

*Gelidium* sp.

Ordem Gigartinales

Família Gigartinaceae

Gênero *Condracanthus* Kütz, 1843

*Condracanthus acicularis* (Roth) Fredericq

Família Hypneaceae

Gênero *Hypnea* J. V. Lamour, 1813

*Hypnea musciformis* (Wulfen in Jacqu.) J. V. Lamour

Ordem Halymeniales

Família Halymeniaceae

Gênero *Cryptonemia* J. Agardh, 1842

*Cryptonemia crenulata* (J. Agardh) J. Agardh

*Cryptonemia seminervis* (C. Agardh) J. Agardh

Ordem Gracilariales

Família Gracilariaceae

Gênero *Gracilaria* Grev., 1830

*Gracilaria cervicornis* (Turner) J. Agardh

*Gracilaria cuneata* Aresch

*Gracilaria domingensis* (Kütz.) Sond. ex Dickie

*Gracilaria* sp.

Gênero *Gracilaripsis* E. Y. Dawson., 1949

*Gracilaripsis lemaneiformis* (Bory) E. Y. Dawson, Acleto et Foldvik

Continua...

Tabela 1 – Sinopse dos taxa de macroalgas da Praia de Piedade, Jaboatão dos Guararapes, PE, no período de 03/09 a 17/10/01. Continuação.

---

**DIVISÃO CHLOROPHYTA**

Gênero *Hydropuntia* Mont., 1842

*Hydropuntia cornea* (J. Agardh) M.J. Wynne

Ordem Rhodymeniales

Família Rhodymeniaceae

Gênero *Gelidiopsis* F. Schmitz., 1985

*Gelidiopsis variabilis* (Grev. ex J. Agardh) F. Schmitz

Ordem Ceramiales

Família Ceramiaceae

Gênero *Centroceras* Kütz, 1841

*Centroceras clavulatum* (C. Agardh in Kunth) Mont. in Durieu de Maisonneuve

Gênero *Ceramium* Roth, 1797

*Ceramium* sp.

Família Rhodomelaceae

Gênero *Amansia* J. V. Lamour., 1809

*Amansia multifida* J. V. Lamour

Gênero *Bryothamnion* Kütz

*Bryothamnion seaforthii* (Turner) Kütz

Gênero *Laurência* J. V. Lamour., 1813

*Laurencia fliiformis* (C. Agardh) Mont.

*Laurencia papillosa* (C. Agardh) Grev.

Gênero *Osmundaria* J. V. Lamour, 1813

*Osmundaria obtusiloba* (C. Agardh) R.E. Norris

---

A divisão Phaeophyta foi pouco expressiva com apenas uma espécie da Ordem Dictyotales. Segundo Cutrim (1990), as feofíceas não estão bem adaptadas às condições ambientais que envolvem um certo grau de exposição ao ar atmosférico, ficando sua abundância em locais imersos. A distribuição das algas está condicionada por fatores físicos, como a temperatura, o substrato, a hidrodinâmica, a dessecação e por fatores químicos como a salinidade. Um outro fator muito importante é a turbidez da água e a profundidade, fatores que vão condicionar a quantidade da luz absorvida e a sua composição espectral que, dependendo da composição pigmentar, vão limitar a distribuição das macroalgas: as algas verdes estão em menores profundidades (absorvem as radiações vermelhas), seguida das algas pardas absorventes de radiações da região intermediária e em maiores profundidades encontram-se as algas vermelhas, que absorvem radiações de pequeno comprimento de onda (MARTINS *et al.*, 2000).

Foi possível observar uma diminuição na composição florística desta região ao longo dos anos, baseando-se em comparações com os trabalhos de Labanca (1967-69) que registrou a ocorrência de 68 espécies, Cutrim e Pereira (1990) que identificaram 45 espécies, e Cutrim (1990) que identificou 47 espécies. Comparando à flora descrita por Labanca (1967/69), Cutrim e Pereira (1990) registraram redução de espécies, sendo a Divisão Chlorophyta a mais afetada onde desapareceram espécies características de águas limpas. Esta diminuição da diversidade pode ser confirmada no presente estudo.

Nos últimos anos ocorreram inúmeras transformações na praia de Piedade, que se tornou um bairro residencial, com alta densidade demográfica sujeita às influências decorrentes da especulação imobiliária, bem como dos turistas e banhistas locais.

Na área mais exposta dos recifes verificou-se um crescimento intenso de clorófitas, devido ao enriquecimento de nutrientes (eutrofização); decréscimo nas rodofíceas, que ocorreram em áreas mais próximas do mar onde havia grande movimentação de água (vale ressaltar que este grupo é bem representado em condições naturais) e, ainda, a quase ausência das feofíceas, abundantes em regiões tropicais e subtropicais, principalmente de representantes das Dictyotales, que segundo Oliveira Filho (1977), contribuem com quase 50% da biomassa de algas pardas no nordeste brasileiro.

