



Tatiana Ponce de Leon Amorim

**Microsymbiontes associados a *Millepora alcicornis*
(Linnaeus, 1758) (Cnidaria, Hydrozoa) dos recifes
costeiros de Picãozinho, João Pessoa, PB.**

**Orientador:
Dr. Roberto Sassi**

**João Pessoa - PB
2009**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE SISTEMÁTICA E ECOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS -
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO ZOOLOGIA**

**Microsymbiontes associados a *Millepora alcicornis*
(Linnaeus, 1758) (Cnidaria, Hydrozoa) dos recifes
costeiros de Picãozinho, João Pessoa-PB.**

Dissertação apresentada à
Coordenação do curso de
Pós-Graduação em Ciências
Biológicas - UFPB, como
parte dos requisitos
necessários para a obtenção
do título de Mestre em
Ciências Biológicas, área de
Concentração Zoologia.

Tatiana Ponce de Leon Amorim

Orientador:

Dr. Roberto Sassi

**João Pessoa - PB,
2009**

A524m Amorim, Tatiana Ponce de Leon.

Microsymbiontes associados a *Millepora alcicornis* (Linnaeus,1758)
(Cnidaria, Hydrozoa) dos recifes costeiros de Picãozinho, João Pessoa-PB
/ Tatiana Ponce de Leon Amorim. - - João Pessoa: [s.n.], 2009.

129 f. : il.

Orientador: Roberto Sassi.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1.Zoologia. 2.*Millepora alcicornis* (Linnaeus, 1758). 3.Ecologia-
Ambientes recifais - Picãozinho,PB.

UFPB/BC

CDU: 59(043)

**Microsimbiontes associados a *Millepora alcicornis*
(Linnaeus, 1758) (Cnidaria, Hydrozoa) dos recifes
costeiros de Picãozinho, João Pessoa-PB.**

Tatiana Ponce de Leon Amorim

Banca Examinadora:

**Dr. Roberto Sassi
(Orientador)**

**Dra. Fernanda D. Amaral
(UFRPE)**

**Dra. Cristiane Francisca da Costa
(UFCG)**

**Dr. Ricardo de Souza Rosa
(UFPB)**

**João Pessoa - PB,
2009**

“Estamos todos no mesmo barco.
Esse barco é a espaçonave Terra,
uma jóia azul na noite do espaço, bela e
gloriosa como o fluido da vida – o oceano.”

Jacques-Yves Cousteau (1910-1997)

A minha família, com todo o meu amor!

Agradecimentos

A Deus, por tudo que sou e pelo que tenho conquistado em toda a minha vida.

A minha família, por sempre ter me incentivado em todos os momentos da minha vida. Por estarem sempre dispostos a me ajudar, pelas sugestões e soluções dos problemas que tive durante esse tempo e pelo imenso amor que nos une.

A Marx, por todo incentivo e dedicação em todos os momentos desse trabalho e pela grande ajuda em sua finalização.

Ao Dr. Roberto Sassi, pela competente orientação e dedicação em todas as etapas desse trabalho; pela confiança depositada em mim desde o início e pela amizade construída durante todo esse tempo.

À Dra. Fernanda Amaral, que me mostrou os encantos do mundo recifal, por ser sempre tão acessível, por tirar minhas dúvidas e por disponibilizar algumas referências.

À Cristiane Costa por ter me auxiliado durante as primeiras coletas e pelos conhecimentos adquiridos, críticas e sugestões ao longo de todo esse trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Área de Concentração em Zoologia, pelo apoio fornecido.

A Saulo e Oscar, pela amizade construída durante esses dois anos e por estarem sempre dispostos a me ajudar em todos os problemas relacionados à minha dissertação.

Ao Prof. Dr. Emerson Freitas Jaguaribe, por disponibilizar os equipamentos do Laboratório de Carbono Ativado/CT, indispensáveis à execução desse trabalho.

