

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE – CES
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO – UAE
CURSO DE LICENCIATURA EM BIOLOGIA

BRANQUEAMENTO DO CORAL ESCLERACTÍNIO *Siderastrea*
***stellata* DOS RECIFES COSTEIROS DA PARAÍBA E TAXONOMIA E**
CULTIVO DOS MICROSSIMBIONTES ASSOCIADOS

ALUNA: Jordana Kaline da Silva Santana
ORIENTADORA: Prof^a. Dr^a. Cristiane F. Costa

CUITÉ/PB

2011

JORDANA KALINE DA SILVA SANTANA

BRANQUEAMENTO DO CORAL ESCLERACTÍNIO *Siderastrea stellata* DOS RECIFES COSTEIROS DA PARAÍBA E TAXONOMIA E CULTIVO DOS MICROSSIMBIONTES ASSOCIADOS

ORIENTADORA: Prof^a. Dr^a. CRISTIANE FRANCISCA DA COSTA



Monografia apresentada pela aluna Jordana Kaline da Silva Santana à Coordenação do Curso de Licenciatura em Biologia da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus Cuité*, como requisito para obtenção do título de Licenciado em Biologia.

CUITÉ /PB

2011



Biblioteca Setorial do CES.

Junho de 2021.

Cuité - PB

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE
Responsabilidade Jesiel Ferreira Gomes – CRB 15 – 256

S232b

Santana, Jordana Kaline da Silva.

Branqueamento do coral escleractínio *siderastrea stellata* dos recifes costeiros da Paraíba e taxonomia e cultivo dos microssimbiontes associados. / Jordana Kaline da Silva Santana – Cuité: CES, 2011.

49 fl.

Monografia (Curso de Licenciatura em Ciência Biológicas)
– Centro de Educação e Saúde / UFCEG, 2011.

Orientadora: Dra. Cristiane F. Costa.

1. Recifes de corais. 2. Microssimbiose. 3. Bacilariofíceas.

I. Título.

CDU 59

UFCEG / SYSTEMOTECA

JORDANA KALINE DA SILVA SANTANA

*BRANQUEAMENTO DO CORAL ESCLERACTÍNIO Siderastrea
stellata DOS RECIFES COSTEIROS DA PARAÍBA E TAXONOMIA E
CULTIVO DOS MICROSSIMBIONTES ASSOCIADOS*

BANCA EXAMINADORA:



Prof.^a. Dr.^a. Cristiane F. Costa (Orientadora)
(UFCG/CES/UAE)

Prof.^a. Dr.^a. Michelle Gomes Santos (Titular – Interno)
(UFCG/CES/UAE)

Prof. Dr. Roberto Sassi (Titular - Externo)
(UFPB/CCEN/DSE/LEA)

Prof.^a. Dr.^a. Marisa de Oliveira Apolinário (Suplente)
(UFCG/CES/UAE)

UFCG / BIBLIOTECA

Aos meus pais, Anízio e Benta, pelo carinho, amor e atenção incomensuráveis e aos meus irmãos, que tão bem souberam compreender os meus momentos de ausência em função da realização deste sonho, dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, refúgio e fortaleza, pelo dom da vida, inteligência e paciência de estudar.

À minha família, que em nenhum momento mediu esforços para realização de meus sonhos, me fazendo guiar pelos caminhos corretos e a fazer as melhores escolhas, mostrando-me que honestidade e respeito são essenciais à vida. Amo vocês!

À minha querida Orientadora, Prof^ª. Dr^ª. Cristiane F. Costa, pessoa por quem tenho profunda admiração e carinho, por ter me direcionado, ensinado e estimulado a ir além da minha capacidade na busca pelos meus objetivos, e pelo exemplo de vida e profissionalismo. Muito Obrigada!

À Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), ao Centro de Educação e Saúde (CES) e a Unidade Acadêmica de Educação (UAE), pela oportunidade de realização deste curso.

À Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Departamento de Sistemática e Ecologia (DSE) e Laboratório de Estudos Ambientais (LEA), na pessoa do Dr. Roberto Sassi, pelo acolhimento, orientações e espaço laboratorial cedido para realização das pesquisas.

Ao CNPq, pela concessão de bolsa em 2009 e 2010, financiando minhas pesquisas e pelos Processos: 485550/2006-7, 479979/2007-3 e 479979/2007-3.

Ao corpo docente do Curso de Licenciatura em Biologia do CES, pela transmissão de conhecimentos e atenção.

À Prof^ª. Dr^ª. Flávia Carolina, pelas conversas e amizade, em momentos importantes.

Ao Sr. João Bosco e Sr^ª. Conceição, por me receberem tão bem em sua casa.

À equipe de estagiários do LEA/UFPB, pelo apoio nas atividades de campo e laboratório durante minhas pesquisas. Obrigada!

Aos meus colegas de curso, em especial, Cris, Géssica, Larisse, Max e Whânea, pessoas as quais considero não só como amigos, mas como irmãos, pela companhia e amor fraterno compartilhado nos inesquecíveis momentos que vivemos juntos.

Aos meus colegas residentes, pelo aconchego familiar, troca de experiências e pelos momentos de descontração em “nossa casa”.

As minhas amigas, de fora e de sempre, que torceram por mim e por compreenderem a minha ausência.

Aos professores, pela disponibilidade de comporem a banca examinadora.

Enfim, a todas as pessoas que torceram, incentivaram, oraram e vibraram junto comigo para a conclusão deste sonho, sou imensamente grata.

UFPA
TECA

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo monitorar o fenômeno do branqueamento e as alterações no padrão de cor do coral *Siderastrea stellata* dos recifes do Picãozinho, João Pessoa, PB, bem como caracterizar o ciclo anual das zooxantelas de exemplares sadios coletados durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009. Procurou-se ainda estudar os aspectos taxonômicos e de cultivo das diatomáceas hospedadas por exemplares *S. stellata* coletados nos anos de 2007, 2008 e 2009, nos recifes do Cabo Branco, João Pessoa- PB. Das 560 colônias monitoradas ao longo do período de estudo, foram observadas colônias nas condições sadia, pálida, branqueada e roxa, sendo a maior frequência de ocorrência registrada para as colônias pálidas (44,5%) e a menor para as colônias roxas (5,4%). Os dados revelaram que o branqueamento e as alterações nos padrões de cores observados em *S. stellata* são recorrentes nos recifes do Picãozinho, e esses fenômenos desestabilizaram a associação simbiótica entre os corais e suas zooxantelas. Foi constatado que mais de uma variável ambiental influencia no comportamento das zooxantelas associadas a *S. stellata*, uma vez que esses dinoflagelados exibiram padrões distintos de variação sazonal em termos de densidade populacional, índice mitótico e diâmetro celular, demonstrando com isso que as condições hidrológicas e climatológicas da área influenciam no comportamento do simbiote. *S. stellata* abriga uma exuberante diversidade de diatomáceas vivendo como organismos epibiontes, tendo-se computado 1.136 espécimens dessas microalgas, pertencente a 39 gêneros, com 28 espécies identificadas. Os gêneros mais frequentes foram *Amphora*, *Cocconeis*, *Cyclotella*, *Diploneis*, *Grammatophora*, *Paralia*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Synedra*, *Surirella* e *Trachyneis*. Diferenças sazonais foram encontradas, com maior número de espécies registradas no período chuvoso. Os experimentos laboratoriais efetuados com as diatomáceas *Cylindroteca closterium* e *Entomoneis alata* em cultivo demonstraram um elevado potencial de crescimento dessas espécies, que atingiram densidades populacionais consideráveis em poucos dias de cultivo. Os dados laboratoriais somados aos estudos taxonômicos demonstram que os epibiontes de *S. stellata* são oportunistas, aproveitando rapidamente as condições nutricionais oferecidas pelo hospedeiro disponíveis no muco por ele excretado. Foram observadas diferenças sazonais na população desses microorganismos quando os períodos de seca e chuva foram analisados, sendo que no período de seca houve uma considerável redução na quantidade das espécies encontradas associadas ao coral. Esses achados confirmam a importância desses simbioss como bioindicadores de qualidade ambiental. O entendimento do padrão de crescimento e o rendimento máximo de diatomáceas isoladas de cnidários poderão trazer novas luzes à ecologia do hospedeiro, principalmente durante períodos de perturbações ambientais.

ABSTRACT

The main purpose of this work was to study the bleaching phenomenon and the seasonal changes of color patterns in colonies of *Siderastrea stellata* of the coastal reefs of Picãozinho in the State of Paraíba, northeastern Brazil, from September, 2008 to May, 2009, as well as to characterize the seasonal cycle of the zooxanthellae hosted by healthy colonies of this scleractinian during this period. We also study the microsymbionts hosted by this coral species, emphasizing the taxonomy and culture of the diatoms (bacillariophyceans), in samples collected in the coastal reefs of Cabo Branco, João Pessoa, PB, in the years 2007, 2008, and 2009. For the study of the zooxanthellae the tissues of four healthy fragments of *S. stellata* collected during low tides were water picked and processed in the laboratory using a Fuchs-Rozenthal counting chamber and an optical microscope. Unialgal cultures of epibiont diatoms hosted by *S. stellata* were obtained by inoculating aliquots of the extracted coral tissue in culture media. The remaining material were submitted to the oxidation process for cleaning the diatoms frustules and mounted on permanent slides. Examinations of these materials were conducted in an optical microscope. Of the 560 colonies monitored was found healthy, pale, bleached, and purple colonies, with the highest frequency of pale colonies (44.5%) and the lowest for the purple colonies (5.4%). The data show that the bleaching and changes in color patterns seen in *S. stellata* are applicants on the reefs of Picãozinho, and these phenomena have destabilized the symbiotic association between corals and their zooxanthellae. It was found that more than one of the environmental variable studied affects the seasonal dynamics of the zooxanthellae of *S. stellata*, since these dinoflagellates exhibited distinct patterns of seasonal variation in terms of population density, mitotic index and cell diameter. We also demonstrate that *S. stellata* host a high diversity of epibiont diatoms. It was computed in the studied materials a total of 1.136 specimens of diatoms belonging to 39 genera with 28 species identified. The most frequent genera were *Amphora*, *Cocconeis*, *Cyclotella*, *Diploneis*, *Grammatophora*, *Paralia*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Synedra*, *Surirella* and *Trachyneis*. Seasonal differences were found in diatoms assemblages, with the highest number of species recorded in the rainy season. The laboratory experiments performed with cultures of *Cylindroteca closterium* and *Entomoneis alata* has demonstrated a high growth potential of these species, which reached considerable densities in a few days of cultivation. The culture data and taxonomic results showed that the diatoms hosted by *S. stellata* are opportunistic; taking advantage of the nutritional conditions provided by the mucus secreted mucus the coral species. Laboratory data added to the taxonomic studies show that the epibionts of *S. stellata* are opportunistic, taking advantage of rapid nutritional conditions provided by the host available in the mucus secreted by it. Seasonal differences were observed in the population of these microorganisms when periods of drought and rainfall were analyzed, and in the dry season there was a considerable reduction in the number of species found attached to coral. These findings confirm the importance of symbionts as biological indicators of environmental quality. Understanding patterns of growth and maximum yield of diatoms isolated from cnidarians may bring new light to the ecology of the host, especially during periods of environmental perturbations.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
Fig. 1- Foto submarina do coral <i>Siderastrea stellata</i> nos recifes do Picãozinho, João Pessoa - PB.	12
Fig. 2- Recifes do Picãozinho, João Pessoa - PB, área selecionada para o estudo.	14
Fig. 3- Recifes do Cabo Branco, João Pessoa - PB, área selecionada para o estudo.	15
Fig. 4- Câmara de cultura de microalgas do Laboratório de Estudos Ambientais da Universidade Federal da Paraíba (LEA/UFPB).	18
Fig. 5- Alterações na coloração das colônias do coral <i>Siderastrea stellata</i> dos recifes do Picãozinho, João Pessoa, PB, observadas durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009.	21
Fig. 6- Percentual das alterações na coloração das colônias de <i>Siderastrea stellata</i> observadas nos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, analisadas durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009.	21
Fig. 7- Percentual das alterações na coloração nas colônias de <i>Siderastrea stellata</i> dos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, observada durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009.	22
Fig. 8- Valores médios da densidade populacional das zooxantelas de colônias saudas e com colorações alteradas do coral <i>Siderastrea stellata</i> dos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, analisadas durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009.	23
Fig. 9- Valores médios do índice mitótico das zooxantelas de colônias saudas e com colorações alteradas do coral <i>Siderastrea stellata</i> dos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, analisadas durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009.	23
Fig. 10- Valores médios do diâmetro celular das zooxantelas de colônias saudas e com colorações alteradas do coral <i>Siderastrea stellata</i> dos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, analisadas durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009.	24
Fig. 11- Densidade média das zooxantelas de <i>Siderastrea stellata</i> dos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, analisadas durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009.	26

Fig. 12- Índice mitótico médio das zooxantelas de <i>Siderastrea stellata</i> dos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, analisadas durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009.	26
Fig. 13- Diâmetro celular médio das zooxantelas de <i>Siderastrea stellata</i> dos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, analisadas durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009.	27
Fig. 14- Densidade média das zooxantelas de <i>Siderastrea stellata</i> dos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, analisadas durante as estações de seca e chuva do período de setembro de 2008 a maio de 2009.	28
Fig. 15- Índice mitótico médio das zooxantelas de <i>Siderastrea stellata</i> dos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, analisadas durante analisadas durante as estações de seca e chuva do período de setembro de 2008 a maio de 2009.	28
Fig. 16- Diâmetro celular médio das zooxantelas de <i>Siderastrea stellata</i> dos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, analisadas durante analisadas durante as estações de seca e chuva do período de setembro de 2008 a maio de 2009.	29
Fig. 17- Percentual das diatomáceas epibiontes observadas nas lâminas permanentes do coral <i>Siderastrea stellata</i> coletado nos recifes do Cabo Branco, João Pessoa – PB, durante os anos de 2007, 2008 e 2009.	32
Fig. 18- <i>Cylindrotheca closterium</i> em cultura unialgal do banco de cultura do LEA/UFPB. (Aumento= 400x).....	37
Fig. 19- <i>Entomoneis alata</i> em cultura unialgal do banco de cultura do LEA/UFPB. (Aumento= 400x).....	37
Fig. 20- Curva de crescimento de <i>Entomoneis alata</i> extraída do tecido de <i>Siderastrea stellata</i> dos recifes costeiros do Cabo Branco, João Pessoa – PB, e mantida na câmara de cultura do LEA/UFPB, sob meio de cultura F2 (GUILLARD; RYTHER, 1962).	38
Fig. 21- Curva de crescimento de <i>Cylindrotheca closterium</i> extraída do tecido de <i>Siderastrea stellata</i> dos recifes costeiros do Cabo Branco, João Pessoa – PB, e mantida na câmara de cultura do LEA/UFPB, sob meio de cultura F2 (GUILLARD; RYTHER, 1962).	38

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela	Pág.
Tabela 1 – Valores médios mensais das variáveis ambientais dos recifes do Picãozinho, João Pessoa - PB, referente ao período de setembro de 2008 a maio de 2009.	20
Tabela 2 - Correlação de Spearman entre as variáveis ambientais mensais e os parâmetros das zooxantelas das colônias de <i>S. stellata</i> com alterações na coloração, coletadas nos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009.	24
Tabela 3 - Diatomáceas epibiontes encontradas em amostras de <i>Siderastrea stellata</i> dos recifes costeiros do Cabo Branco, João Pessoa - PB, coletadas nos anos de 2007, 2008 e 2009.	32

ÍNDICE DE PRANCHAS

Prancha	Pág.
Prancha 1- Diatomáceas epibiontes visualizadas nas lâminas permanentes de amostras oxidadas do coral <i>Siderastrea stellata</i> , Verril, 1868, coletado nos recifes do Cabo Branco, João Pessoa – PB, durante os anos de 2007, 2008 e 2009. Fotografias tiradas em microscópio óptico Leica, em aumento de 400x.	30

SUMÁRIO

	Pág.
1- INTRODUÇÃO	1
2- OBJETIVOS	4
2.1- Objetivo geral	4
2.2- Objetivos específicos	4
3- REFERENCIAL TEÓRICO	5
4- ESPÉCIE DE CORAL ESTUDADA	11
5- METODOLOGIA	13
5.1- Áreas de estudo	13
5.2- Coleta dos dados	15
5.2.1- Monitoramento do fenômeno do branqueamento e alterações na coloração em colônias de <i>S. stellata</i>	15
5.2.2- Análise da microbiota associada a <i>S. stellata</i>	16
5.2.2.1- Ciclo anual das zooxantelas de <i>S. stellata</i>	16
5.2.2.2- Análise taxonômica das diatomáceas associadas a <i>S. stellata</i>	16
5.3- Culturas monoespecíficas de diatomáceas associadas ao coral <i>S. stellata</i>	17
5.4- Tratamento dos dados	18
5.5- Normatização do Texto	19
6- RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
6.1- Monitoramento do fenômeno do branqueamento e do aparecimento de síndromes e doenças em colônias de <i>S. stellata</i> ...	20
6.2- Análise da microbiota associada a <i>S. stellata</i>	25
6.2.1- Ciclo anual das zooxantelas e dos outros microssimbiontes	25
6.2.2- Análise taxonômica das diatomáceas associadas a <i>S. stellata</i>	29
6.3- Obtenção de culturas monoespecíficas e unialgais de diatomáceas associadas ao coral <i>S. stellata</i>	36
7- CONCLUSÕES.....	40
8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1- INTRODUÇÃO

Os recifes de corais estão entre os ecossistemas de maior produtividade do planeta, o que permite às comunidades humanas que habitam a zona costeira terem suas economias baseadas nos recursos oriundos desses ambientes. A oferta dos inúmeros serviços gratuitos por eles oferecidos à sociedade humana inclui entre outros a obtenção de alimentos, atividades de recreação, de educação e pesquisa científica, de extração de produtos comerciais diversos, e desenvolvimento urbano e turístico (COSTA et al., 2007). Muitas dessas atividades usualmente perturbam o equilíbrio dinâmico dessas áreas, com prejuízos que não são somente de natureza ambiental, mas que também se estendem pelos compartimentos econômicos, sociais e político-institucionais.