### Frequência de ocorrência

Quanto à frequência de ocorrência, destacaram-se os gêneros *Enteromorpha* e *Ulva*. As espécies *Enteromorpha flexuosa* (54,17%) e *Enteromorpha lingulata* (50,0%), foram as mais representativas como no estudo feito por Oliveira-Filho (2001) nas praias de Boa Viagem e Pina. *Ulva fasciata* (41,67%) e *Ulva lactuca* (37,50%) foram também frequentes na área (fig. 4).

*Enteromorpha flexuosa* encontra-se geralmente associada a *Enteromorpha lingulata*, sendo cosmopolitas e encontradas aproximadamente no limite superior do mesolitoral (KANAGAWA, 1984). Angeiras (1995), também encontrou estas espécies associadas no infralitoral da praia de Candeias na foz do rio Jaboatão, local com certo grau de poluição, desenvolvendo-se em substrato recifal sem epifitismo. Pedrini (1980) coletou *E. flexuosa* em local poluído, em uma área de manguezal degradada, em Ponta Grossa – PR; e *E. lingulata* sobre rochas de locais batidos e agitados na foz do rio Saí, que também é poluído, sempre com grande abundância.

Estudos realizados para o litoral de Pernambuco, revelaram que as clorófitas estão representadas por 93 espécies distribuídas de maneira uniforme por toda a costa (PEREIRA, 1974; KANAGAWA, 1984; ANGEIRAS, 1995; PEREIRA *et al.*, 1999).

Em regiões mais eutrofizadas *Ulva lactuca* e *Ulva fasciata* podem ser localmente dominantes, da mesma forma que nestas regiões, em locais onde a salinidade é diminuída pelo aporte de água doce, são comuns áreas dominadas por *Enteromorpha* spp. (OLIVEIRA *et al.*, 1999).

Quando a eutrofização é extensiva, o grande volume de biomassa algal (tanto do fitoplâncton quanto das macrófitas) logo começa a decompor e seriamente depleta o oxigênio necessário aos animais. Aonde a taxa de troca de água é extremamente baixa, a alta demanda biológica por oxigênio pode resultar em uma grande mortalidade de peixes (LOBBAN; HARRISON, 1994). A maioria dos estudos que têm examinado as respostas de macrófitas à eutrofização concernem às saídas de esgotos, provavelmente porque é conveniente estudá-los. Uma saída de esgoto afeta uma área pequena e definida, com um gradiente na concentração de nutrientes a medida que se afasta da saída. Geralmente, tais estudos têm sido abordados do ponto de vista ecológico, examinando mudanças na estrutura da comunidade e na diversidade (BOROWITZKA, 1972; MUNDA, 1974 *apud* LOBBAN; HARRISON, 1994).

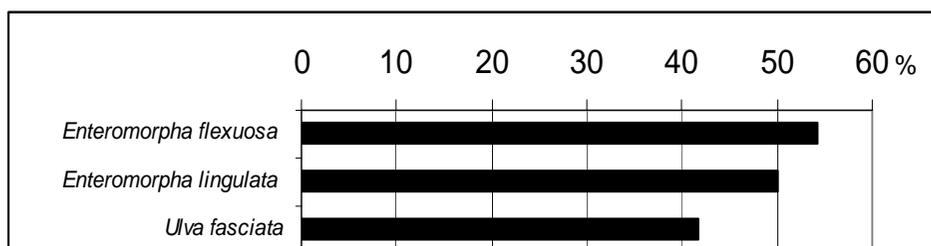


Figura 4 – Freqüência de ocorrência das espécies de macroalgas da praia de Piedade no período de 03/09 a 17/10/01.

Ortega (2000), estudando as algas bênticas indicadoras da qualidade de água no México, faz referência a muitas espécies indicadoras de contaminação em ambientes aquáticos continentais, como afluentes contaminados por refinarias de petróleo e em ambientes marinhos, como portos e lagoas costeiras. Dentre as espécies citadas pelo autor, *Centroceras clavulatum* (tolerante a processos de alteração), *Caulerpa sertularioides* (freqüente em locais com baixa diversidade), *Enteromorpha flexuosa* (tolerante a águas contaminadas por matéria orgânica), *Ulva fasciata* (indicadora de águas com altos conteúdos de matéria orgânica) e *Ulva lactuca* (indicadora qualitativa de contaminantes orgânicos) foram encontradas nos recifes estudados em Piedade, confirmando que a grande biomassa destas espécies se deve a alguma fonte de nutrientes (fósforo e nitrogênio), vinda provavelmente da drenagem terrestre. Também, foram encontradas algumas algas que pertencem aos mesmos gêneros registrados para o México (ORTEGA, 2000), que indicam que sua presença está associada a locais com distúrbios ambientais, como por ex: *Laurencia*, *Condrachantus*, *Gelidium*, *Hypnea*, *Chaethomorfa* e *Cladophora*.