Ao Laboratório de Solidificação Rápida/CT, em especial ao Prof. Dr. Severino Jackson Guedes, por disponibilizar o microscópio eletrônico de varredura para análise das diatomáceas, ao técnico Itânio que preparou o material para análise e ao Dr. Tibério Andrade Passos, que obteve as fotografias das amostras a partir da microscopia eletrônica.

Às minhas cnidoamigas: zoantídeas (Gabi, Carol e Sanny) e escleractíneas (Rita, Paloma e Jordana), pelas coletas realizadas durante o presente trabalho, em Picãozinho. Em especial a Gabi e a Paloma, por me ensinarem e me ajudarem durante as primeiras análises das zooxantelas, e a Rita e Carol por todo o conhecimento que trocamos durante esse período.

À Profa. Malva, pelos ensinamentos de estatística básica e aos amigos Kleber e Paloma por terem tirado algumas dúvidas e me ajudado em alguns testes estatísticos.

Aos colegas da Pós Graduação, em especial a minha amiga Ana Karla, por se mostrar sempre disposta a me ajudar quando precisava.

Aos funcionários do Nepremar, especialmente a Ramo, Lúcia, Neide, Ricardo, Marilene e Dora, que foram sempre muito prestativos.

A Dora que me ajudou bastante em alguns experimentos e pela amizade construída, e a Katharina pelas experiências trocadas durante todo esse período.

A minha mais nova amiga Gleice (LAR/UFRPE), que, mesmo à distância, me ajudou bastante.

Ao CNPq, pelo financiamento dos Projetos (Processo: 485550/2006-7 e 479979/2007-3) e pela bolsa concedida.

Enfim, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho:

Muito Obrigada!!!!

Resumo

O hidróide calcário *Millepora alcicornis* é um dos principais construtores de recifes encontrados no litoral brasileiro. A sua microbiota simbiote, embora seja um importante bioindicador de qualidade ambiental, não tem sido estudada com a mesma ênfase dada a corais e zoantídeos. Diante disso, o presente trabalho teve por objetivo estudar os microssimbiontes hospedados por *M. alcicornis* presentes na frente recifal dos recifes de Picãozinho, João Pessoa-PB, e verificar se estresses naturais ou antrópicos estão atuando sobre essa espécie, a ponto de promover perdas das zooxantelas que possam alterar seus padrões de coloração resultando em branqueamento ou doenças. Durante um ciclo anual completo (dezembro/2007 a dezembro/2008) foi coletado, mensalmente, um pequeno fragmento das ramificações de quatro colônias dessa espécie e levadas ao laboratório. Dados hidrológicos como: temperatura, salinidade, material em suspensão e oxigênio dissolvido foram obtidos a cada coleta, além de dados pluviométricos mensais obtidos junto a AESA. O tecido das amostras foi extraído com jatos de compressão a ar (Water pik) e as zooxantelas e outros microssimbiontes foram analisados microscopicamente. Foram determinados para cada amostra: a densidade, o índice mitótico, o diâmetro celular, a clorofila-*a* e a relação C/N das zooxantelas presentes em seu tecido. Fotografias dos microssimbiontes foram obtidas com uma câmera digital acoplada ao microscópio óptico e com um microscópio eletrônico de varredura. Também foi realizado o monitoramento dessas colônias a partir de fotografias e vídeos obtidos por uma câmera subaquática *Olympus Stylus 1030* durante os períodos: chuvoso, de seca e de pré-chuvas. A avaliação do estado de saúde da espécie foi feita através de mudanças na coloração das colônias, como também as lesões sofridas pelas mesmas, além de outros critérios como: branqueamento, doenças, ramificações quebradas, assentamento de outros organismos em seus tecidos e danos causados por predação. Os dados mostraram que a densidade, índice mitótico e clorofila-*a* apresentaram diferenças significativas entre os períodos seco e chuvoso. Em relação às variáveis ambientais, apenas a salinidade e a pluviometria apresentaram correlação, embora bastante baixa, com os dados obtidos para as zooxantelas. A relação C/N apresentou similaridade às encontradas para os dinoflagelados fototróficos e heterotróficos. Outros microssimbiontes, além das zooxantelas, foram encontrados associados ao hidróide calcário em estudo, dentre eles estão: nematodas, microcrustáceos, foraminíferos, cianobactérias e diatomáceas, sendo este último grupo, o mais abundante e diversificado. As colônias de *M. alcicornis* apresentaram alterações na sua coloração durante o período de pré-chuvas, no qual também puderam ser observadas colônias apresentando sintomas típicos de corais.