Recifes costeiros e outros ecossistemas litorâneos como estuários e mangues, podem se tornar em zonas de conflitos, exigindo, por conseguinte, preocupações constantes. Por se constituírem em áreas de interesses difusos, tais ambientes podem experimentar conflitos de uso do solo, degradação da paisagem, exaustão de recursos pesqueiros, perda de valores dos ecossistemas, e até mesmo rupturas de vínculos tradicionais com a natureza (COSTA et al., 2007; MARCELINO et al., 2005). Em particular, as ações humanas sobre os recifes merecem atenção especial porque muitas delas têm promovido diferentes tipos de estresse nas comunidades coralíneas (PHILIPP; FABRICIUS, 2003), resultando em episódios locais de doenças e branqueamento, potencializando os efeitos maléficos em larga escala do aquecimento global.

Da fauna coralínea encontrada nos ambientes recifais, destacam-se os corais pétreos (Filo Cnidaria, Classe Anthozoa, Ordem Scleractinia), que possuem como principais características um exoesqueleto calcário, formado por carbonato de cálcio – CaCO_3 – e um tecido constituído por duas camadas celulares: epiderme e gastroderme, ambas separadas por uma camada de tecido conjuntivo denominada mesogléia, que é composta por mucopolissacarídeos, colágeno e outras células (MUSCATINE, 1974). É no interior das células da gastroderme que se abrigam as zooxantelas, dinoflagelados, do gênero *Symbiodinium*, que vivem em simbiose com diversos invertebrados marinhos, sendo então os principais responsáveis pela nutrição autotrófica de seus hospedeiros (MULLER-PARKER; D'ÉLIA, 1997; TRENCH, 1987, 1997).

A microsimbiose, em particular aquela que ocorre entre invertebrados bênticos e as zooxantelas, é, de longe, o mais importante tipo de simbiose nos ambientes recifais, entretanto, ela não é única, pois outros microorganismos como diatomáceas, microcrustáceos, vermes, protozoários e cianobactérias (COSTA et al.; 2001a, 2004a; PIYAKARNCHANA et al., 1986; TRENCH, 1993) também são encontrados vivendo em associação com invertebrados marinhos bênticos, contribuindo com a elevada produtividade dos recifes.

A quebra da interação simbiótica entre os cnidários e sua microbiota hospedeira, promove desestabilização nos recifes de corais com o surgimento de doenças, síndromes e o aparecimento do fenômeno do branqueamento registrado nos recifes de corais de todo o globo, podendo resultar na morte massiva de diversos invertebrados marinhos (GLYNN et al., 2001), e desequilibrar todo o ecossistema recifal.

O branqueamento tem sido freqüentemente relacionado tanto com o aumento, como com a redução brusca da temperatura superficial da água do mar, mas o aquecimento global tem sido considerado a principal causa do fenômeno (COSTA, 2006; FITT et al., 1993, 2000; GLYNN et al., 2001). Todavia, fatores oriundos de estresses locais, principalmente de atividades antrópicas (poluição, uso de agrotóxicos, assoreamento, eutrofização na zona costeira, etc.) e sedimentação por erosão costeira têm sido considerados causadores desses eventos (PHILIPP; FABRICIUS, 2003).

Juntamente com o branqueamento, as doenças estão entre as principais causas de destruição dos recifes de corais e nos últimos anos o número de publicações a respeito tem aumentado expressivamente (RAYMUNDO et al., 2003; RICHARDSON, 1998; RICHARDSON; ARONSON, 2002). Tais perturbações provocam sérias implicações à economia trófica desses ecossistemas e à produtividade marinha, visto que durante esses eventos os cnidários, tornam-se visivelmente pálidos, ficam propensos a doenças e infecções por parasitas, reduzem sua taxa de crescimento e reprodução e o ecossistema recifal se torna frágil e vulnerável (GLYNN et al., 2001; RICHARDSON; ARONSON, 2002).

Apesar de constituírem um dos ecossistemas mais ricos em biodiversidade, os recifes de corais também estão entre os ecossistemas mais ameaçados de sofrerem interferências múltiplas decorrentes das pressões humanas. Apesar de sua

importância, existe uma escassez muito grande de informações sobre os serviços ecológicos e sobre o estado de conservação e saúde dos mesmos.

UFPA BIBLIOTECA

2- OBJETIVOS

2.1- Objetivo geral

Este trabalho teve por objetivo monitorar os recifes do Picãozinho, João Pessoa - PB, quanto ao branqueamento e a alterações na coloração do coral *Siderastrea stellata*, e estudar as zooxantelas e os outros microssimbiontes associados a esse cnidário, nos recifes do Cabo Branco, João Pessoa – PB, levando-se em conta aspectos quantitativos para os primeiros e quali-quantitativo e fisiológico para os segundos.

2.2 Objetivos específicos

a)- Verificar a existência de sazonalidade no branqueamento e alterações na coloração em colônias no coral *Siderastrea stellata* nos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB,

b)- Comparar as variações sazonais das zooxantelas de colônias sadias e branqueadas do coral *S. stellata* quanto à densidade, diâmetro celular e índice mitótico, nos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB,

c)- Correlacionar os dados biológicos obtidos com as variáveis ambientais (temperatura superficial da água do mar, salinidade, oxigênio dissolvido, material em suspensão e índice pluviométrico) da área de estudo,

d)- Caracterizar a diversidade taxonômica dos principais componentes da microbiota associada a exemplares sadios de *S. stellata* do Cabo Branco, João Pessoa - PB,

e)- Obter e manter culturas monoespecíficas e unialgais de diatomáceas associadas ao coral *S. stellata* dos recifes do Cabo Branco, João Pessoa – PB, mediante o uso de técnicas de isolamento e purificação, caracterizando as curvas de crescimento dessas espécies em meio de cultivo selecionado.

3- REFERENCIAL TEÓRICO

Os recifes de coral estão entre os mais produtivos e biologicamente mais diversificados ecossistemas do planeta (MORBERG; FOLKE, 1999), apesar de que, paradoxalmente, encontram-se edificados em águas tropicais oligotróficas (ATINKSON, 1988; ODUM; ODUM, 1955; SMITH et al., 2005; SOUTER; LINDÉN, 2000). Participando da construção dos recifes encontram-se, além dos corais, vários moluscos vermetídeos e algas calcárias, os quais mantêm uma intrincada rede de interações ecológicas com outros organismos, resultando em elevada complexidade e biodiversidade. Dessas interações, a simbiose reveste-se como a de maior importância, uma vez que é ela que propicia a manutenção do equilíbrio ecológico necessário para garantir um suporte de recursos suficiente à manutenção desses ecossistemas em águas aparentemente pobres em nutrientes.

Conforme ressalta Costa (2006), a elevada produtividade dos recifes de corais é atribuída principalmente as zooxantelas (dinoflagelados endossimbióticos do gênero *Symbiodinium*) que vivem no interior dos tecidos de vários invertebrados bênticos, incluindo cnidários, moluscos, foraminíferos, etc. (MUSCATINE, 1974). No entanto, é sabido que recifes de corais e outros ambientes recifais que se caracterizam por serem pobres em nutrientes (oligotróficos) são extremamente beneficiados por essa associação (MUSCATINE, 1974) que é de fato, uma relação simbiótica mutualística.

Em corais, é a simbiose com as zooxantelas que garante a deposição de carbonato de cálcio de seus esqueletos e o suprimento energético que eles necessitam (MUSCATINE, 1990; SCHWARZ; WEIS; POOTS, 2002). Ainda, têm-se considerado que eles são coadjuvantes importantes na adaptação e sobrevivência de seus hospedeiros em períodos de perturbações ambientais (BUDDEMEIER; FAUTIN, 1993; DIEKMANN et al., 2002; DOUGLAS, 2003; FITT et al., 2000).

Além das zooxantelas outros microorganismos fototróficos também ocorrem em associação com invertebrados marinhos bênticos, como clorofíceas, cianobactérias, diatomáceas e crisofíceas, contribuindo com a elevada produtividade dos recifes. Também é freqüente encontrar-se na composição da microbiota simbiótica desses animais muitas bactérias, ciliados, nemátodos e microcrustáceos, entre outros organismos (COSTA et al., 2005). Em escleractínios, por exemplo, têm-se documentado

a presença de muitas diatomáceas e cianobactérias, e têm-se verificado que a diversidade das diatomáceas é elevada em hospedeiros sadios e diminui em espécimes acometidos pelo fenômeno do branqueamento (COSTA et al., 2001b, 2004b).

O entendimento dos mecanismos de liberação das zooxantelas dos tecidos dos corais é ainda pequeno, porém a compreensão destes mecanismos é essencial para o conhecimento de como o aumento ou declínio da temperatura da água do mar, ou outros estresses ambientais, desestabilizam as zooxantelas do tecido do hospedeiro (GATES et al., 1992) resultando em sua expulsão, o que se pode traduzir em redução da produtividade marinha, mudanças metabólicas como alterações nas taxas fotossintéticas e respiratórias para o hospedeiro, e perdas de pigmentos fotossintetizantes para o simbionte, podendo em casos extremos levar a morte dos corais.

Dentre os outros componentes da microbiota simbiote dos corais, destacam-se as diatomáceas (Diatomofíceas ou Bacilariofíceas), que ocorrem em praticamente todos os corpos d'água (doce, salobra ou marinha), em lugares úmidos, sobre o substrato de praias areno-lodosas adjacentes a rios, lagos, estuários e o mar; muitas vivem como epífitas de outras águas e macrófitas aquáticas e outras como epizóicas, ou seja, vivendo sobre animais.

A classificação geral das diatomáceas bênticas inclui as seguintes categorias: epífitas, que crescem sobre outras plantas; epipsâmicas, que crescem nos interstícios dos grãos de areia; epipélicas, que crescem sobre sedimentos lodosos; endopélicas, que crescem no interior de sedimentos lodosos; epilíticas, que crescem aderidas a superfícies rochosas; endolíticas, que crescem dentro de cavidades rochosas; epizóicas, que crescem sobre animais e "fouling", que crescem aderidas a objetos colocados no mar. As diatomáceas apresentam dimensões que variam desde alguns micrômetros, até cerca de 2mm, sendo que a menor diatomácea conhecida é *Cylindropyxis profunda*, com 1,8 μm e a maior é *Ethmodiscus rex*, com cerca de 2mm (CUPP, 1943).

A quebra da estabilidade entre os corais e as zooxantelas, afeta ambos os parceiros da interação, mas pressupõe-se, também, que a relação com as outras microalgas também é afetada quando em situações de estresses. O exemplo mais clássico deste fato é o evento do branqueamento que vem acometendo recifes de todo o globo. O branqueamento é um fenômeno lesivo que vem desestabilizando os recifes de corais do mundo todo, e muitos esforços têm sido dispensados para tentar elucidar seus

efeitos e caracterizar suas causas. Quando acometidos por este fenômeno, os corais tornam-se visivelmente pálidos, propensos a doenças e infecções por parasitas, reduzem sua taxa de crescimento e reprodução e o ecossistema recifal como um todo se torna mais frágil e vulnerável (COSTA et al., 2001b; GLYNN, 1993; GLYNN et al., 2001).

A principal causa tem sido associada ao aquecimento global (COSTA et al., 2001b; FITT et al., 1993; GATES et al., 1992; GLYNN, 1983). Entretanto, tem-se sugerido, também, que o fenômeno pode resultar do aumento e da redução brusca da temperatura superficial da água do mar (COSTA, 2006; COSTA et al., 2001b; FITT et al., 1993; GATES et al., 1992; GLYNN, 1993), bem como variações na intensidade luminosa, na salinidade, poluição (GOREAU; MACFARLANE, 1990; SAXBY et al., 2003) e na carga de material em suspensão na água que pode resultar em soterramento de colônias em áreas de intenso hidrodinamismo (COSTA, 2006).

A partir do aumento do branqueamento no mundo, esforços foram dispensados para tentar elucidar os efeitos lesivos desse fenômeno, bem como suas possíveis causas. É sabido que durante a exposição a altas temperaturas o hospedeiro perde seus simbiontes por destacamento total de suas células da gastroderme, bem como pela perda parcial de seus tecidos (GATES et al., 1992; WARNER et al., 1996). As pesquisas têm relacionado essas perdas como resposta do hospedeiro e/ou do simbiote frente às condições adversas do ambiente (WARNER, *op. cit.*).

Desde os primeiros relatos no início de 1970, tem havido um aumento constante na documentação de doenças nos corais, sobretudo no oeste tropical do Oceano Atlântico (WORK; AEBY, 2006; GREEN; BRUCKNER, 2000; SUTHERLAND, PORTER; TORRES, 2004; WARD; LAFFERTY, 2004; WEIL, 2004). Muitas destas doenças têm sido descritas muito grosseiramente com poucos esforços na aplicação de ferramentas padronizadas para determinar suas causas. Algumas exceções incluem a doença da banda preta (Blach Band Disease) a primeira doença registrada para coral no Caribe (ANTONIUS, 1988; GARRETT; DUCKLOW, 1975; RICHARDSON 1998, 2004; RÜTZLER et al., 1983), e branqueamento por *vibrio*-associados que ocorreu em corais do mar Mediterrâneo e Mar Vermelho, as quais têm sido amplamente caracterizadas a nível da morfologia macroscópica, microscópica, fisiopatologia e etiopatogenia (WORK; AEBY, 2006).

Algumas das descrições existentes são ambíguas, abrindo margens para interpretações subjetivas, gerando problemas de comparações geográficas. Devido as descrições de muitas doenças em corais não avançarem além de uma descrição morfológica grosseira, estes autores chamam a atenção para a necessidade de uma abordagem sistemática à descrição das lesões nos corais, de forma que possam ser utilizadas em comparações geográficas.

Desde a descoberta da Black Band Disease (BBD), a primeira doença registrada para coral (ANTONIUS, 1988; GARRETT; DUCKLOW, 1975; RICHARDSON 1998, 2004; RÜTZLER et al., 1983), mais de 35 tipos diferentes de doenças de corais foram descritas nos recifes ao redor do mundo. E a quantidade de trabalhos publicados sobre o assunto tem aumentado consistentemente nos últimos 10 anos (WARD; LAFFERTY, 2004). A manifestação das doenças leva a desequilíbrios na relação simbiótica que os corais mantêm com as suas zooxantelas (ANTONIUS, 1981; KACZMARSKY, 2006; WEIL et al., 2006), resultando em inúmeros malefícios ao ambiente recifal. Diversos autores têm relacionado esses eventos com elevação da temperatura superficial da água do mar (ALKER et al., 2001; ANTONIUS, 1981, 1988; BORGER, 2005; CERVINO et al., 2004; MARTÍNEZ; BAQUERO, 2002) e com impactos antropogênicos (LESSER, 2004), mas a etiologia da grande maioria delas ainda permanece obscura (RICHARDSON, 1998; RICHARDSON; ARONSON, 2002; SUTHERLAND et al., 2004).