O crescimento excessivo de algas verdes em resposta a efluentes de esgoto está se tornando um fenômeno crescente e comum em locais protegidos. Uma super abundância de espécies de *Enteromorpha* em poças de marés no Mar de Wasswn durante o verão foi atribuída a eutrofização de efluentes domésticos. Os emaranhados eram compostos primariamente de

*Enteromorpha*, porém posteriormente outras algas como *Ulva*, *Cladophora*, *Chaetomorpha* e *Porphyra* apareceram como componentes secundários. Emaranhados dessas algas cobriam amplas áreas de poças protegidas; e, em poças de areia os talos de *Enteromorpha* ancoravam em tubos alimentares do abundante poliqueta *Arenicola marina*, permitindo à alga resistir ao deslocamento pelas correntes de marés. (LOBBAN; HARRISON, 1994).

Sobre e entre as macroalgas que estão nos recifes, vivem associados um grande número de organismos que contribuem para a produtividade local, esta fauna é composta principalmente de Polychaeta, Amphipoda, Isopoda e Brachyura; sendo que o primeiro grupo foi bastante freqüente junto as *Ulva* em Piedade. A presença constante de: equinodermos, decápodos e gastrópodos funciona como fator limitante do desenvolvimento e da distribuição dos diferentes espécimes de macroalgas (MARTINS *et al.*, 2000). Na estação 1, onde o recife era mais baixo e conseqüentemente mais impactado, em determinados pontos havia uma competição por espaço entre algas verdes e o mitilídeo *Brachidontes* sp. A literatura (NEW, 1995; ESPINO *et al.*, 2000, entre outros) relata que estes pequenos moluscos (*Mytilidae*) se estabelecem em áreas estressadas, assim como *Ulva* e *Enteromorpha*.

A destruição e fragmentação do hábitat causam um impacto direto sobre as comunidades algais, comprometendo a diversidade genética, reduzindo o tamanho das populações, inviabilizando o fluxo gênico e podendo acelerar o processo de extinção de determinadas espécies (OLIVEIRA *et al.*, 1999).

## Biomassa

A biomassa mínima da estação 1 foi de 3,15 g.m<sup>-2</sup> registrada em 03/09/01 e a máxima foi de 20,95 g.m<sup>-2</sup> em 17/10/01, ambas na área 3 (Fig. 5). A média de cada coleta foi de 6,36 g.m<sup>-2</sup> ± 2,81 (03/09/01), 6,16 g.m<sup>-2</sup> ± 1,28 (17/09/01), 8,48 g.m<sup>-2</sup> ± 2,92 (02/10/01) e 15,58 g.m<sup>-2</sup> ± 5,66 (02/10/01) (Fig. 6).

A análise de variância para esta estação demonstrou haver diferença significativa apenas entre os diferentes dias de coleta com p=0,02; porém entre os pontos coletados não houve diferença significativa (p=0,67) (tab. 2).

Na estação 2 o valor mínimo da biomassa foi de 5,25 g.m<sup>-2</sup> na área 3, em 17/10/01 e o máximo foi de 79,0 g.m<sup>-2</sup> na área 4 em 17/09/01 (Fig. 6). A média de cada coleta foi 32,51 g.m<sup>-2</sup> ± 13,44 (03/09/01); 33,46 g.m<sup>-2</sup> ± 32,1 (17/09/01); 50,90 g.m<sup>-2</sup> ± 27,67 (02/10/01) e 20,72 g.m<sup>-2</sup> ± 20,48 (17/10/01) (fig. 7).

A análise de variância para esta estação não apresentou diferença significativa entre pontos de coleta e entre as datas a nível de 0,05 de probabilidade (tab. 3).

A análise de variância entre as duas estações não apresentou diferença significativa entre pontos de coleta e datas a nível de 0,05 de probabilidade (tabs. 4 e 5).

A biomassa média geral da estação 1 (9,15 g.m<sup>-2</sup>) foi menos de 1/3 do que a biomassa média da estação 2 (34,4 g.m<sup>-2</sup>).

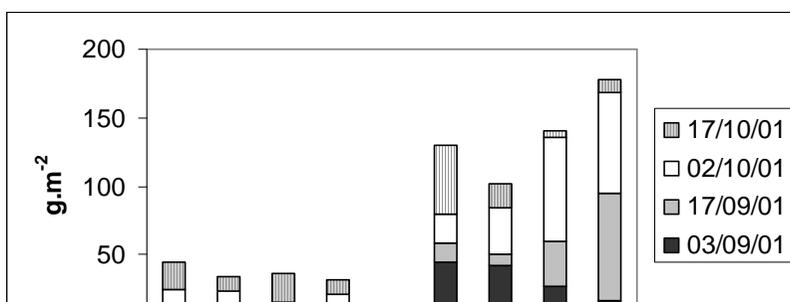


Figura 5 – Variação da biomassa das algas coletadas em 8 pontos no recife de Piedade, Jaboatão dos Guararapes, no período de 03/09 a 17/10/01.