Abstract

Calcareous hydrozoan *Millepora alcicornis* is one of the most important reef-builders in Brazilian coastlines. Its symbionts, despite being important bioindicators of environmental quality, have not been studied with the same emphasis usually given to symbionts of corals and zoanthids. In this context, the present work aims to study microsymbionts hosted by *M. alcicornis* specimens located on the reef front of the reefs of Picãozinho, João Pessoa-PB, and to determine whether natural or anthropic stress factors are acting over the species to the point of promoting loss of zooxanthellae, a condition that can alter its coloration patterns, culminating in bleaching or diseases. During a full annual cycle (Dec/2007 to Dec/2008), small fragments of ramifications from four *M. alcicornis* colonies were collected every month and analyzed on laboratory. Hydrological data, such as temperature, salinity, suspended matter and dissolved oxygen were obtained from each sample, and monthly rainfall data was obtained with AESA (The Water Agency of the state of Paraíba). Tissue was extracted from the samples with compressed air jets (Water pik), and microscopical analysis was performed for zooxanthellae and other microsymbionts. The density, mitotic index, cell diameter, chlorophyll-*a* and C/N ratio were determined for the zooxanthellae present in the tissues of each sample. Photographs of the microsymbionts were obtained both with a digital camera coupled to the optical microscope and with a Scanning Electron Microscope. Monitoring of these colonies was also accomplished from photographs and videos recorded with an *Olympus Stylus 1030* subaquatic camera during the rainy, dry and pre-rainy seasons. Health status evaluation of the species was performed both from changes in coloration of colonies and from observations of the lesions they suffered, among other criteria such as: bleaching, diseases, broken ramifications, colonization of other organisms in their tissues and damage caused by predation. Obtained data demonstrated that density, mitotic index and chlorophyll-*a* have undergone significant variations between the dry and rainy seasons. Among environmental variables, only salinity and rainfall were shown to have a correlation, however low, with data obtained for zooxanthellae. The C/N ratios found for zooxanthellae had similar values to those found for phototrophic and heterotrophic dinoflagellates. Apart from zooxanthellae, other microsymbionts were found to be associated to *M. alcicornis*, such as: nematodes, microcrustacea, foraminifera, cyanobacteria and diatomacea, the latter being the most abundant and diversified group. *M. alcicornis* colonies have been observed to present changes in coloration during the pre-rainy season, along with symptoms typical of coral diseases.

Sumário

1.	Introdução.....	1
2.	Objetivos	9
2.1	- Objetivo Geral	9
2.2	- Objetivos Específicos	9
3.	Descrição da espécie estudada.....	10
4.	Descrição da Área de Estudo	16
5.	Metodologia.....	23
5.1	- Estudo dos microssimbiontes associados ao hidróide calcário <i>Millepora alcicornis</i>	23
5.1.1	- Obtenção de amostras para o estudo dos microssimbiontes	23
5.1.2	- Obtenção de dados Hidrológicos.....	23
5.1.3	- Dados pluviométricos.....	234
5.1.4	- Extração dos microssimbiontes	234
5.1.5	- Caracteriação do Ciclo Anual das Zooxantelas.....	235
5.1.6	- Caracterização dos principais componentes dos outros microssimbiontes	238
5.1.7	- Análises estatísticas	30
5.2	- Monitoramento das colônias de <i>Millepora alcicornis</i> quanto ao branqueamento e doenças	30
5.2.1	- Monitoramento aleatório das condições de saúde de colônias de <i>Millepora alcicornis</i> nos Recifes de Picãozinho.....	32
6.	Resultados	34
6.1	- Variáveis ambientais	34
6.2	- Análise das zooxantelas encontradas em <i>Millepora alcicornis</i> ..	36
6.2.1	- Densidade populacional, índice mitótico e diâmetro das zooxantelas de <i>Millepora alcicornis</i>	37
6.2.2	- Pigmentos fotossintetizantes das zooxantelas de <i>Millepora alcicornis</i>	41