A “Pink Blue Spot Síndrome” (PBSS) – Síndrome da Mancha Rocha, foi referida pela primeira vez para o coral *Acropora eurystoma* no Golfo de Eylat, Mar Vermelho, onde se manifestou provavelmente em colônias de águas profundas, sem, no entanto, ser letal, e sem inferir nos níveis de estocagem de lipídeos. A síndrome caracteriza-se pelo aparecimento de manchas de coloração roxa, principalmente em áreas das colônias susceptíveis a distúrbios como em zonas de regeneração, áreas de interação e zonas de crescimento, bem como na base da colônia. A mudança na coloração foi atribuída a um pigmento da família de compostos das pociloporinas, com peso molecular de 28,7 kD e pico máximo de absorção a 580 nm (BONGIORNO; RINKEVICH, 2005).

A PBSS provavelmente não se trata de outro tipo de doença de coral (RICHARDSON, 1998; RICHARDSON; ARONSON, 2002), mas um sintoma induzido

por condições locais de estresse. Todavia, mesmo não sendo letais, fenômenos como esses chamam a atenção, visto que podem ser interpretados como mecanismos de alerta para indicar que perturbações ambientais consistentes estão ocorrendo, a ponto de provocar visíveis alterações em colônias saudáveis. Assim, essas síndromes mostram-se como eficientes marcadores de qualidade ambiental, e precisam ser investigadas visto que os recifes de coral são hoje foco de preocupação mundial em decorrência da acentuada degradação que vem acometendo esses ecossistemas. É por essa razão que Work; Aeby (2006) alertam que embora o estudo das doenças em corais seja recente, têm implicações importantes para a conservação e saúde dos recifes de coral

No que concerne ao estudo dos microssimbiontes associados a invertebrados marinhos, no Brasil, as investigações a respeito são ainda recentes. Foi iniciado pelos trabalhos pioneiros de Costa (1998), Costa (2001) e Costa (2006), que enfatizaram o estudo das zooxantelas de corais escleractínios dos estados de Pernambuco e da Paraíba, sob distintos aspectos: ecológico, fisiológico e molecular. Entretanto, apenas dois trabalhos (COSTA et al., 2001a, 2004b) tem focado essencialmente as diatomáceas epibiontes de corais como objeto de estudo.

O uso de técnicas de cultivo de microalgas associados aos corais representam atualmente uma importante linha de investigação, tanto em pesquisa básicas (bioquímica, fisiologia, ecologia, taxonomia, morfologia e genética), como aplicadas (processos biotecnológicos), fatos que são suficientes para ressaltar a importância desses estudos. No Brasil, os estudos com microalgas em culturas vem se intensificando e a maioria deles geralmente tem procurado esclarecer alguns mecanismos que governam o crescimento e a fisiologia de espécies selecionadas, ou determinar os fatores que condicionam o crescimento das espécies nas populações naturais.

Dentre os estudos ambientais realizados em águas brasileiras usando culturas de microalgas, destacam-se os trabalhos sobre decomposição de algas de arribadas como fontes de nutrientes para o crescimento das espécies (MELO et al., 1993; SASSI; MOURA, 1988) e o efeito de detergentes (AIDAR et al., 1995), a atividade da nitrato redutase na diatomácea marinha *Biddulphia longicruris* (AIDAR et al., 1995), a variação na composição bioquímica de microalgas marinhas em cultivos, com ênfase nos efeitos da disponibilidade do elemento nitrogênio (LOURENÇO, 1996), entre outros. Mas o cultivo de microalgas associadas a corais, e o estudo de suas necessidades

metabólicas e respostas fisiológicas a situações de estresse que podem ser importantes para explicar a relação que elas mantêm com seus hospedeiro e também a natureza taxonômica dessas microalgas não foram amplamente abordadas.

4- ESPÉCIE DE CORAL ESTUDADA

Atualmente no mundo cerca de 11.000 espécies de cnidários já foram descritas, enquanto que para a costa brasileira, cerca de 470 espécies foram registradas (MIGOTTO et al., 1999). No Brasil, os corais são pertencentes a três Subordens (Astrocoeniina, Fungiina e Faviina) e a 9 famílias (Astrocoeniidae, Seriatoporidae, Agariciidae, Siderastreidae, Poritidae, Faviidae, Astringiidae, Meandrinidae e Mussidae) (LABOREL, 1970).

A espécie de coral estudada nesta pesquisa, *Siderastrea stellata*, esta agrupada na suborden Fungiina, a mesma é considerada endêmica do Brasil e é encontrada com grande facilidade na área de estudo. Abaixo seguem as descrições características desta espécie.

Siderastrea stellata Verrill, 1868

Siderastrea stellata é um coral que pode apresentar-se na forma de colônias de formatos achatado, esférico (livre) e hemisférico, com diâmetros variando de 10,25 mm a 84,14 mm, sendo as variações nos diâmetros dos coralitos em torno de 2,0 a 6,5 mm, podendo estes, ser de formato predominantemente arredondado; no entanto, alguns espécimes podem apresentar coralitos de formato alongado ou meandróide (SANTOS, 2003; SANTOS et al., 2004), possui muitas semelhanças com as espécies caribenhas, porém com cálices maiores, septos mais delicados e espaços interseptais mais largos (LABOREL, 1970; SANTOS et al., 2004).

A morfologia de *S. stellata* (Fig. 1) apresenta variação que distingue colônias de águas rasas daquelas de águas profundas. As que vivem em águas muito rasas são geralmente pequenas (diâmetro de 5-10 cm) e as colônias de águas mais profundas são maiores (diâmetro superior a 20 cm) (LABOREL 1970; LEÃO, 1986). As colônias apresentam formatos que variam de achatado, esférico (livre) e hemisférico, com diâmetros dos coralitos predominantemente arredondado; no entanto, alguns espécimes podem apresentar coralitos de formato alongado ou meandróide (SANTOS et al., 2004).



Fig. 1- Foto submarina do coral *Siderastrea stellata* nos recifes do Picãozinho, João Pessoa - PB. Fotografia: Cristiane Costa.

Quanto aos aspectos reprodutivos, tem-se demonstrado que *S. stellata* é um organismo gonocórico, que fertiliza e incuba internamente suas larvas, apresenta ciclo reprodutivo anual e as desovas ocorrem no verão. Sabe-se que os oocistos de *S. stellata* se desenvolvem dentro dos mesentérios férteis sem a presença de zooxantelas, sendo estas adquiridas via pólipos parenteral durante o estágio de desenvolvimento embrionário (NEVES; SILVEIRA, 2003). As plânulas são, portanto, lecitotróficas, sobrevivendo, durante os primeiros estágios larvais, de suas próprias reservas e dos produtos fotossintéticos de seus simbiontes (NEVES; SILVEIRA, 2003).

Este coral está amplamente distribuído na área de Abrolhos e em toda costa do Estado da Bahia tendo, entretanto, um papel secundário na construção da estrutura dos recifes desta localidade (LABOREL, 1970). Encontra-se também registrada para os Estados de Rio Grande do Norte, Pernambuco, Ceará, Alagoas, Espírito Santo, Rio de Janeiro (LABOREL, *op. cit.*) e, Parcel do Manuel Luiz - MA (AMARAL et al., 2000). *S. stellata* ocupa vários estratos do recife, principalmente poças entre marés e poças do infralitoral (VERON, 2000). Na área de estudo, esta espécie é comumente encontrada entre 0 a 1,5 m de profundidade ficando expostos durante períodos de marés baixas, submetidos a estresses fóticos térmicos e ao soterramento (COSTA, 2006).

5- METODOLOGIA

5.1- Área de estudo

Os recifes de corais brasileiros, únicos no Atlântico Sul, distribuem-se por cerca de 2000 km da costa brasileira (CASTRO; PIRES, 1999). Exibem baixa diversidade de corais (18 espécies de coral) comparado com os recifes do Caribe (LEÃO et al., 2003; SPALDING et al., 2001). De todas as estruturas recifais que ocorrem ao longo da costa tropical brasileira, a costa da Bahia é a mais rica, tanto em recifes, quanto em fauna coralínea. A área recifal da região do sul da Bahia é a mais rica em fauna coralínea, além de ser considerada a mais rica área de recifes de corais do Oceano Atlântico (LEÃO et al., 2003; LEÃO; KIKUCHI, 2005).

Os recifes do Picãozinho, localizados no litoral Sul de João Pessoa – PB estão posicionados entre as coordenadas geográficas: 06° 42' 05"/7° 07' 30" de Lat. S e 34° 48' 37"/34° 50' 00" de Long. W, e distam-se aproximadamente 1500 m da costa (COSTA, 2001a). Possuem aproximadamente 300 m de comprimento e 150 m de largura em sua maior extensão e estão alinhados em direção à praia (COSTA, 2001a; YOUNG, 1984). Durante as marés baixas, estes recifes ficam descobertos o que permite a formação de diversas poças, que são geralmente recobertas por algas e grandes colônias de zoantídeos (Fig. 2). Estes recifes foram escolhidos porque, dentre os outros recifes da Paraíba, são os mais ricos, em número e tamanho de colônias de corais e também porque este ecossistema tem sido objeto de estudo de outros pesquisadores, o que facilita o conhecimento para a descrição da área.



Fig. 2- Recifes do Picãozinho, João Pessoa - PB, área selecionada para o estudo. Fotografia: Cristiane Costa (2001).

Os recifes do Cabo Branco (Fig.3), também localizados no litoral Sul de João Pessoa - PB estão posicionados nas imediações das coordenadas $07^{\circ}09'16''\text{S}$ e $34^{\circ}48'17''\text{W}$. Na área existe uma falésia ativa, localizada defronte à linha de recifes, e um extenso terraço de abrasão marinha do tipo arenítico-ferruginoso que se forma na base da falésia. O hidrodinamismo local é muito intenso e a área apresenta muitas irregularidades, particularmente no que concerne ao substrato. Esses aspectos criam uma enorme complexidade de hábitat que favorecem a manutenção de uma elevada biodiversidade de organismos bênticos, os quais mostram, com frequência, uma distribuição complexa e irregular dependendo das variações dos diferentes tipos de substratos ali existentes (COSTA, 2006; SASSI, 1987).



Fig. 3- Recifes do Cabo Branco, João Pessoa - PB, área selecionada para o estudo. Fotografia: Cristiane Costa (2006).

5.2- Coleta dos dados

5.2.1- Monitoramento do fenômeno do branqueamento e alterações na coloração em colônias de *S. stellata*

Durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009 foi monitorado o fenômeno do branqueamento e alterações na coloração, em 560 colônias do coral *S. stellata* nos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB. A pesquisa de campo consistiu na análise da frequência de colônias saudias, branqueadas, pálidas e roxas do coral *S. stellata*. Foram realizadas inspeções visuais das colônias, anotando-se os diâmetros e o padrão de coloração das mesmas em prancheta de PVC. Ao mesmo tempo foram coletados exemplares saudios, branqueados, pálidos e roxos (n=4 para cada situação) para análise das zooxantelas e dos outros microssimbiontes. Em laboratório, o tecido de cada fragmento coletado foi extraído por jato de compressão a ar (Water Pick®), homogeneizado mecanicamente e fixado em Lugol, e posteriormente foi analisado microscopicamente. Em tais análises foram determinados o índice mitótico, a densidade populacional e o diâmetro celular das zooxantelas presentes no tecido do coral, seguindo o protocolo de Costa et al, (2008). Concomitante aos trabalhos de campo, e como suporte para a interpretação dos dados biológicos, dados hidrológicos

(temperatura superficial e salinidade da água, material em suspensão e oxigênio dissolvido) e climatológicos (índices pluviométricos, obtidos junto à EMATER - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Paraíba - através do site <http://emater.no-ip.org/v2/>) da área de estudo e do período estudado foram determinados.

5.2.2- Análise da microbiota associada a *S. stellata*

5.2.2.1- Ciclo anual das zooxantelas de *S. stellata*

Para o desenvolvimento desta etapa da pesquisa foi coletado mensalmente nos recifes do Picãozinho, João Pessoa - PB, durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009 quatro exemplares sadios do coral *S. stellata*, utilizando martelo e ponteira. Os exemplares coletados foram colocados em recipientes de vidro com água do mar do local de coleta, e transportados, em condições herméticas para o Laboratório de Estudos Ambientais (LEA/UFPB) onde foram efetuadas extrações dos tecidos dos corais por meio de jatos de compressão a ar (Water Pick®) para a determinação da densidade populacional, índice mitótico e diâmetro celular das zooxantelas. O tecido extraído foi homogeneizado mecanicamente, fixado em Lugol e analisado em microscópio binocular no laboratório didático do Curso de Licenciatura em Biologia da UFCG/CES. As análises das zooxantelas foram efetuadas em câmara de Fuchs Rosenthal (n= 4 por exemplar) e expressas em termos de número de células por centímetro quadrado do esqueleto do coral, conforme técnica de Marsh (1970).

5.2.2.2- Análise taxonômica das diatomáceas associadas a *S. stellata*

Amostras (n=30) de tecidos extraídos de colônias sadias previamente coletadas nos recifes costeiros do Cabo Branco, João Pessoa - PB durante os anos de 2007, 2008 e 2009 e que se encontravam preservadas em solução de formol a 4%, foram submetidas ao processo de oxidação das frústulas das diatomáceas seguindo-se a metodologia de Hasle e Fryxel (1970), visando análises das diatomáceas em microscopia óptica. O procedimento consistiu em agrupar as amostras por estação climática (seca e chuva) para análises posteriores.

Em seguida, parte das amostras foi utilizada para confecção de lâminas permanentes para análise em microscopia óptica. Para tal, foram confeccionadas

lâminas permanentes de cada amostra, usando a resina Cumar-R9 dissolvida em xilol. Cada amostra assim preparada foi examinada em microscópio binocular em aumentos de até 400x no laboratório didático do Curso de Licenciatura em Biologia da UFCG/CES. As imagens obtidas pela microscopia óptica foram arquivadas em computador. Posteriormente, as mesmas foram identificadas, utilizando como referências básicas os trabalhos clássicos de Cupp (1943), Hendeby (1964), Husted (1930), Pacobahyba (1992), Peragallo (1897-1908), Ricard (1987), Silva-Cunha e Eskinazi-Leça (1990), entre outros. A nomenclatura das espécies identificadas foi atualizada usando a base de dados disponível no catálogo do WORMS (World Register of Marine Species), disponível em <http://www.marinespecies.org/about.php>.

5.3- Culturas monoespecíficas de diatomáceas associadas ao coral *S. stellata*

Colônias sadias do coral *S. stellata* foram coletadas durante o período de março a junho de 2010 nos recifes do Cabo Branco. As amostras foram levadas ao LEA/UFPB, onde o tecido das mesmas foi extraído com jato de compressão a ar (Water Pick®). Gotas do material extraído foram inoculadas em meios de cultura (Meio Conway; WALNE, 1966 e Meio F2; GUILLARD; RYTHER, 1962), em tubo de ensaio de 5 ml e mantidos em câmara de cultura climatizada, dotada de lâmpadas fluorescentes, com fotoperíodo de 12 horas (Fig. 4).



Fig. 4- Câmara de cultura de microalgas do Laboratório de Estudos Ambientais da Universidade Federal da Paraíba (LEA/UFPB). Fotografia Cristiane Costa. (2011).

O material foi examinado sob microscópio e as amostras que apresentaram crescimento de células foram purificadas usando micropipetas capilares sob microscópio e repicagens sucessivas, obtendo-se cultivos unialgais. Curvas de crescimento das espécies isoladas foram elaboradas na câmara de culturas do Laboratório de Estudos Ambientais (LEA/UFPB) para caracterizar o potencial de crescimento das espécies nos meios de culturas usados. O acompanhamento dos cultivos foi feito através de contagens celulares em câmara de Fuchs-Rozenthal num microscópio Leica.