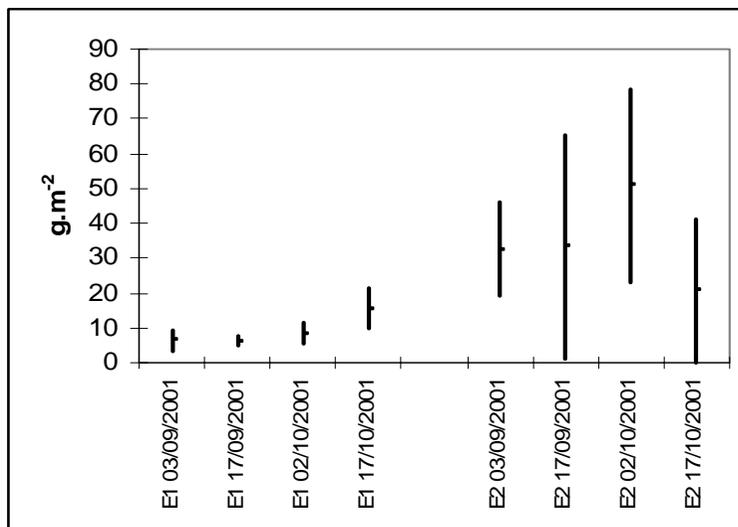


Figura 6 – Biomassa média e desvio padrão das algas coletadas em 8 pontos no recife de Piedade, Jaboatão dos Guararapes, no período de 03/09/01 a 17/10/01.

Tabela 2 – Análise de variância das amostras de biomassa das algas coletadas na estação 1 em Piedade, Jaboatão dos Guararapes-PE.

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P
Estação 1 (áreas)	22,7725	3	7,590833333	0,534670319	0,670009139
Datas	234,3025	3	78,10083333	5,501134807	0,020086347
Erro	127,775	9	14,19722222		

Total 384,85 15

---

Tabela 3 – Análise de variância das amostras de biomassa das algas coletadas na estação 2 em Piedade, Jaboatão dos Guararapes-PE.

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P
Estação 2 (áreas)	740,0675	3	246,6891667	0,344270884	0,794192379
Datas	1854,78875	3	618,2629167	0,862826381	0,494884313
Erro	6448,99875	9	716,5554167		
Total	9043,855	15			

Tabela 4 – Análise de variância das amostras de biomassa das algas coletadas nas duas estações levando-se em consideração os locais de coleta.

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P
Entre estações	5863,34	7	837,62	2,319777656	0,058724165
Dentro dos grupos	8665,865	24	361,0777083		
Total	14529,205	31			

Tabela 5 – Análise de variância das amostras de biomassa das algas coletadas nas duas estações levando-se em consideração os diferentes dias de coleta.

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P
Entre datas	680,94	3	226,9793701	0,458932698	0,713153243
Dentre datas	13848,265	28	494,5809631		
Total	14529,205	31			

A análise de agrupamento das datas de coletas apresentou na análise cofenética um  $r=0,87$ , portanto bem ajustado, significando haver dois grupos distintos (Fig.7). O primeiro grupo formado por 03/09/01 e 17/10/01, apresentou total de biomassa bem similar onde as áreas 1 e 4 da estação 2, tiveram comportamento quantitativo semelhante. O segundo grupo, constituído pelas datas 17/09/01 e 02/10/01, apresentou entre si semelhança na grande quantidade total de biomassa na área 4 da estação 2. A análise de agrupamento dos diferentes pontos de coleta foi, também, bem ajustado com  $r=0,84$ . Evidenciou-se dois grupos. O primeiro, formado pelas quatro áreas da estação 1 mais a primeira área da estação 2, grupo caracterizado por apresentar baixa biomassa algal. O segundo grupo formado pelas áreas 3 e 4 da estação 2, caracterizado por altas biomassas. A área 2 da estação 2 ficou isolada e teve biomassa média (Fig. 8). A baixa biomassa na estação 1, se deve a sua maior vulnerabilidade a impactos antropogênicos, por se tratar de um recife mais baixo, sem grandes irregularidades, próximo à areia, sendo alvo constante de pisoteio.