6.2.3 - Quantidade de Carbono e Nitrogênio presente nas zooxantelas de <i>Millepora alcicornis</i>	43
6.2.4 - Correlação entre dados ambientais e biológicos	48
6.3 - Outros microssimbiontes associados a <i>Millepora alcicornis</i>	48
6.4 - Monitoramento das colônias de <i>Millepora alcicornis</i>	60
6.4.1 - Monitoramento aleatório das condições de saúde de colônias de <i>Millepora alcicornis</i> nos Recifes de Picãozinho.....	60
6.4.2 - Monitoramento de colônias marcadas de <i>Millepora alcicornis</i> nos Recifes de Picãozinho.	70
7. Discussão	85
8. Conclusão	103
9. Referências	105

Lista de Figuras

- Figura 01. Distribuição geográfica do hidróide calcário *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758, modificada de Obura *et al.* (2009). 13
- Figura 02. Colônias de *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758, da área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB. (a) Colônia ramificada. (b) Colônia incrustante (Foto: Amorim, T. P. L., março de 2009). 14
- Figura 03. Mapa da região de estudo, evidenciando as localizações dos recifes de Picãozinho em relação à Praia de Tambaú, João Pessoa - PB. 18
- Figura 04. Vista da área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB. No fundo, observa-se a Praia de Tambaú e, no recife, piscinas naturais internas formadas durante as marés baixas (Foto: Amorim, T. P. L.). . 19
- Figura 05. (a, b) – Turismo nos recifes de Picãozinho, João Pessoa – PB. Observam-se vários turistas a bordo de catamarãs e alguns nas piscinas naturais (Foto: Amorim, T. P. L.). 20
- Figura 06. Imagem de satélite da área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB. A seta amarela indica a frente recifal, local escolhido para a realização do estudo. Observa-se também a presença de seis catamarãs ancorados em um canal localizado em sentido oposto ao indicado pela seta. Fonte: *Google Earth*, janeiro de 2009. 22
- Figura 07. Análise de regressão linear para estimativa de áreas de fragmentos do hidróide calcário *Millepora alcicornis*. 26
- Figura 08. *Coral Health Chart* da Universidade de Queensland, Austrália (www.CoralWatch.org), usado para avaliar a saúde dos corais, conforme metodologia adaptada de Siebeck *et al.* (2006). 32

- Figura 09. Valores da temperatura superficial da água do mar (°C) e da salinidade, aferidos no ambiente recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008..... 34
- Figura 10. Material em suspensão (mg/L e oxigênio dissolvido (mg/L) aferidos na área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008..... 35
- Figura 11. Total mensal do índice pluviométrico referente aos meses de dezembro de 2007 a dezembro de 2008 para a região. Dados fornecidos pelo AESA - PB, referente ao posto pluviométrico João Pessoa/DFAARA. 36
- Figura 12. Zooxantelas extraídas do hidróide calcário *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 dos recifes de Picãozinho, João Pessoa-PB. (a) células isoladas, (b) célula em divisão mitótica. (Foto: Amorim, T. P. L., Aumento de 1000x)..... 37
- Figura 13. Logaritmo das médias mensais da densidade populacional das zooxantelas de *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008. 38
- Figura 14. Comparação dos valores médios dos logaritmos da densidade populacional das zooxantelas de *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, nos períodos seco e chuvoso, conforme dados mensais coletadas entre dezembro de 2007 e dezembro de 2008. 39
- Figura 15. Médias mensais do índice mitótico das zooxantelas de *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, durante os meses de dezembro de 2007 a dezembro de 2008. 40

Figura 16. Comparação dos valores médios do índice mitótico das zooxantelas associadas a *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, nos períodos seco e chuvoso, conforme dados mensais coletadas entre dezembro de 2007 e dezembro de 2008.