5.4- Tratamento dos dados

As análises estatísticas foram efetuadas com o programa Statistica 7.0, com 5% de nível de significância, seguindo as recomendações de Sokal e Rohlf (1983). A homocedasticidade das variâncias de todos os parâmetros da microbiota associada aos escleractínios estudados foi confirmada utilizando o teste de Levene. As médias das variáveis (densidade populacional, diâmetro celular e índice mitótico das zooxantelas e

a densidade populacional dos outros microorganismos associados) analisadas ao longo do período setembro de 2008 a maio de 2009 foram comparadas por análise de variância (ANOVA) e teste HSD de Tukey. O Teste-*t* de Student foi aplicado para comparar as diferenças nas médias dos parâmetros dos simbiontes analisados entre as estações de chuva e seca. Análise de Correlação Múltipla de Spearman examinou as associações entre os parâmetros abióticos (temperatura e salinidade da água, oxigênio dissolvido, material em suspensão e índice pluviométrico) e as variações nos parâmetros das zooxantelas de colônias de *S. stellata* com alterações na cor. Quando a homocedasticidade das variáveis não foi confirmada, análises não paramétricas foram aplicadas.

5.5- Normatização do Texto

O texto e as referências bibliográficas seguiram a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), do ano de 2002.

6- RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1- Monitoramento do fenômeno do branqueamento e alterações na coloração em colônias de *S. stellata*

As variáveis ambientais dos recifes do Picãozinho – PB, registradas para o período de setembro de 2008 a maio de 2009 estão apresentadas na tabela 1 e demonstraram maior valor para a temperatura no mês de janeiro de 2009 e menor em maio de 2009. A salinidade foi maior em novembro e dezembro de 2008 e menor em maio de 2009, a taxa de material em suspensão foi maior em outubro de 2008 e menor em março de 2009, os teores de oxigênio dissolvido na água foram maiores em setembro de 2008 e menores em abril de 2009 e o índice pluviométrico atingiu seu máximo de 540mm em abril de 2009 e o mínimo de 5,0mm em novembro de 2008.

Tabela 1– Valores médios mensais das variáveis ambientais dos recifes do Picãozinho, João Pessoa - PB, referente ao período de setembro de 2008 a maio de 2009. (T= Temperatura da superfície da água; IPM= Índice Pluviométrico Mensal; Sal.= Salinidade; MS= Material em Suspensão e OD= Oxigênio Dissolvido).

Meses	Estações climáticas	T (°C)	Sal.	MS (mg/L)	OD (mg/L)	OD (%)	IPM (mm)
Set/08	Seca	27,6	36,0	13,23	10,41	161,95	86,7
Out/08	Seca	28,1	37,0	31,0	6,87	108,36	44,3
Nov/08	Seca	28,4	38,0	15,57	6,81	108,51	5,0
Dez/08	Seca	28,6	38,0	17,33	5,51	88,12	57,2
Jan/09	Seca	30,2	37,0	10,73	7,38	120,37	57,7
Mar/09	Chuva	28,6	38,	6,10	6,72	107,43	139,0
Abr/09	Chuva	28,0	36,0	11,97	5,48	85,78	540,4
Mai/09	Chuva	27,0	35,0	10,27	7,14	109,27	521,2

Em vermelho = maiores valores e Em azul =menores valores

Das 560 colônias monitoradas ao longo do período de estudo foi observado colônias nas condições sadia, pálida, branqueada e roxa (Fig. 5), sendo a maior frequência de ocorrência registrada para as colônias pálidas (44,5%) e a menor para as colônias roxas (5,4%) (Fig. 6).

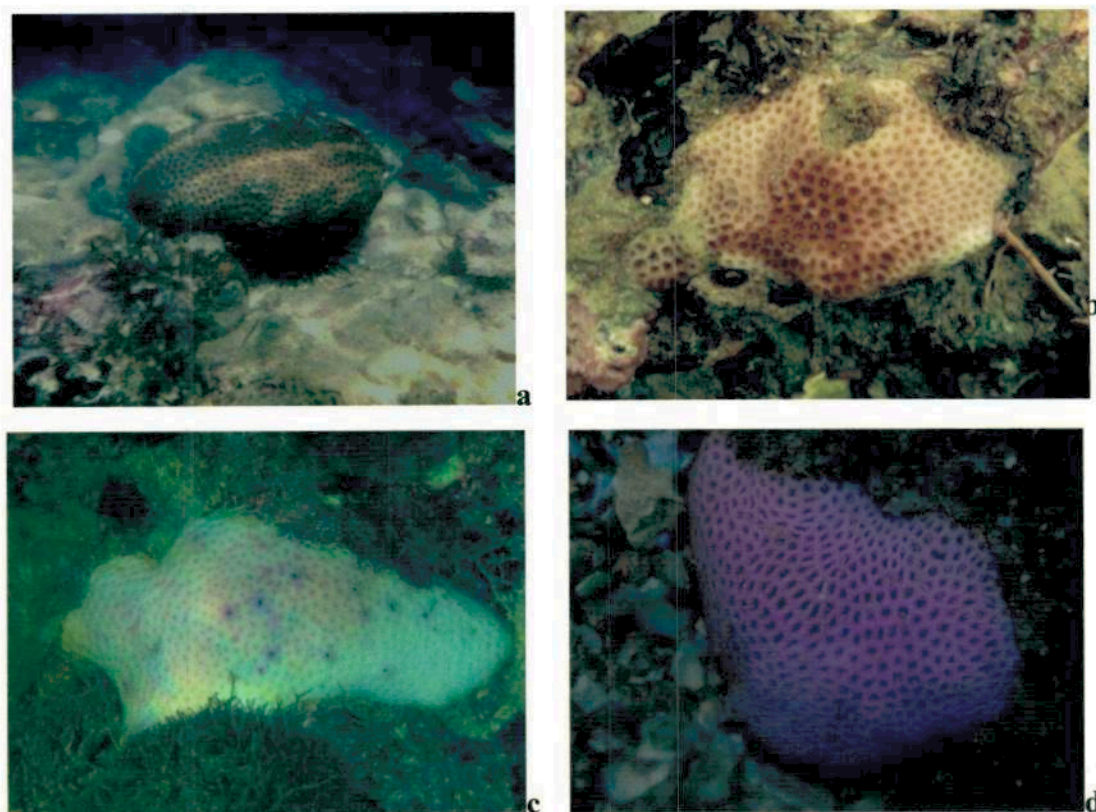


Fig. 5- Alterações na coloração das colônias do coral *Siderastrea stellata* dos recifes do Picãozinho, João Pessoa, PB, observadas durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009. (a= colônia sadia, b= colônia pálida, c= colônias branqueada, d= colônia roxa). Fotografia: Cristiane Costa.

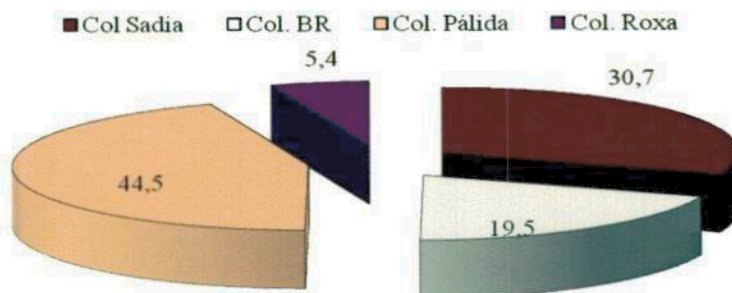


Fig.6- Percentual das alterações na coloração das colônias de *Siderastrea stellata* observadas nos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, analisadas durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009. (Col. = colônia; BR = branqueada).

Considerando os dados mensais do monitoramento, observou-se que as colônias pálidas ocorreram em todos os meses e tiveram maior frequência no período de outubro a dezembro de 2008. Colônias branqueadas, por outro lado, foram mais frequentes no

período de março a maio de 2009, representando o período chuvoso. Colônias roxas ocorreram nos meses de dezembro de 2008 e janeiro de 2009 (Fig. 7). Os dados aqui apresentados corroboram os achados de Costa (2006) que afirma que nos recifes do nordeste brasileiro o fenômeno do branqueamento não está necessariamente relacionado com o aumento da temperatura da água, como tem sido considerado nos trabalhos de Fitt et al. (2000), Glynn et al. (2001), etc., e sim com características particulares da área de estudo, alto hidrodinamismo, sedimentação, etc..

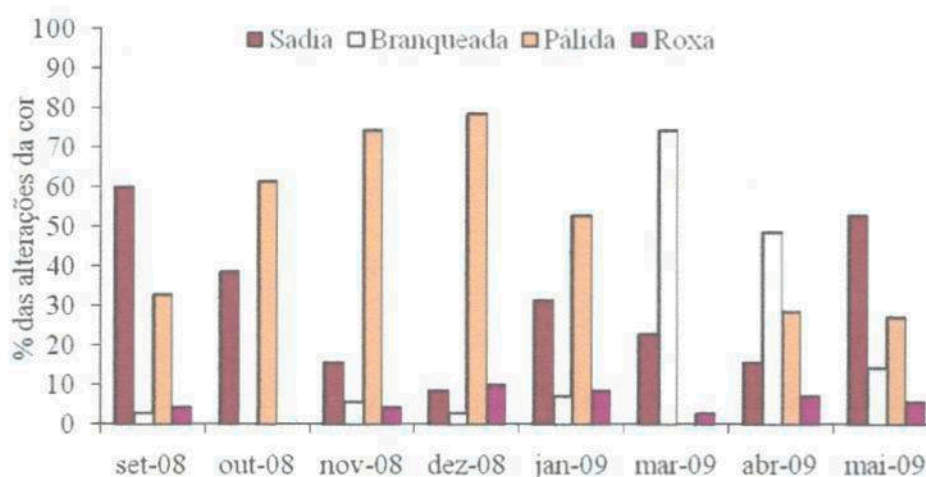


Fig. 7- Percentual das alterações na coloração nas colônias de *Siderastrea stellata* dos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, observada durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009.

As análises das colônias em condições alteradas revelaram redução na densidade das zooxantelas nas colônias branqueadas, pálidas e roxas, em relação aos valores das colônias saudáveis (Fig. 8). Por outro lado, o índice mitótico das zooxantelas foi maior nas colônias branqueadas e roxas em relação às colônias saudáveis (Fig. 9). Da mesma forma se comportou o diâmetro celular das zooxantelas cujas colônias pálidas e branqueadas detiveram os maiores diâmetros celulares e as roxas os menores (Fig. 10).

Fitt et al. (1993) já haviam relatado comportamento inverso entre a densidade populacional das zooxantelas e o índice mitótico das mesmas, quando as colônias eram afetadas pelo fenômeno do branqueamento. Esse comportamento pressupõe oportunismo e adaptabilidade, ou seja, as zooxantelas precisam responder rapidamente às condições do meio, para garantir o caráter homeostático da relação com seus hospedeiros, quer seja aumentando as taxas de divisão celular e com isso a densidade

das células, ou as concentrações de pigmentos fotossintetizantes, como observado por Costa (2006) para exemplares de *S. stellata* coletados nos recifes do Cabo Branco, João Pessoa - PB.

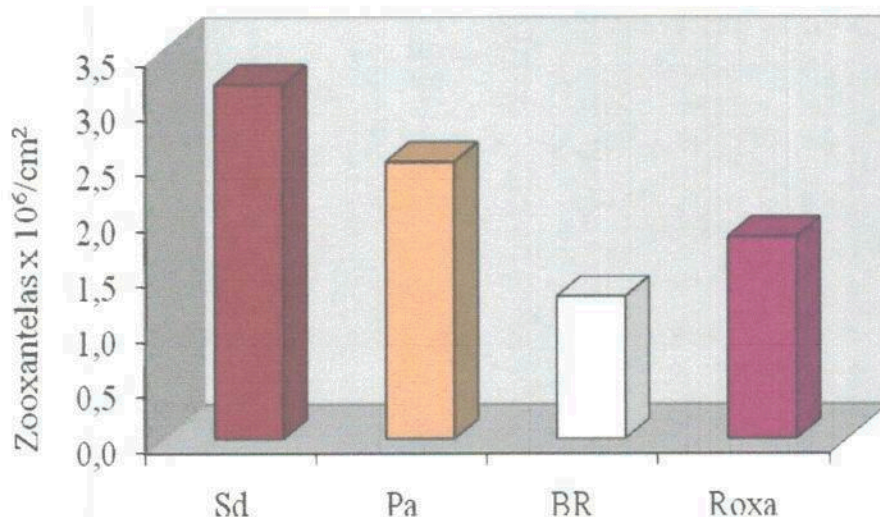


Fig. 8- Valores médios da densidade populacional das zooxantelas de colônias sadias e com colorações alteradas do coral *Siderastrea stellata* dos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, analisadas durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009. (Sd= sadia; Pa= Pálida; BR= Branqueada).

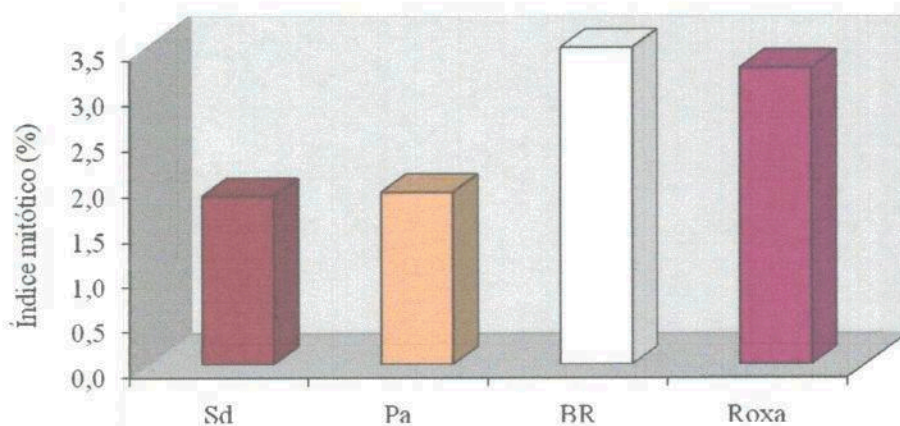


Fig. 9- Valores médios do índice mitótico das zooxantelas de colônias sadias e com colorações alteradas do coral *Siderastrea stellata* dos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, analisadas durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009. (Sd= sadia; Pa= Pálida; BR= Branqueada).

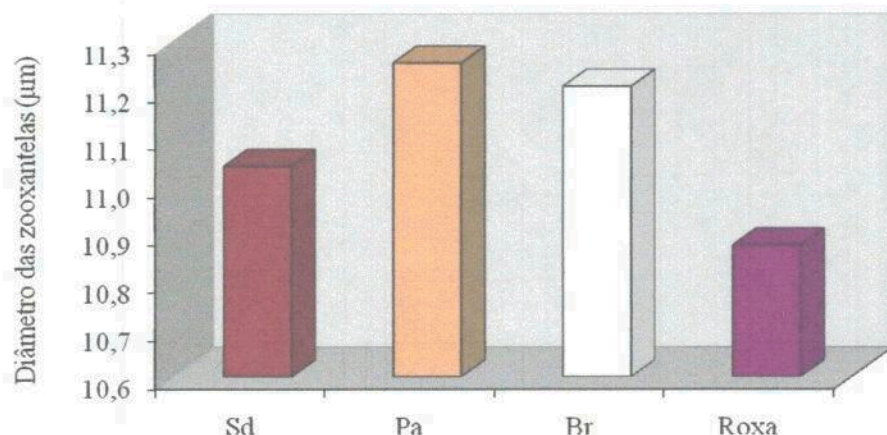


Fig. 10- Valores médios do diâmetro celular das zooxantelas de colônias saudas e com colorações alteradas do coral *Siderastrea stellata* dos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, analisadas durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009. (Sd= sadia; Pa= Pálida; Br= Branqueada)

Analisando as variáveis ambientais e o comportamento dos simbiossitos em colônias com alterações na cor, percebeu-se que mais de uma variável influenciou significativamente no comportamento das zooxantelas (Correlação de Spearman, $p < 0,05$; Tabela 2), a temperatura e a salinidade da água, chuva e oxigênio dissolvido, por exemplo, mostraram relação com as variações mensais registradas para as zooxantelas de *S. stellata* para o período de setembro de 2008 a maio de 2009, sugerindo sincronicidade entre tais parâmetros.