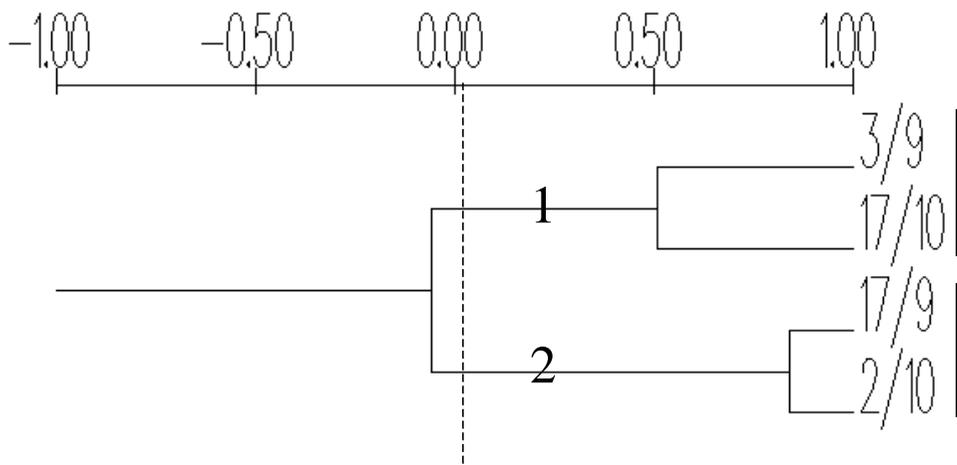


Figura 7 – Dendrograma dos dias de coletas de macroalgas na praia de Piedade, Jaboatão dos Guararapes, PE.

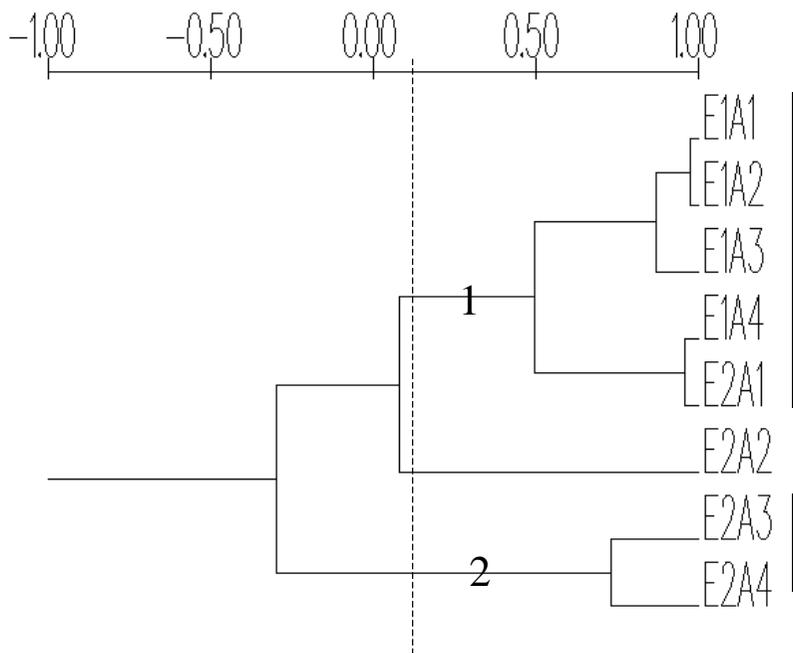


Figura 8 – Dendrograma das áreas de coletas de biomassa de algas na praia de Piedade Jaboatão dos Guararapes, PE. E=estação, A=área.

#### Check-list

Através da aplicação desta metodologia, constatou-se que a área em estudo está impactada, obtendo um índice total de -301 pontos. De acordo com Coutinho (1999) valores acima de 270 já podem ser considerados como locais bastante modificados. Na área estudada, a expansão urbana sobre a área em foco, caminhadas nos recifes, degradação da fauna recifal, emissão de efluentes, recreação (principalmente futebol), turismo na área, pesca artesanal, portos/marinas (cerca de 0,5 km do recife estudado), mudança na flora e fauna recifal alcançaram pontuação -25 (Fig. 9). São esses fatores que mais colocam em risco a biodiversidade algal. A poluição orgânica favorece o aparecimento de espécies oportunistas e de ciclo de vida curto que dominam na área reduzindo a diversidade de toda a biota marinha.

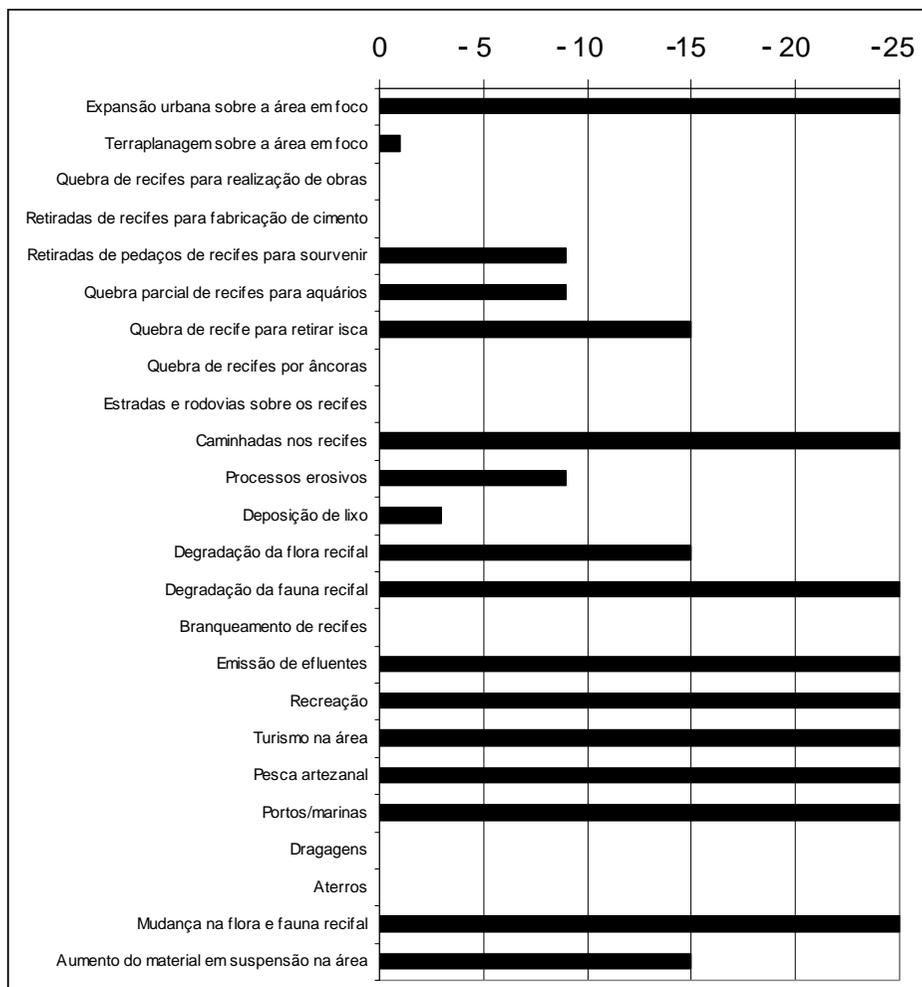


Figura 9 – Check-list dos principais impactos registrados na praia de Piedade no período de 03/09 a 17/10/01.

Com relação à poluição, destaca-se que a praia de Piedade está dentro dos padrões normais de balneabilidade, segundo as últimas análises da CPRH (2001). Esta classificação das praias está baseada nas normas estabelecidas na Resolução CONAMA N° 20, de 18 de junho de 1986, em seus artigos 26 e 27, que define os padrões de qualidade da água. Segundo essa Resolução, as águas

doces, salobras e salinas, destinadas à recreação de contato primário, podem ser classificadas em quatro categorias: excelente, muito boa, satisfatória ou imprópria. O critério de enquadramento, nessas categorias, baseia-se nas concentrações de coliformes fecais ou totais, em um conjunto de amostras de cinco semanas consecutivas. As categorias excelente, muito boa e satisfatória podem ser reunidas em uma única categoria, denominada própria.

Segundo o laboratório de análise da Companhia Pernambucana do Meio Ambiente (CPRH, 2001), uma praia considerada imprópria não está necessariamente infectada por doenças, porém os riscos de contaminação são considerados significativos. A CPRH (2001) aconselha aos banhistas que guardem uma distância mínima de 100 metros dos pontos e extremidades das áreas divulgadas como medida preventiva.

Machado *et al* (1991) *apud* Coelho-Santos (1993) realizaram estudos nesta área e observaram um elevado índice de contaminação por bactérias do grupo Coliforme e outras, responsáveis por doenças humanas, devido ao lançamento de dejetos e de águas de esgotos.

Dados da CPRH (2001) informam que a área estuarina do rio Jaboatão apresenta-se parcialmente conservada; porém a poluição hídrica de origem doméstica e industrial, os cortes e aterros da vegetação para a instalação de marinas e loteamentos comprometem o ecossistema.

Além disso, o grande fluxo de turistas e banhistas nesta praia, leva ao aparecimento de grande número de comerciantes informais que instalam suas barracas, sombrinhas, mesinhas e cadeiras, os quais ocupam cerca de 30% da areia, durante as baixa-mares. Além disso, a falta de educação/orientação resulta em acúmulo de lixo na areia, principalmente plástico, parte do qual alcança os recifes.

Foi observado, ainda, um considerável número de banhistas andando sobre os recifes ou sentados próximo às poças, muitos deixando seus lixos no local.

Quebra de recife para retirar isca, degradação da flora recifal e aumento do material em suspensão na área alcançaram, também, valores altos (-15). A quebra recifal se dá, principalmente, por alguns pescadores, mas também por aquaríofílistas, que retiram a fauna e, também, pedaços do recife e algas calcáreas para serem comercializados.