Tabela 2- Correlação de Spearman entre as variáveis ambientais mensais e os parâmetros das zooxantelas das colônias de *S. stellata* com alterações na coloração, coletadas nos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009. (OD= Oxigênio Dissolvido; MS= Material em Suspensão; Dia= Diâmetro; Den= Densidade; IM= Índice Mitótico; Pa.= Pálida; BR= Branqueada; Rox= Roxa)

Variáveis ambientais	Variáveis das zooxantelas								
	Dia Pa.	Dia BR	Dia Rox	Den Pa.	Den BR	Den Rox	IM Pa.	IM BR	IM Rox
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	0,52	-0,03	-0,18	0,20	0,39	-0,61	0,14	-0,55*	0,27
Salinidade	0,21	0,27	0,22	0,62*	0,34	-0,16	-0,10	-0,61*	0,11
Chuva (mm)	0,20	0,12	-0,79*	-0,75	-0,26	-0,79*	0,30	0,47*	0,22
OD (mg/L)	-0,20	-0,38	0,74*	0,76*	0,01	0,83*	-0,30	-0,04	-0,24
MS (mg/L)	-0,59	-0,22	-0,18	0,36	0,01	0,44	-0,34	0,22	-0,39

*Correlação significativa para $p < 0,05$

A coloração roxa observada em *S. stellata*, provocou perda de zooxantelas e possivelmente redução na biomassa do tecido do coral. Esta alteração de cor pode estar associada a mecanismos fotoprotetivos contra raios ultravioletas, como sugerido por Dove et al. (1995, 2001), Salih et al. (2000), Roth et al. (2010), entre outros. No entanto, mesmo não sendo letais fenômenos como esses chamam a atenção, visto que podem ser interpretados como mecanismos de alerta para indicar que perturbações ambientais consistentes estão ocorrendo a ponto de provocar visíveis alterações em colônias sadias desse cnidário. Por outro lado, Weil et al. (2006) chama atenção para o aparecimento de síndromes e doenças nos cnidários dos recifes do mundo inteiro, visto que tais eventos têm sido apontados como as principais causas do declínio da biodiversidade desses ecossistemas.

Ressalta se, contudo, que alterações nos parâmetros das zooxantelas de colônias branqueada e/ou com alterações na cor, influenciadas pelas flutuações das variáveis ambientais tem sido registradas por diversos pesquisadores como Costa et al. (2001a), Fitt et al. (2000), entre outros.

6.2- Análise da microbiota associada a *S. stellata*

6.2.1- Ciclo anual das zooxantelas de *S. stellata*

As colônias sadias do coral *S. stellata*, coletadas no período de setembro de 2008 a maio de 2009 apresentaram flutuações mensais na densidade populacional, índice mitótico e diâmetro celular das zooxantelas ao longo do período estudado. As maiores densidades médias ocorreram em setembro e outubro de 2008 e as menores em janeiro de 2009 não sendo significativas essas flutuações (ANOVA, $p > 0,05$; Fig. 11). Da mesma forma o índice mitótico das zooxantelas apresentou variações mensais não significativas, com maiores valores médios em novembro de 2008 e menores em março e abril de 2009 (ANOVA, $p > 0,05$; Fig. 12). O diâmetro celular das zooxantelas, no entanto, apresentou flutuações significativas ao longo do período estudado, com valores médios significativamente maiores em março de 2009 e significativamente menores em maio de 2009 (ANOVA e Teste HSD de Tukey, $p < 0,05$; Fig. 13).

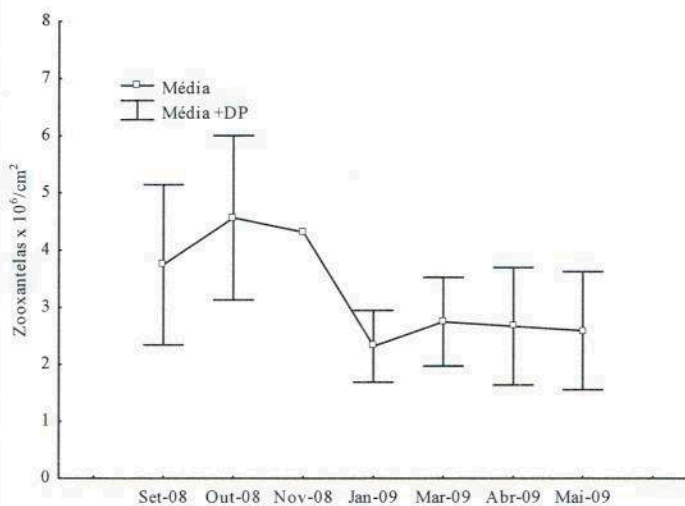


Fig. 11- Densidade média das zooxantelas de *Siderastrea stellata* dos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, analisadas durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009.

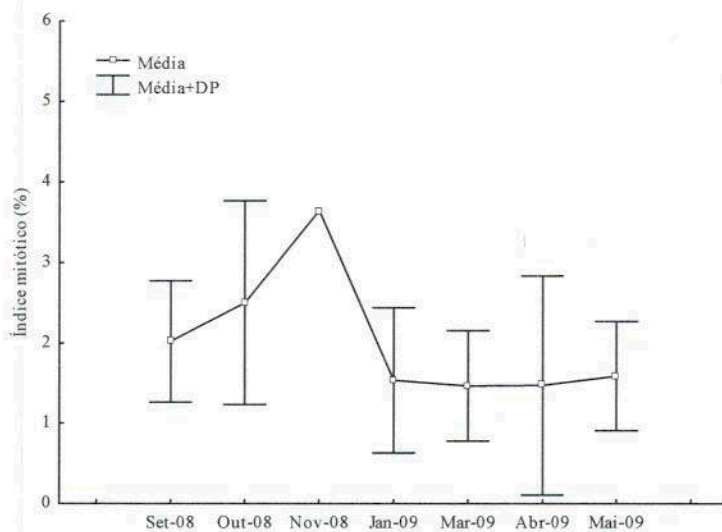


Fig. 12- Índice mitótico médio das zooxantelas de *Siderastrea stellata* dos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, analisadas durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009.

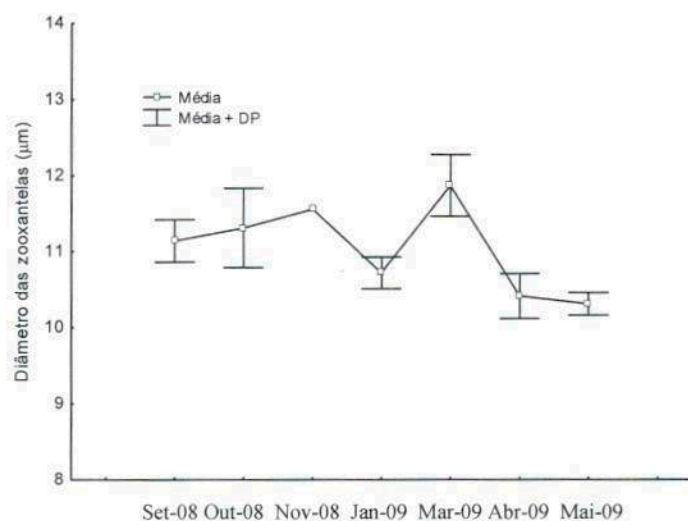


Fig. 13- Diâmetro celular médio das zooxantelas de *Siderastrea stellata* dos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, analisadas durante o período de setembro de 2008 a maio de 2009.

Todas as variáveis das zooxantelas de *S. stellata* analisadas durante as estações climáticas (seca e chuva) apresentaram maiores valores durante a estação seca e menores na chuvosa (Figs. 14, 15 e 16), no entanto diferenças significativas entre as estações climáticas foram observadas apenas para a densidade populacional e o índice mitótico (Teste-*t* de Student, $p < 0,05$). Chama-se atenção para os dados de temperatura, salinidade e taxa de material em suspensão que foram em média maiores nos meses secos em relação aos meses chuvosos (Tabela 1).

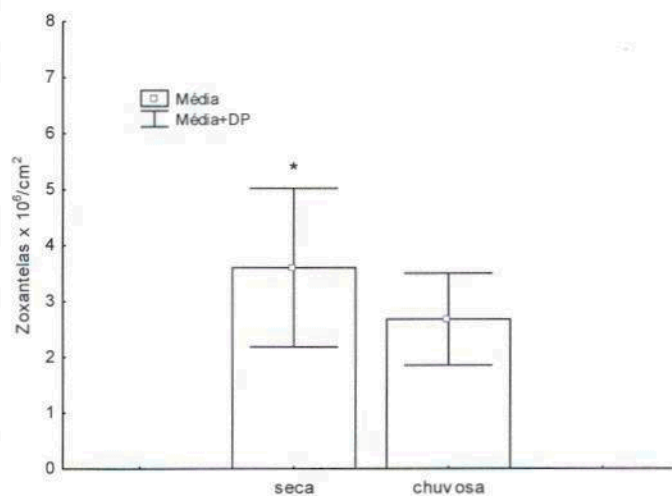


Fig. 14- Densidade média das zooxantelas de *Siderastrea stellata* dos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, analisadas durante as estações de seca e chuva do período de setembro de 2008 a maio de 2009 (*= $p < 0,05$; Teste-*t* de Student).

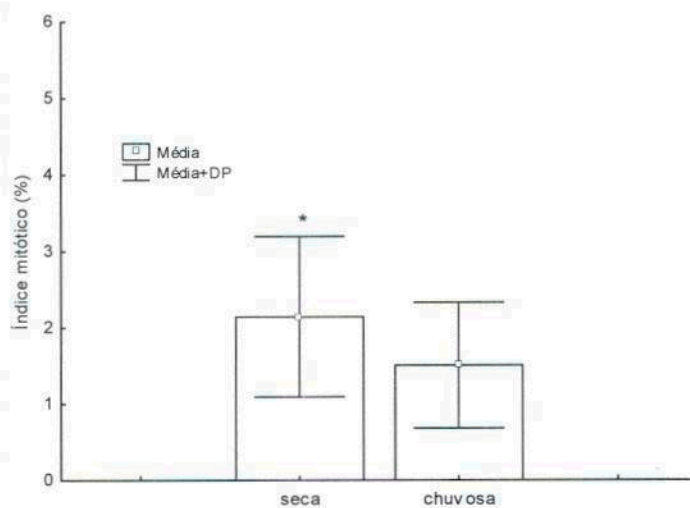


Fig. 15- Índice mitótico médio das zooxantelas de *Siderastrea stellata* dos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, analisadas durante as estações de seca e chuva do período de setembro de 2008 a maio de 2009 (*= $p < 0,05$; Teste-*t* de Student).

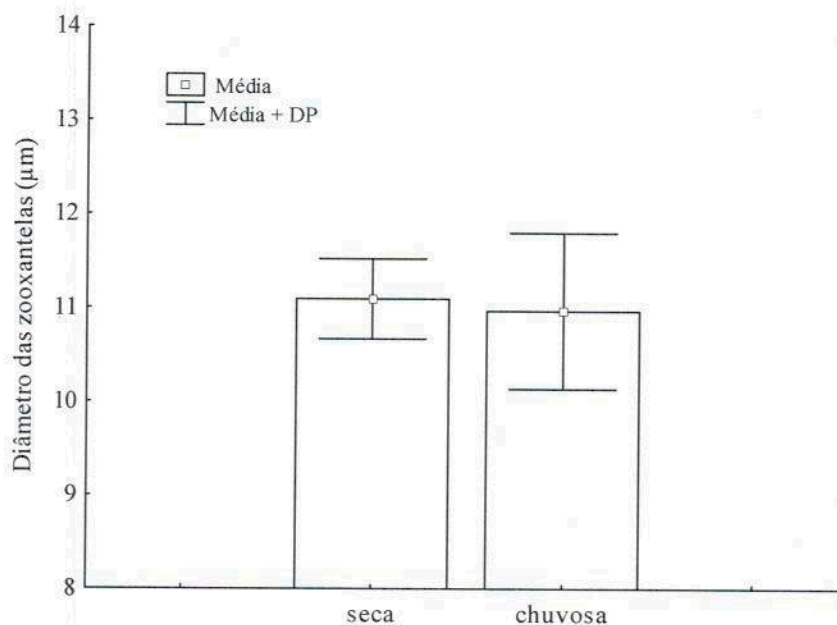


Fig. 16- Diâmetro celular médio das zooxantelas de *Siderastrea stellata* dos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB, analisadas durante as estações de seca e chuva do período de setembro de 2008 a maio de 2009.

Dados similares aos encontrados nesta pesquisa foram registrados por Costa et al. (2005) para várias espécies de corais inclusive *S. stellata*, durante os anos de 2002 e 2003, e por Amorim (2009) para o hidróide calcário *Millepora alcicornis*, no mesmo ambiente. Sassi (1987) também considera que existe uma participação efetiva das variáveis ambientais na dinâmica sazonal do fitoplâncton dos recifes do Cabo Branco, João Pessoa – PB, localizado ao sul da área estudada, sendo o mesmo verificado por Eloy (2005) em zooxantelas hospedadas pela espécie de zoantídeo *Palythoa caribbaeorum* e por Costa (2006) em *S. stellata*. Outros autores como Fitt et al. (2000) e Verde e McCloskey (1998) também já haviam apontado influências dos parâmetros ambientais no comportamento das zooxantelas dentro dos tecidos de seus hospedeiros.

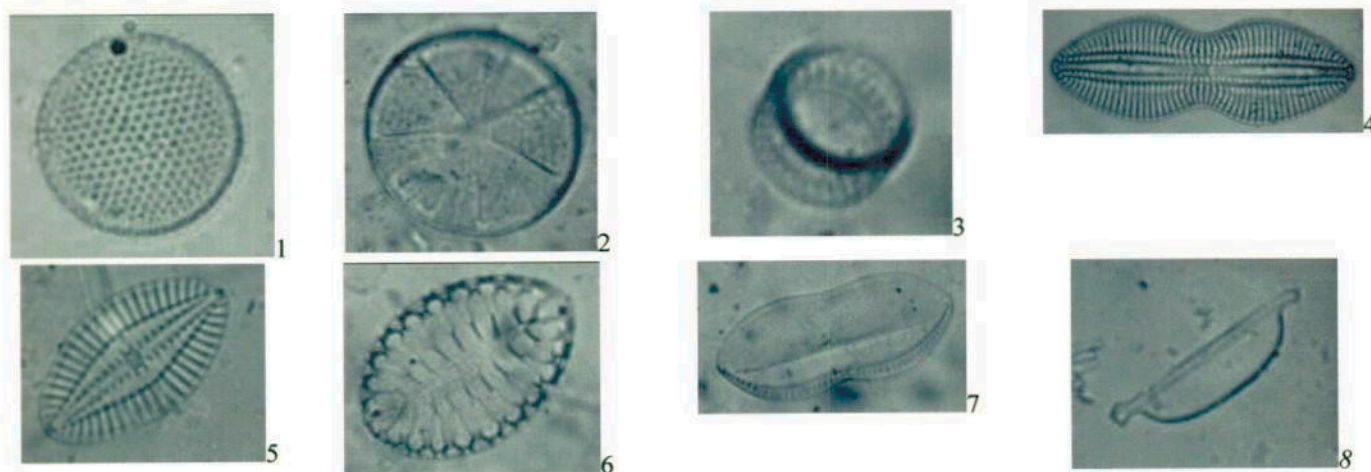
6.2.2- Análise taxonômica das diatomáceas associadas a *S. stellata*