## CONCLUSÕES

- Na área estudada foram identificadas 29 espécies de macroalgas, sendo 66% pertencentes a Rhodophyta, 31% a Chlorophyta e 3% a Phaeophyta. Contudo, quando se leva em consideração a biomassa, destacaram-se as clorofíceas, principais indicadoras de condições estressantes.
- A diferente composição florística nas duas estações se deve principalmente ao maior grau de impacto que a primeira vem sofrendo.
- As espécies *Enteromorpha flexuosa*, *Enteromorpha lingulata*, *Ulva fasciata* e *Ulva lactuca* são espécies oportunistas e de ciclo de vida curto, que dominaram na área e por sua vez caracterizam um ambiente eutrófico.
- Houve diminuição na composição florística desta área ao longo dos anos.
- Dentre os parâmetros ambientais, a temperatura, a salinidade e o PH apresentaram teores normais para áreas recifais, exceto os baixos teores salinos do lençol freático que afeta a área pontualmente.
- A análise de variância não apresentou diferença significativa para a biomassa entre os pontos coletados e sim, apenas, entre os diferentes dias de coleta da estação 1; entretanto constatou-se que a biomassa da estação 2 apresentou maiores valores, evidenciado na análise de agrupamento.
- Os principais impactos antrópicos observados foram devido a alta concentração urbana que tem gerado um acréscimo de matéria orgânica na área, sendo necessário medidas que

visem minimizar este impacto, através da implementação de programas de educação ambiental que visem conscientizar a população local da importância da preservação dos ambientes recifais.

- A fauna associada aos recifes apresentou característica de ambiente impactado.
- Na área estudada a expansão urbana sobre a área em foco, caminhadas nos recifes, degradação da fauna recifal, emissão de efluentes, recreação, turismo na área, pesca artesanal, portos/marinas, mudança na flora e fauna recifal foram os principais impactos registrados.
- Esses resultados reforçam a necessidade de estudos mais detalhados, considerando o ciclo anual das espécies de macroalgas, bem como sua resistência a diferentes níveis de poluentes em diferentes épocas do ano, através de programas de monitoramento.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGEIRAS, J. A. P. **Clorofíceas bentônicas do Litoral Sul do Estado de Pernambuco (Brasil)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 1995.

BERNER, T. Coral-reef algae. In: **Coral reefs** (Ecosystems of the world 25). Z. Dubinsky (Ed.). Elsevier, Oxford, 1990. p. 253-264.

CAVALCANTI, L. B., KEMPF, M. Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil). II. Meteorologia e Hidrologia. **Trab. Oceanogr. da Univ. Federal de Pernambuco**, Recife, v.9/11, p.149-157, 1967-69.

COCENTINO, A. de L. M. **Família Rhodomelaceae (Ceramiales – Rhodophyta na praia de Serrambi – Pernambuco – Brasil)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco.1994.179p.

COELHO-SANTOS, M. A. **Crustáceos Decápodos do litoral de Jaboatão dos Guararapes (Pe-Brasil)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 1993. 153p.

COUTINHO, S. M. V. **Impactos antrópicos nas microbacias do litoral sul do Estado da Paraíba: Ênfase nos aspectos sócio-ambientais e características estruturais do mangue na laguna de Camurupim**. Dissertação de Mestrado. UFPB, 1999. 136p.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE – CPRH. Balneabilidade das praias. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.Br> > Acesso em: 04 dez. 2001.

CUTRIM, M. V. J. **Distribuição das macroalgas na região entre-marés do recife da praia de Piedade, município Jaboatão dos Guararapes (Estado de Pernambuco – Brasil)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco.1990.135p.

CUTRIM, M. V. J., PEREIRA, S. M. B. Algas bentônicas da praia de Piedade (município de Jaboatão dos Guararapes – Pernambuco) – Alterações da flora no período de 1966/67 1989. In: **Congresso Nacional de Botânica**, 41., Fortaleza, 1990. Resumos... Fortaleza: Sociedade Botânica do Brasil, 1990.

ESPINO, G. L.; PULIDO, S. H.; PÉREZ, J. L. C. **Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores)**. Playa y Valdés, México, 2000. 633p..

FLEURY, B. G. **Ecologia Química Marinha: Competição por espaço entre corais e efeitos de nutrientes no metabolismo secundário de macroalgas e octocorais**. Rio de Janeiro, Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1999. 236p.

FUJII, M.T. **Estudos morfológicos, quimiotaxonômicos e citogenéticos em quatro espécies selecionadas de *Laurência* (Ceramiales, Rhodophyta) do litoral Brasileiro**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro – São Paulo. 1998.

JOLY A. B. Flora Marinha do Litoral Norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras**. Botânica, São Paulo, v.21, n.294,p.1-339, 1965.

JOLY A. B. **Gênero de Algas Marinhas da Costa Atlântica Latino-Americana**. São Paulo: Ed. Univ. São Paulo, 461p., 1967

KANAGAWA, A. I. **Clorofíceas marinhas bentônicas do Estado de Pernambuco**. Brasil. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 1984. 470p.

KAUTSKY, L.; BOKN, T.; GREEN, N. Técnicas para estudio de polución en laboratorio con algas marinas. In: **Manual de Métodos Ficológicos**. K. Alveal, M.E. Ferrario, E. C. Oliveira y E. Sar (eds.). Concepción, Chile, 1995. p. 751-762.

KEMPF, M. Notes on the benthic bionomy of the N-NE brasilian shelf. **Marine Biology**, New York, v.5, n. 3, p. 213-224, 1970

KEMPF, M., MABESOONE, J. M., TINOCO, I. M. Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil). I. Generalidades sobre o fundo. **Trab. Oceanogr. da Univ. Federal de Pernambuco**. Recife, v. 9/11, p. 125-148, 1967/69.

LABANCA, L. Contribuição ao conhecimento da flora algológica marinha do nordeste brasileiro. **Trab. Oceanogr. da Univ. Federal de Pernambuco**. Recife, v. 9/11, p. 325-436, 1967/69.

LITTLER, M. M.; LITTLER, D. S. Relationships between macroalgal functional form groups and substrata stability in a subtropical rocky-intertidal system. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, 74: 13-34, 1984.

LOBBAN, C.S.; HARRISON, P. J. **Seaweed Ecology and Physiology**. Cambridge University Press. Cambridge, Cap. 8. 1994. 365p.

MARTINS, A.; ABU-RAYA, M.; FREITAS R. **Distribuição das macroalgas marinhas na zona intertidal da lha de São Vicente**. Disponível em: <http://www.geocities.com/bmpcv/botanica/grupo1.htm>> 2000. Acesso em: 5 dez. 2001.

MUÑOZ, A. O. **Estrutura das comunidades de macroalgas em poças recifais da Praia de Cupe- Estado de Pernambuco, Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1997, 141p.

NEW, T.R. **An Introduction to Invertebrate Conservation Biology**. Oxford Science Publications, Oxford, 1995. 194p.

NUNES, J. M. De C. Catálogo de Algas marinhas bentônicas do estado da Bahia, Brasil. **Acta Botânica Malacitana** 23:5-21, 1998.

OLIVEIRA,E.C., HORTA,P.A., AMANCIO,C.E., SANT'ANNA,C.L. **Avaliação de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha**. Algas e angiospermas marinhas bênticas do litoral brasileiro.1999. Disponível em: <http://www.ib.usp./algamare-br>> Acesso em: 18 set. 2001.

OLIVEIRA FILHO, E. C. **Algas marinhas bentônicas do Brasil**. Tese de Livre Docência, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1977, 407p.

OLIVEIRA-FILHO, A. **Estudos preliminares de macroalgas como indicadoras das condições ambientais da área recifal nas praias de Boa Viagem e do Pina, Pernambuco, Brasil**. Monografia (Especialização) - Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Departamento de Oceanografia. Gestão de Ambientes Costeiros Tropicais, 2001.

ORTEGA, J. L. G. Algas. In: **Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores)**. G. L. Espino, S. H. Pulido, J. L. C. Pérez (Eds.). Playa y Valdés, México, 2000. p. 109-193.

OTTMANN, F.; OKUDA, T.; CAVALCANTI, L. B.; SILVA, O. C.; ARAÚJO, J. V. A.; COELHO, P. A.; PARANAGUÁ, M. N.; ESKINAZI, E. Estudo da Barra das Jangadas - Parte V - Efeitos da poluição sobre a ecologia do estuário. **Trab. Inst. Oceanogr. Univ. Fed. PE**, v. 7/8, p. 7-16, 1965/1966.

PEDRINI, A. de G. **Algas marinhas bentônicas da Baía de Sepetiba e arredores (Rio de Janeiro)**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1980. 397 p.

PEREIRA, S. M B. **Rodofíceas marinhas da Ilha de Itamaracá e arredores (Estado de Pernambuco - Brasil)**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências – Universidade de São Paulo, 1974. 184p.

PEREIRA, S. M B. **Clorofíceas marinhas da Ilha de Itamaracá e arredores (Estado de Pernambuco - Brasil)**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 1977. 275p.

PEREIRA, S. M B.; OLIVEIRA-CARVALHO, M. F.; ACCIOLY, M. C.; ANGEIRAS, J. A. P. Macroalgas do Estado de Pernambuco/parte I – Chlorophyta. **Livro de Resumos da VII Reunião Brasileira de Ficologia**. Porto de Galinhas, PE, 1999. p.79.

ROUND, F. E. **Biologia das Algas**. 2ª ed., Rio de Janeiro. Guanabara. 2v. 1983.

STRICKLAND,J.D.H., PEARSONS,T.R. A manual of sea 21 water analysis. **Bulletin Fisheries Research Board of Canada**. Ottawa, v.125,p.1-205.1965.

TAYLOR W. R. **Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas**. University of Michigan Press, Ann. Arbor. 1960. Ix + 509 pp., including 60 pls.

TOMMASI, I.R. **Estudo de Impacto Ambiental**. CETESB, Terragraph Artes e Informática, São Paulo, 1994,354p.

WYNNE, M. J. A. **Checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic**. First revision. Nova Hedwigia, 1-124, 1970.