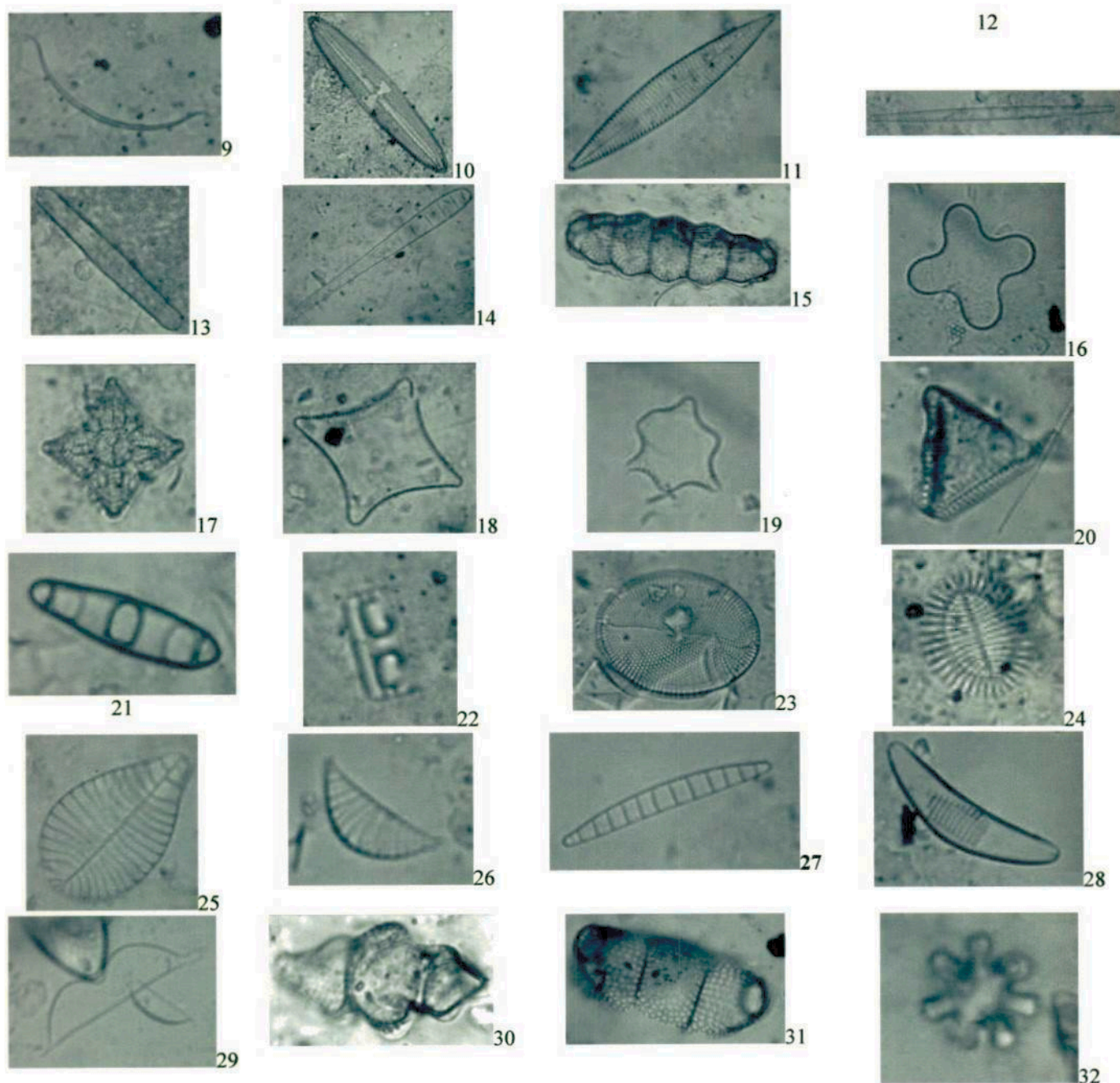
O processo de oxidação das frústulas das diatomáceas mostrou-se muito eficiente para as amostras de coral dos anos de 2007, 2008 e 2009, possibilitando a

identificação de diversas diatomáceas representantes das ordens Penales e Centrales, vivendo como organismos epibiontes do coral *S. stellata*.

No material oxidado, foram encontradas 1.136 diatomáceas, pertencente a 39 gêneros e 28 espécies, entretanto, o número de exemplares não identificados foi expressivo, evidenciando com isso a importância de trabalhos voltados para a taxonomia desses organismos associados a corais. Todas as diatomáceas encontradas são representantes comuns na zona litoral, onde ocorrem como organismos epibentônicos ou no plâncton. Os gêneros mais freqüentes foram *Amphora*, *Cocconeis*, *Cyclotella*, *Diploneis*, *Grammatophora*, *Paralia*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Synedra*, *Surirella* e *Trachyneis*. Fotografias obtidas em microscópio óptico dos taxa mais representativos são apresentadas na prancha 1.

Prancha 1- Diatomáceas epibiontes visualizadas nas lâminas permanentes de amostras oxidadas do coral *Siderastrea stellata*, coletado nos recifes do Cabo Branco, João Pessoa – PB, durante os anos de 2007, 2008 e 2009. Fotografias obtidas em microscópio óptico Leica, em aumento de 400x (1. *Coscinodiscus* sp; 2. *Actinoptychus campanulifer*; 3. *Cyclotella meneghiniana*; 4.; 5. *Diploneis smithii*; 6. *Surirella fastuosa*; 7. *Psammodictyon panduriforme*; 8. *Amphora eunotia*; 9. *Amphora* sp; 10. *Trachyneis aspera*; 11. *Navicula* sp; 12. *Synedra formosa*; 13. *Pinnularia* sp; 14. *Climacosphenia moniligera*; 15. *Terpsinoe musica*; 16. *Triceratium antediluvianum*; 17. *Triceratium pentacrinus*; 18. *Triceratium* sp; 19. *Odontella dubia*; 20. *Triceratium* sp; 21. *Plagiogramma pulchellum*; 22. *Grammatophora hamulifera*; 23. *Mastogloia splendida*; 24. *Cocconeis* sp; 25. *Podocystis adriatica*; 26-32 Diatomáceas não identificadas.





A análise dos períodos climáticos revelou maior diversidade e maior percentual de diatomáceas associadas à *S. stellata* durante as chuvas e menor na seca (Fig. 17 e Tabela 3), o que permite deduzir-se que nessa época do ano persistem condições mais favoráveis ao desenvolvimento desses microssimbiontes em corais, reforçando assim o seu caráter de bioindicadores de qualidade ambiental. E ainda, a constatação de flutuações sazonais na quantidade desses microssimbiontes demonstra que muito ainda

se faz necessário para entender a ecologia do hospedeiro e suas estratégias para superar as alterações ambientais.

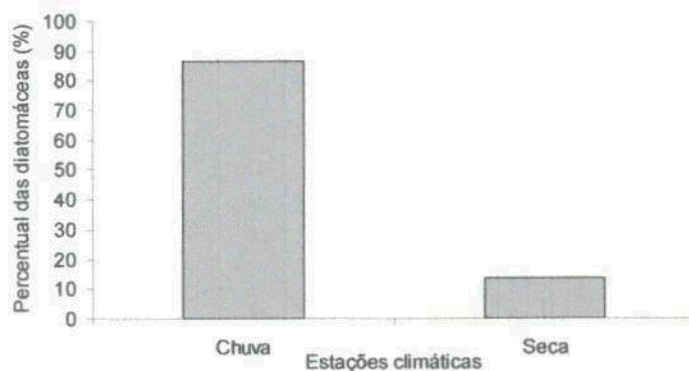


Fig. 17- Percentual das diatomáceas epibiontes observadas nas lâminas permanentes do coral *Siderastrea stellata* coletado nos recifes do Cabo Branco, João Pessoa – PB, durante os anos de 2007, 2008 e 2009.

Tabela 3- Diatomáceas epibiontes encontradas em amostras de *Siderastrea stellata* dos recifes costeiros do Cabo Branco, João Pessoa - PB, coletadas nos anos de 2007, 2008 e 2009. O círculo escuro contendo o número 1 (●) corresponde aos gêneros que foram mais conspicuos nas amostras examinadas.

DIATOMÁCEAS	ESTAÇÕES CLIMÁTICAS	
	Seca	Chuva
<i>Achnanthes</i> sp		X
<i>Actinoptychus campanulifer</i> A. Schmidt, 1875		X
<i>Amphora</i> sp	X ●	X ●
<i>Anorthoneis excentrica</i> (Donkin) Grunow, 1867		X
<i>Coscinodiscus asteromphalus</i> Ehrenberg, 1844		X
<i>Coscinodiscus obscurus</i> A. Schmidt, 1878		X
<i>Campylodiscus</i> sp		X
<i>Caloneis</i>		X
<i>Campyloneis grevillei</i> var. <i>argus</i>		X
<i>Climacophenia monilifera</i> Ehrenberg, 1841	X	X
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing, 1844	X	X ●
<i>Cyclotella striata</i> (Kützing) Grunow in Cleve & Grunow, 1880		X
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg, 1838	X	X
<i>Cocconeis</i> sp	X ●	X ●
<i>Coscinodiscus</i> sp	X	X
<i>Diatoma hyemalis</i> (Roth) Heiberg, 1863		X
<i>Diploneis crabro</i> Ehrenberg, 1844		X ●
<i>Diploneis smithii</i> (Brébisson in W. Smith) P.T. Cleve, 1894	X	X ●
<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehrenberg) De Toni, 1891	X	X
<i>Grammatophora hamulifera</i> Kütz., 1844	X ●	X ●
<i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kützing, 1844	X	X
<i>Grammatophora oceanica</i> var. <i>adriatica</i> (Grunow) Cleve-Euler, 1953	X	X
<i>Grammatophora oceanica</i> var. <i>macilenta</i> (W. Sm.) Grun., 1862		X
<i>Gyrosigma</i> sp		X
<i>Hemidiscus</i> sp		X
<i>Hyalodiscus</i> sp	X	X

<i>Licmophora abbreviata</i> C.A. Agardh, 1831		X
<i>Mastogloia splendida</i> (Greg.) Cleve, 1896		X
<i>Navicula</i> sp	X ①	X ①
<i>Nitzschia</i> sp	X ①	X ①
<i>Odontella dubia</i> (Brightw.) Cleve, 1901	X	X
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) P.T. Cleve, 1873	X ①	X ①
<i>Pinnularia</i> sp		X
<i>Pleurosigma</i> sp		X
<i>Plagiogramma pulchellum</i> Greville	X	X
<i>Plagiotropis lepidoptera</i> (Gregory) Kuntze, 1898		X
<i>Podocystis adriatica</i> (Kützing) Ralfs, 1861		X
<i>Psammodictyon panduriforme</i> (Greg.) Mann		X
<i>Rhaphoneis ampiceros</i> (Ehrenberg) Ehrenberg, 1844	X	X
<i>Rhopalodia musculus</i> (Kützing) O.F. Müller, 1900		X
<i>Skeletonema</i> sp cf <i>S. costatum</i> (Greville) P.T. Cleve, 1878	X	X
<i>Surirella fastuosa</i> (Ehrenberg) Kützing, 1844	X	X
<i>Surirella</i> sp	X	X ①
<i>Synedra formosa</i> Hantzsch, 1863	X	X
<i>Synedra</i> sp		X ①
<i>Terpsinoe musica</i> Ehrenberg		X
<i>Thalassiosira</i> sp		X
<i>Trachyneis aspera</i> Cleve	X	X ①
<i>Triceratium favus</i> Ehrenberg, 1840	X	X
<i>Triceratium favus</i> var. <i>quadrata</i> A. Grunow		X
<i>Triceratium antediluvianum</i> (Ehrenberg) Grunow in Hustedt, 1927		X
Diatomáceas não identificadas	X	X

Algumas considerações ecológicas das espécies mais representativas são apresentadas a seguir, segundo as obras clássicas de Peragallo (1897-1908), Husted (1930), Cupp (1943), Hendey (1964) e Ricard (1987).

1. *Actinoptychus campanulifer* A. Schmidt, 1875

Espécie marinha nerítica planctônica, mesohalóbia e eurihalina. Medida: de 30-63 μm de diâmetro.

2. *Climascopehia moniligera* Ehrenberg, 1841

Marinha, nerítica, epifítica e de ampla distribuição geográfica. Medida: 245 μm de comprimento e 27 μm de largura.

3. *Coscinodiscus asteromphalus* Ehrenberg, 1844.

Espécie marinha, pertencente à Ordem Centrales, comumente encontrada em amostras de plâncton, eurihalina e mesohalóbia.

4. *Coscinodiscus asteromphalus* Ehrenberg, 1844

Espécie marinha, nerítica, holoplanctônica e cosmopolita pertencente à Ordem Centrales, comumente encontrada em amostras de plâncton. Euhalóbia e eurihalina. Medida: 130 μm de diâmetro.

5. *Coscinodiscus obscurus* A. Schmidt, 1878

Espécie marinha nerítica, pertencente à Ordem Centrales, comumente encontrada em amostras de plâncton. Medida: 65 µm de diâmetro

6. *Cyclotella meneghiniana* Kützing, 1844

Cosmopolita de águas doces e salobras. Ocasionalmente encontrada no plâncton litorâneo. Oligohalóbia e halófila. Medida: 15 µm de diâmetro.

7. *Cyclotella striata* (Kützing) Grunow in Cleve & Grunow, 1880

Espécie característica das águas salobras, também marinha desce o estuário pelo curso dos rios até as águas quase doces, mesohalóbia, eurihalina e cosmopolita. Medida: 35 µm de diâmetro.

8. *Diploneis smithii* (Brébisson in W. Smith) P.T. Cleve, 1894

Espécie marinha de ampla distribuição geográfica nos litorais, lagunas costeiras e estuários. Também são encontradas no sedimento. Eurihalina. Medida: 42 µm. de comprimento e 21 µm de largura.

9. *Grammatophora marina* (Lyngbye) Kützing, 1844

Espécie marinha, cosmopolita, litoral, epífita e ocasional no plâncton. Polihalóbia.

10. *Grammatophora oceanica* var. *adriatica* (Grunow) Cleve-Euler, 1953

Espécie marinha nerítica, cosmopolita, epifítica e ocasionalmente no plâncton. Euhalóbia e eurihalina. Medida: de 35 -105 µm de comprimento e 16-29 µm de largura.

11. *Grammatophora oceanica* var. *macilenta* (W. Sm.) Grun., 1862

Variedade marinha litoral de ampla distribuição geográfica, geralmente acompanha a espécie.

12. *Mastogloia splendida* (Greg.) Cleve, 1896

Marinha epífita em mares tropicais e temperados.

13. *Paralia sulcata* (Ehrenberg) P.T. Cleve, 1873.

Espécie marinha, nerítica bentônica, ocasional no plâncton, ticopelágica e de ampla distribuição geográfica. Polihalóbia e eurihalina. Medida: de 26-35 µm de diâmetro.

14. *Psammodictyon panduriforme* (Greg.) Mann

Marinha litoral, ocasional no plâncton, mesohalóbia e eurihalina. Cosmopolita.

15. *Plagiogramma pulchellum* Greville

Espécie marinha litoral, euhalóbia.

16. *Rhaphoneis amphiceros* (Ehrenberg) Ehrenberg, 1844

Marinha planctônica, em águas tropicais.

17. *Rophalodia musculus* (Kützing) Muller

Espécie de águas salobras, nos litorais, em estuários e lagunas costeiras. Cosmopolita, mesohalóbia e eurihalina. Medida: 26 μm de comprimento e 14 μm de largura.

18. *Surirella fastuosa* (Ehrenberg) Kützing, 1844

Espécie marinha, nerítica, cosmopolita, ocorre também em estuários e em águas salobras. Eurihalina. Medida: 59,5 μm de comprimento e 41 μm de largura.

19. *Terpsinoe musica* Ehrenberg

Espécie de ampla distribuição nas águas salobras e particularmente em zonas quentes. Mesohalóbia e eurihalina. Medida: 132 μm de comprimento e 53 μm de largura, na vista valvar.

20. *Triceratium favus* Ehrenberg, 1840

Espécie marinha, nerítica, planctônica, cosmopolita, euhalóbia e eurihalina.

21. *Triceratium favus* var. *quadrata* A. Grunow

Variedade marinha nerítica, principalmente em águas salobras. Medida: 90,2 μm de largura, correspondente aos ângulos apicais e 47,5 μm de largura no nível médio das escavações.

22. *Triceratium antediluvianum* (Ehrenberg) Grunow in Hustedt, 1927

Variedade marinha, nerítica, epifítica e meroplanctônica. Medida: de 42-52 μm de largura, ao nível das escavações. De 90-93 μm de largura, correspondendo aos ângulos apicais.

A ocorrência de grande variedade de outros microssimbiontes associados a cnidários já havia sido destacada na literatura, a exemplo de Piyakarnchana et al. (1986) em sete espécies de corais do Golfo da Tailândia, Costa et al. (2001b, 2004a) em cinco espécies de corais do litoral sul de Pernambuco, Brasil; Eloy (2005), no zoantídeo *Palythoa caribbaeorum* dos recifes costeiros da Ponta do Seixas, João Pessoa, PB, e Amorim (2009), no hidróide calcário *Millepora alcicornis* dos recifes do Picãozinho João Pessoa, PB. Esses autores também observaram a ocorrência de alterações no

percentual desses microssimbiontes associados às variações principalmente da chuva e da temperatura superficial da água do mar, indicando que estes parâmetros interferem no comportamento sazonal desses microorganismos que vivem associados a cnidários. A ação de variáveis ambientais sobre a dinâmica sazonal do fitoplâncton dos recifes do Cabo Branco também foi ressaltado por Sassi (1987).

O papel que esses outros microssimbiontes exercem em seus hospedeiros ainda é obscuro, visto que a maioria pode ocorrer como organismos epibiontes, possivelmente oportunistas (COSTA et al., 2001a, 2004b). Entretanto, parece óbvio que sua presença é mais diversificada e abundante em cnidários que produzem mais muco, como em *S. stellata* e *P. caribbaeorum*. É possível que esses organismos sejam capturados pelo muco, juntamente com outras formas de matéria orgânica particulada. O material capturado é transportado por sobre a superfície do coral por correntes ciliares e liberado para a água em tal magnitude que o muco pode ser a forma dominante de matéria orgânica ao redor dos recifes (WILD et al., 2004).

Desde que os organismos dos recifes de corais podem tolerar limites estreitos de condições ambientais e são sensíveis às mudanças do ambiente (MAYAL et al., 2009), pode-se presumir que esses microssimbiontes sejam eficientes indicadores das condições de saúde dos corais e de outros cnidários, podendo ser usados juntamente com as zooxantelas como verdadeiros termômetros marinhos para avaliar a saúde dos recifes, fatos que sugerem que os estudos desses organismos necessitam ser mais difundidos.

6.3 Culturas monoespecíficas de diatomáceas associadas ao coral *S. stellata*

Durante o período de março a junho de 2010 foram obtidas culturas unialgais de diversas diatomáceas associadas a exemplares sadios de *S. stellata*, sendo que foram trabalhadas nesta parte da pesquisa as espécies *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reiman & Lewin, 1964 (Fig.18) e *Entomoneis alata* (Ehrenberg) Ehrenberg, 1845 (Fig. 19), que tiveram suas curvas de crescimento caracterizadas em meio Conway.

Entomoneis alata possui frústula constricta na sua porção mediana, retorcidas em forma de oito, valvas lineares com ápices agudos, possuindo na área axial uma quilha sigmóide que inclui a rafe, sendo a superfície da valva estriada. A região conectival é composta de numerosas bandas, finamente estriadas (RICARD, 1987).

Segundo Moreira Filho et al. (1999), a espécie é marinha, cosmopolita, freqüente em lagunas e estuários, rara em lagos salgados continentais, e apresenta as seguintes dimensões: 100 µm de comprimento e 28 µm de largura, e contém 16 estrias em 10 µm. Por outro lado, *Cylindrotheca closterium* é uma espécie solitária, móvel, com a parte central elíptica-lanceolada, com extremidades filiformes e flexíveis (RICARD,1987). Trata-se de uma espécie cosmopolita de águas marinhas e salobras (CUPP, 1943), e que tem sido observada vivendo como epífita de algas em áreas litorâneas. Apresenta as seguintes dimensões: eixo apical: 25 - 91 µm, quilha com 7 pontos em 10 µm (SILVA-CUNHA; ESKINAZI-LEÇA, 1990).



Fig. 18- *Cylindrotheca closterium* em cultura unialgal do banco de cultura do LEA/UFPB. (Aumento= 400x)

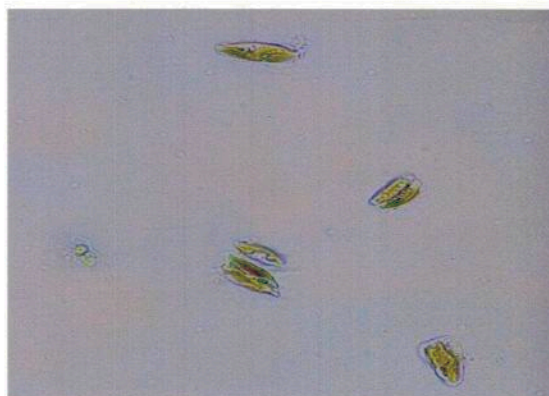


Fig. 19- *Entomoneis alata* em cultura unialgal do banco de cultura do LEA/UFPB. (aumento= 400x).

O padrão de crescimento de ambas as espécies, monitorado na câmara de cultura do LEA/UFPB, através de contagens celulares, evidenciou que a espécie *E. alata* apresentou crescimento exponencial do 3º ao 8º dia e rendimento máximo a partir do 15º dia, ultrapassando 13×10^5 células/ml (Figura 20), e a espécie *Cylindrotheca closterium* também apresentou crescimento exponencial do 3º ao 8º dia, e a cultura atingiu o rendimento máximo a partir do 15º dia ultrapassando 13×10^5 células/ml (Fig. 21).

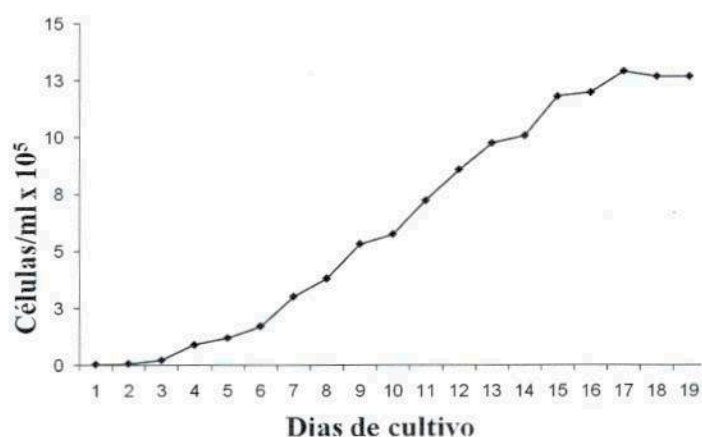


Fig. 20– Curva de crescimento de *Entomoneis alata* extraída do tecido de *Siderastrea stellata* dos recifes costeiros do Cabo Branco, João Pessoa – PB, e mantida na câmara de cultura do LEA/UFPB, sob meio de cultura F2 (GUILLARD; RYTHÉ, 1962).

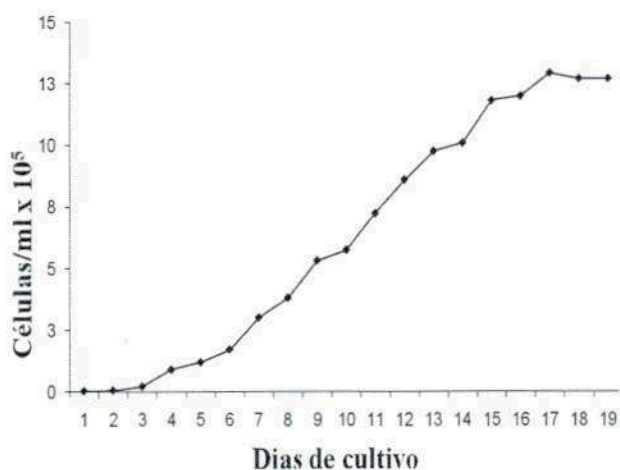


Fig. 21– Curva de crescimento de *Cyllindrotheca closterium* extraída do tecido de *Siderastrea stellata* dos recifes costeiros do Cabo Branco, João Pessoa – PB, e mantida na câmara de cultura do LEA/UFPB, sob meio de cultura F2 (GUILLARD; RYTHÉ, 1962).

O rápido desenvolvimento dessas espécies em cultivo evidencia seu caráter oportunista quando condições favoráveis existem. Dessa forma, pode-se presumir que os corais oferecem às diatomáceas condições suficientes à sua nutrição, possibilitando assim que esses microorganismos vivam como epibiontes, colonizando a superfície das colônias e utilizando-se dos nutrientes presentes no muco excretado por esses cnidários. Entretanto, as variações em abundância e diversidade desses microorganismos sobre os tecidos do coral nas diferentes condições climáticas conforme observado na pesquisa

denota variações na oferta de compostos nutricionais para o crescimento das diatomáceas, de modo que as reduções desses simbiontes nos tecidos dos corais claramente demonstram condições de estresse, evidenciando sua importância como bioindicadores de qualidade ambiental.

Por outro lado, alterações nas condições de saúde em cnidários, resultante de fenômenos de branqueamento, síndrome e/ou doenças também provocam reduções nas quantidades de organismos epibiontes como as diatomáceas, fatos estes previamente registrados por Simões (2009), Lima (2009), Furtado e Costa (2009) e Amorim (2009). Presume-se, a partir desses achados, que o entendimento do padrão de crescimento e o rendimento máximo de diatomáceas isoladas de cnidários poderão trazer novas luzes a ecologia do hospedeiro, principalmente durante períodos de perturbações ambientais.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

7- CONCLUSÕES

- a)- O fenômeno do branqueamento e as alterações na coloração do coral *S. stellata* nos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB mostram-se recorrentes, desestabilizando a relação entre o coral e as zooxantelas.
- b)- As maiores taxa de divisão celular das zooxantelas observada em colônias branqueadas de *S. stellata* parecem ser uma tentativa do hospedeiro ou dos simbioss para reporem suas concentrações perdidas
- c)- Mais de uma variável ambiental influenciou no comportamento das zooxantelas associadas ao coral *S. stellata* nos recifes do Picãozinho, João Pessoa – PB.
- d)- As zooxantelas do coral *S. stellata* dos recifes do Picãozinho, João Pessoa - PB exibem padrões distintos de variação sazonal em termos de densidade populacional, índice mitótico, diâmetro celular.
- e)- As diferenças sazonais das espécies de diatomáceas observadas do coral *S. stellata* dos recifes do Cabo Branco, João Pessoa – PB, confirmam a importância desses microorganismos como bioindicadores de qualidade ambiental.
- f)- O cultivo das espécies de diatomáceas encontradas em associação com o coral *S. stellata* dos recifes do Cabo Branco, João Pessoa – PB, evidenciou o caráter oportunista destes simbioss, desenvolvendo-se rapidamente quando em condições favoráveis.

8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIDAR, E.; ASANO, C. R.; COLEPICOLO, P. Nitrate reductase activity in the diatom *Biddulphia longicrus*: characterization and day oscillation. **Bol. Inst. Oceanogr.**, São Paulo, v.43, n.1, p.123-128, 1995.
- ALKER, A. P.; SMITH, G. W.; KIM, K. Characterization of *Aspergillus sydowii* (Thom et Church) a fungal pathogen on Caribbean sea fan corals. **Hydrobiology**. v.460, p 105–111, 2001.
- AMARAL, F. D.; HUDSON, M. M.; COURA, M. C. New findings on corals and hydrocorals from the Marine Park of the Manuel Luiz Parcel (Maranhão State). **Proc. 8th. Int. Coral Reef Symp.**, v.115, n.3, p.294, 2000.
- AMORIM, T. P. L. **Microsymbiontes associados a *Millepora alcicornis* (Linnaeus, 1758) (Cnidaria, Hydrozoa) dos recifes costeiros de Picãozinho, João Pessoa-PB.** Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB. 2009. 146p.
- ANTONIUS, A. The 'band' diseases in coral reefs. **Proc. 4th Int. Coral Reef Symp.**, v.2, p.7–14, 1981.
- ANTONIUS, A. Distribution and dynamics of coral diseases in the Eastern Red Sea. **Proc 6th Int Coral Reef Symp.**, Townsville, v.2, p.293–298, 1998.
- ATINKSON, M. J. Are coral reefs nutrient-limited ?. **Proc. 6th. Int. Coral Reef Symp**, n.1, p.157-166, 1988.
- BONGIORNO, L.; RINKEVICH, B. The pink-blue spot syndrome in *Acropora eurystoma* (Eilat, Mar-Vermelho): A possible marker of stress. **Zoology**. v.108, n.3,p.247-256, 2005.
- BORGER, J. L. Scleractinian coral diseases in south Florida: incidence, species susceptibility, and mortality **Dis Aquat Org**. v.67, n.3, p. 249-58, 2005.
- BUDDEMEIER, R. W.; FAUTIN, D. G. Coral bleaching as an adaptive mechanism. **Bio. Science**. v.43, n.5, p.320-326, 1993.
- CASTRO, C. B.; PIRES, D. O. A bleaching evento in a brazilian coral reef. **Rev. Bras. Oceanogr**. v.47, n.1, p.87-90, 1999.
- CERVINO, J. M.; HAYES, R. L.; POLSON, S. W.; POLSON, S. C.; GOREAU, T.J.; MARTINEZ, R. J.; SMITH, G. W. Relationship of *Vibrio* species infection and elevated temperatures to yellow blotch/band disease in Caribbean corals. **Appl Environ Microbiol**. v.70, n.11, p. 6855–6864, 2004.

COSTA, C. F. **Zooxantelas de algumas espécies de corais da Praia de Gaibu e de Tamandaré (PE)**. Monografia (Licenciatura em Biologia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 1998. 60p.

COSTA, C. F. **Zooxantelas (Dinoflagelados simbióticos) hospedadas por corais (Cnidaria, Scleractinia) dos recifes do Picãozinho, João Pessoa, Paraíba, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2001. 90p.

COSTA, C. F.; AMARAL, F. D.; SASSI, R.; ESKINAZI-LEÇA, E. Some diatoms attached scleractinian corals from northeast, Brazil. **Rev. Nordestina de Biologia**. v.15, n.1, p.23-30, 2001a.

COSTA, C.F.; SASSI, R. ; AMARAL, F. D. Branqueamento em *Siderastrea stellata* (Cnidaria, Scleractinia) da Praia de Gaibú, Pernambuco, Brasil. **Rev. Nordestina de Biologia**. v.15, n.1, p.15-22, 2001b.

COSTA, C. F.; SASSI, R. AMARAL, F. D. Population density and photosynthetic pigment content in symbiotic dinoflagellates in the Brazilian scleractinian coral *Montastrea cavernosa* (Linnaeus, 1767). **Brazilian J. Oceanogr.**, v.52, n.2, p. 1-7, 2004a.

COSTA C. F.; COUTINHO, C. S.; SASSI, R.; BRITO, A. C. V. L. Microsymbionts of *Siderastrea stellata* (Cnidaria, Scleractinia) in coastal reefs of Cabo Branco, State of Paraíba, Northeastern, Brazil. **Tropical Oceanogr.** v,32, n.2, p. 173-181, 2004b.

COSTA, C.F.; SASSI, R. AMARAL, F.D. Annual cycle of symbiotic dinoflagellates from three species of scleractinian corals from coastal reefs of northeastern Brazil. **Coral Reefs**. n.24, p.191-193, 2005.

COSTA, C. F. **Estudo eco-fisiológico e molecular dos dinoflagelados simbióticos de *Siderastrea stellata* Verril, 1868 (CNIDARIA, SCLERACTINIA) dos recifes costeiros do Cabo Branco, Paraíba, Brasil**. Tese de Doutorado, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB. 2006. 156p.

COSTA, C.F.; SASSI, R.; COSTA, M. A.; BRITO, A. C. L. Recifes costeiros da Paraíba, Brasil: usos, impactos e necessidades de manejo no contexto da sustentabilidade. **Gaia Scientia**. v.1, n.1, p.37-45, 2007.

COSTA, C. F.; SASSI, R.; GORLACH-LIRA, K. Zooxanthellae genotypes in the coral *Siderastrea stellata* from coastal reefs in northeastern Brazil. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v.367, p.149-152, 2008.

CUPP, E. E. Marine plankton diatoms of west Coast América. **Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography of the University of California**. v.5, p.1-238, 1943.

- DIEKMANN, O. E.; BACK, R.P. M.; L, STAM, W. T.; OLSEN, J. L. No habitat correlation of zooxantellae in the coral genus *Madracis* on a Curaçao reef. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** v.227, p.221-232, 2002.
- DOUGLAS, A. E. Coral bleaching-how and why ? **Mar. Poll. Bull.** v.46, p.385-392, 2003.
- DOVE, S. G.; TAKABAYASHI, M.; HOEGH-GULDBERG, O. Isolation and partial characterization of the pink and blue pigments of Pocilloporid and Acroporid corals. **Biol Bull.** v.189, p.288-297, 1995.
- DOVE, S.G.; HOEGH-GULDBERG, O.; RAGANATHAN, S. Major colour patterns of reef-building corals are due to a family of GFP-like proteins. **Coral Reefs.** v.19, p.197-204, 2001.
- ELOY, C. C. **Estudo da microbiota simbiote de *Palythoa caribaeorum* (Duchassang e Michelloti, 1860) (Cnidaria – Zoanthidea), da praia do Cabo Branco, Paraíba, Brasil, com ênfase nas zooxantelas.** Dissertação (Mestrado em Zoologia) Universidade Federal da Paraíba João Pessoa, PB. 2005. 100p.
- FITT, W.K; SPERO, H. J.; HALAS, J. WHITE, M. W.; PORTER, J. W. Recovery of the coral *Montastrea annularis* in the Florida keys after the 1987 Caribbean “Bleaching event”. **Coral Reefs.** v.12, p.57-64, 1993.
- FITT, W. K.; MCFARLAND, F. K.; WARNER, M. E.; CHILCOAT, G. C. Seasonal patterns of tissue biomass and densities of symbiotic dinoflagellates in reef corals and relation to coral bleaching. **Limnol. Oceanogr.** v.45, n.3, p.677-685, 2000.
- FURTADO, S. S.; COSTA, C. F. Branqueamento e doenças em *Palythoa caribaeorum* (Cnidaria, Zoanthidea) dos recifes do Picãozinho, João Pessoa-PB. In: VI CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, 4., 2009, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: PIBIC, CNPq, UFCG, 2009. p. 1-11.
- GARRETT, P.; DUCKLOW, H. Coral diseases in Bermuda. **Nature.** V.253, p.349-350, 1975.
- GATES, R. D.; BAGHDASARIAN, G.; MUSCATINE, L. Temperature stress causes host cell detachment in symbiotic cnidarians: implications for coral bleaching. **Biol. Bull.** v.182, p.324-332, 1992.
- GLYNN, P. W. Extensive “bleaching” and death of reef corals on the Pacific coast Panama. **Environ. Conserv.** v.10, p.149-154, 1983.
- GLYNN, P. W. Coral reef bleaching: ecological perspectives. **Coral Reefs.** v.12, p.1-17, 1993.

- GLYNN, P. W.; MATE, J. L.; BAKER, A. C.; CALDERON, M. O. Coral reef bleaching and mortality in Panama and Ecuador during the 1997-1998 El Niño-Southern oscillation event: spatial/temporal patterns and comparison with the 1982-1983 event. **Bull. Mar. Sci.** v.69, n.1, p.79-109, 2001.
- GOREAU, T. J.; MACFARLANE, A. M. Reduced growth rate of *Montastrea annularis* following the 1987-1988 coral bleaching event. **Coral Reefs**. v.8, n.4, p.211-215, 1990.
- GREEN, E.; BRUCKNER, A. The significance of coral disease epizootiology for coral reef conservation. **Biol. Conserv.**, v.96, p. 347-361, 2000.
- GUILLARD, R. R. L.; RYTHER, J. H. Studies of marine planktonic diatoms I – *Cyclotella nana* Hustedt and *Detonula confervaceae*. **Gran. Can. J. Microbiol.** v. 8, p. 229-239, 1962.
- HASLE, G. R.; FRYXELL, G. A. Diatoms: cleaning and moulting for light and electron microscopy. **Transaction American Microscopical Societe**, Lawrence, v.89, n.4, p. 469-474, 1970.
- HENDEY, N. L. An introductory account of the smaller algae of British Coastal water. V. *Bacillariophyceae* (Diatoms). **Fishery Investigations Series**. v.4, n.5, p.1-317, 1964.
- HUSTED, F. Bacillariophyta (Diatomeae) In: A. Pascher (ed.), **Die Susswasser Flora Mitteleuropas**. Gutav Fischer, Jena, Germany. v.10, p.466, 1930.
- KACZMARSKY, L. T. Coral disease dynamics in the central Philippines. **Dis Aquat Org** v.69, n.1, p.9-21, 2006.
- LABOREL, J. Madreporaires et hydrocoralliaires récifaux des cotes brésiliennes. **Rés Sci Camp Calypso**. v.9, n.25, p.171-229, 1970.
- LEÃO, Z. M. A. N. **Guia para identificação dos corais do Brasil**. Univ. Fed. Bahia, Salvador, 1986, 57p.
- LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P. A relic coral fauna threatened by global changes and human activities, Eastern Brazil. **Mar Poll Bull**. p.599–611, 2005.
- LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P.; TESTA, V. Corals and coral reefs of Brazil. In: Cortes J. Ed., **Latin American Coral Reefs**, p.9-53, 2003.
- LESSER, M. P.; MAZEL, C. H.; GORBUNOV, M. Y.; FALKOWSKI, P. G. Discovery of Symbiotic Nitrogen-Fixing Cyanobacteria in Corals. **Science**. v.305, p.998-1000, 2004.
- LIMA, R. C. P. **Aspectos ecológicos e caracterização genotípica de endossimbiontes dinoflagelados de *Siderastrea stellata* (Cnidaria, Scleractinia) nos recifes costeiros**

do Cabo Branco, João Pessoa, PB. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB. 2009. 64p.

LOURENÇO, S. O. **Variação da composição bioquímica de microalgas em cultivos, com ênfase nos efeitos da disponibilidade do elemento nitrogênio.** São Paulo. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo. Instituto Oceanográfico. 1996.163p.

MARCELINO, R.L.; SASSI, R.; CORDERIO, T.A.; COSTA, C.F. Uma abordagem sócio-econômica e sócio-ambiental dos pescadores artesanais e outros usuários ribeirinhos do estuário do rio Paraíba do Norte, Estado da Paraíba, Brasil. **Tropical Oceanography**. v.32, n.2, p.179-192, 2005.

MARSH, J. A. Primary productivity of reef-building calcareous red algae. **Ecology**. v.51, n.2, p.255-263, 1970.

MARTÍNEZ, J. L.; BAQUERO, F. Interactions among strategies associated with bacterial infection, pathogenicity, epidemicity, and antibiotic resistance. **Clin Microbiol Rev** v.15, p. 647-679, 2002.

MAYAL, E. M.; NEUMANN-LEITÃO, S.; FEITOSA, F. A. N.; SCHWAMBORN, R., SILVA, T. A.; SILVA-CUNHA, M. G. G. Hydrology, plankton, and corals of the Maracajaú reefs (Northeastern Brazil) – and ecosystem under severe thermal stress. **Braz. Arch. Biol. Technol.** v.52, n.3, p. 665-678, may/jun 2009. ISSN 1516-8913.

MELO, G. N.; SASSI, R.; ARAÚJO, T. F. H. Crescimento de *Phaeodactylum tricorutum* Bohlin (Bacillariophyta) em água do mar enriquecida com soluções derivadas da decomposição de algas arribadas como meio de cultura. **Revista Nordestina de Biologia**, João Pessoa, v.8, n.1, p.45-53, 1993.

MIGOTTO, A. E., SILVEIRA, F.L; SCHLENZ, E; FREITAS, J. C. Lista dos cnidários marinhos reportados para a costa do Estado de São Paulo. In: **Biodiversidade do Estado de São Paulo - BIOTASP**. Campinas: Fundação Tropical. Universidade de São Paulo. v.5, p.33-39, 1997.

MOBERG, F.; FOLKE, C. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. **Ecol. Econ.** n.29, p.215-233, 1999.

MOREIRA FILHO, H.; ESKINAZI-LEÇA, E.; VALENTE-MOREIRA, I. M. Avaliação taxonômica das diatomáceas (Chrysophyta-Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas nos Estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Maranhão, Pará e Amapá (Brasil). **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. Pernambuco**, p.27, v.1, p.55-90,1999.

MULLER-PARKER, G.; D'ELIA, C. F. Interactions between corals and their symbiotic algae. In: Birkeland C (ed.). **Life and death of coral reefs**, p.96-113, 1997.

MUSCATINE, L. Endosymbiosis of cnidarian and algae; pp. 359-389. In: Muscatine, L. and Lenhoff, H.M. (Ed) **Coelenterate Biology. Reviews and new perspectives**. Academic Press. New York, 1974.

MUSCATINE, L. The role of symbiotic algae in carbon and energy flux in reef corals. In: DUBINISKY, Z. (Ed.) Ecosystems of the world. **Coral Reefs**. v.25, p.75-87, 1990.
ODUM, H. T.; ODUM, E. P. Trophic structure and productivity of a windward coral reef community on Eniwetok Atoll. **Ecol Monogr**. n.25, p.291-320, 1955.

NEVES, E. G.; SILVEIRA, F. L. Release of planula larvae, settlement and development of *Siderastrea stellata* Verrill, 1868 (Anthozoa, Scleractinia). **Hydrobiologia**, v.501, p.139-147, 2003.

PACOBAYHYBA, L. D. **Diatomáceas (Bacillariophyta) epífitas na fanerogama marinha *Halodule wrightii* Aschers, coletada no ambiente costeiro de Itamaracá – PE**. Dissertação de Mestrado do Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE. 1992. 140 p.

PERAGALLO, M. **Diatomées Marines de France**. Ed. M. J. Tempère, p.380, 1897-1908.

PHILIPP, E; FABRICIUS, K. Photophysiological stress in scleractinian corals in response to short-term sedimentation. **J Exp Mar Biol Ecol**. v.287, p.57-78, 2003.

PIYAKARNCHANA, T.; WISSESSANG, S.; PHOLPUNTHIN, P.; PHADUNG, Y.; RUNGSUPA, S. Dinoflagellates and diatoms on the surface of the seven species of corals from the Sichang Islands, the Gulf of Thailand. **Galaxea**, Okinawa, v.5, n.1, p.123-128, 1986.

RICARD, M. **Atlas du Phytoplancton Marin, Volume II: Diatomophycées**. Paris, Centre National de la Recherche Scientifique, v.2, p.297, 1987.

RICHARDSON, L. L. Coral disease: what is really know? **Trends. Ecol. Evol.** v.13, p.438-443, 1998.

RICHARDSON, L. L. Black band disease. In: Rosenberg E, Loya Y. (eds) **Coral health and disease**. Springer-Verlag, Heidelberg Germany, p 325–336, 2004.

RICHARDSON, L. L.; ARONSON, R. B. Infectious diseases of reef corals. **Proc. 9 th Int. Coral Reef Symp.** v.2, p.1225-1230, 2002.

ROTH, M. S.; LATZ, M. I.; GERICKE, R.; DEHEYN, D. D. Green fluorescent protein regulation in the coral *Acropora yongei* during photoacclimation. **J Exp Biol**. v.213, p.3644-3655, 2010.

RÜTZLER, K.; SANTAVY, D.L. ANTONIUS, A. The black band disease of Atlantic reef corals. III. Distribution ecology and development. PSZN I: **Mar Ecol** . v.4, p.329-358, 1983.

SALIH, A.; LARKUM, A.; COX, G.; KUHL, M.; HOEGH-GULDBERG, O. Fluorescent pigments in corals are photoprotective. **Nature**. v.408, p. 850-853, 2000.

SANTOS, M.G. **Comparação morfológica de *Favia gravida* e *Siderastrea stellata* (Cnidaria: Scleractinia) do Brasil com espécies congêneres do Caribe panamenho**. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Universidade Federal da Paraíba. Paraíba. 2003. 97p.

SANTOS, M. G.; AMARAL, F. D.; HERNANDEZ, M. M. I.; KNOWTON, N.; JARA, J. Variação morfológica de *Favia gravida* Verrill, 1868 e *Siderastrea stellata* Verrill, 1868 (Cnidaria, Scleractinia): Aspectos esqueléticos. **Bol Mus Nac Zool Rio de Janeiro**. v.517, p.1-9, 2004.

SASSI, R. **Fitoplâncton da formação recifal da Ponta do Seixas (lat. 7°9'16''s, Long. 34°47'35''W), Estado da Paraíba, Brasil: composição, ciclo anual e alguns aspectos fisio-ecológicos**. Tese (Doutorado em Oceanografia), Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 1987. 163p.

SASSI, R. ; MOURA, G. F. Nutrient limiting phytoplankton growth from coastal reefs off northeast Brazil. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLÂNCTON, 3. **Memórias**. Caiobá (PR), 1988. p. 57-62.

SAXBY, T.; DENNISON, W. C.; HOEGH-GULDBERG, O. Photosynthetic responses of the coral *Montipora digitata* to cold temperature stress. **Mar Ecol Prog Ser**. n.248, p.85-97, 2003.

SCHWARZ, J. A.; WEIS, V. M.; POOTS, D. C. Feeding behavior and acquisition of zooxanthellae by planula larvae of the sea anemone *Anthopleura elegantissima*. **Mar. Biol.** v.140, p.471-478, 2002.

SILVA-CUNHA, M. G. S.; ESKINAZI-LEÇA, E. **Catálogo das Diatomáceas (Bacillariophyceae) da Plataforma Continental de Pernambuco**. Recife. Sudene-DPG/PRN/PE, UFPE. 1990. 308p.

SIMÕES, C. R. **O fenômeno do branqueamento e doenças em *Palythoa caribbaeorum* (Cnidaria, Zoanthidea) nos recifes costeiros do Cabo Branco, João Pessoa, PB**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB. 2009. 57p.

SMITH, D. J.; SUGGETT, D. J.; BAKER, N. R. Is photoinhibition of zooxanthellae photosynthesis the primary cause of thermal bleaching in corals?. **Global Change Biology**. v.11, p.1-11, 2005.

- SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry. The principles and practice of statistical in biological research.** Freeman WH 2. Ed. New York, 1983. 859p.
- SOUTER, D. W.; LINDÉN, O. The health and future of coral reef systems. **Ocean Coastal Manag.** n.43,p.657-688, 2000.
- SPALDING, M. D.; RAVILIOUS, C.; GREEN, E. P. **World Atlas of Coral Reefs.** University of California Press Berkeley USA. 2001. 174-175p
- SUTHERLAND, K. P.; PORTER, J. W.; TORRES, C. Disease and immunity in Caribbean and Indo-Pacific zooxanthellate corals. **Mar Ecol Prog Ser.** V.266, p.273-302, 2004.
- TRENCH, R. K. Dinoflagellates in non-parasitic symbioses. In: Taylor, F.J.R., (Ed.) **The biological of dinoflagellates, botanical monographs.** Blackwell Scientific publications Oxford, n.21, p.531-570,1987.
- TRENCH, R. Microalgal-invertebrate symbioses: a review. **Endocytobiosis and Cell. Res.**n.9, p.135-175, 1993.
- TRENCH, R. Diversity of symbiotic dinoflagelates and the evolution of microalgal-invertebrate symbioses. In: **Proc. 8 th Int. Coral Reef Symp.** v.2, p.1275-1286, 1997.
- VERDE, E. A.; McCLOSKEY, L. R. Production, respiration, and photophysiology of the mangrove jellyfish *Cassiopea xamachana* symbiotic with zooxanthellae: effect of jellyfish size and season. **Mar Ecol Prog Ser** n.168, p.147-162, 1998.
- VERON, J. **Corals of the world.** In: Stafford-Smith M (ed.) Australian Institute of Marine Science and CRR Qld Pty Ltd Townsville v.2, 2000. 143p.
- WALNE, P.R. **Large scale culture of larvae *Ostrea edulis* L.** **Fish Invest.** v.2,n.25, p.1- 52,1966.
- WARD, J. R.; LAFFERTY, K. D. The elusive baseline of marine disease: are diseases in ocean ecosystems increasing? **PLOS Biol.** v.2, p.242-247, 2004.
- WARNER, M. E. ;FITT, W. K.; SCHIMIDT, G.W. The effects of elevated temperature on the photosynthetic efficiency of zooxantellae in hospite from four different species of reef coral: a novel approach. **Plant. Cell. Environ.** v.19, p.291-299, 1996.
- WEIL, E.; SMITH, G.; GIL-AGUDELO, D. L. Status and progress in coral reef disease research 1. **Dis. Aquat. Organ.** v.69, n.1, p.1-7. 2006.
- WILD, C., HUETTEL, M.; KLUETER, A.; KREMB, S. G.; RASHEED, M. Y. M.; JORGENSEN, B. B. Coral mucus functions as an energy carrier and particle trap in the reef ecosystem. **Letters to Nature,** p. 66-69, 2004.

WORK, T. M.; AEBY, G.S. Sistematically describing gross lesions in corals. **Dis Aquat Org.** v.70, p.155-160, 2006.

WORMS .World Register of Marine Species. .Disponível em:
<<http://www.marinespecies.org/about.php>> Acesso em: julho de 2010.

YOUNG, P. S. **Análise qualitativa e quantitativa da fauna associada aos corais hermatípicos *Mussismilia harttii* e *Siderastrea stellata* (Coelenterata: Scleractinia) nos recifes de João Pessoa, PB.** Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB. 1984.180p.