..... 40

Figura 17. Médias mensais da clorofila-a ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) das zooxantelas de *Millepora alcicornis*, em escala logarítmica, coletadas na área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008. 42

Figura 18. Comparação dos valores médios da clorofila-a ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) das zooxantelas de *Millepora alcicornis* durante o período seco e chuvoso, coletados na área recifal de Picãozinho, João Pessoa-PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008..... 43

Figura 19. Relação média de C/N e biovolume das zooxantelas de *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, estimada para o período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008... 45

Figura 20. Relação entre densidade de zooxantelas e conteúdo de C (a) e N (b) intracelular para as amostras de *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008. 46

Figura 21. Relação entre clorofila-a e conteúdo de C (a) e N (b) intracelular para as amostras de *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008. 47

Figura 22. Variação no número de microssimbiontes associados às colônias de *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008. As barras em tonalidades azuis representam o número de

microsimbiontes por colônias, e a linha vermelha, a variação média mensal. 49

Figura 23. Distribuição percentual dos outros microsimbiontes, exceto zooxantelas, encontrados em associação ao hidróide calcário *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008..... 50

Figura 24. Colônias de *Millepora alcicornis* monitoradas na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, apresentando diversas tonalidades, em ordem decrescente: a e b – colônias saudáveis (D6 e D5, respectivamente), c e d – colônias com branqueamento moderado (D4 e D3, respectivamente), e – f – colônias com branqueamento intenso (D2 e D1, respectivamente). (Foto: Amorim, T. P. L., agosto de 2008 (a), janeiro de 2009 (b, c), março de 2009 (d) e abril de 2009 (e, f)). 61

Figura 25. Distribuição percentual do número de colônias de *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, apresentando as tonalidades de D1 a D6, conforme estabelecidas pelo *Coral Health Chart*, durante os períodos: período chuvoso (PC), período de seca (PS) e período de pré-chuvas (PPC). 62

Figura 26. Distintos tipos de branqueamento observados em colônias de *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB. (a) BC -(branqueamento de centro), (b) BB (branqueamento de borda), (c) AB (ápice branqueado) e (d) EB (estrias branqueadas, encontrados durante o período chuvoso (PC), período seco (PS) e período de pré-chuvas (PPC). (Foto: Amorim, T. P. L.). 64

Figura 27. Distribuição percentual das colônias de *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, que apresentaram os quatro tipos de branqueamento: BB (branqueamento de borda), BC (branqueamento de centro), AB (ápice branqueado) e EB (estrias

branqueadas) encontrados durante o período chuvoso (PC), período seco (PS) e período de pré-chuvas (PPC)..... 65

Figura 28. Lesões semelhantes a doenças encontradas nas colônias de *Millepora alcicornis* monitoradas na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB. (a) distribuição multifocal; (b) distribuição em processo de fusão. (Foto: Amorim, T. P. L., março de 2008)..... 67

Figura 29. Lesões observadas nas colônias de *Millepora alcicornis* monitoradas na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, no período de maio de 2008 a abril de 2009. (a) ramificações quebradas (RQ), (b) assentamento por macroalgas (AM), (c), (d) assentamento por outros organismos (AO), (e) colônias raspadas (CR) e (f) listras claras (LC). As setas localizam as lesões ocorridas no tecido do animal. (Foto: Amorim, T. P. L., (b) maio de 2008, (e) agosto de 2008, (a, c, d, f) janeiro de 2008)..... 68

Figura 30. Colônia de *Millepora alcicornis* monitorada na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, nos períodos PC (a – Maio de 2008; b – Agosto de 2008), PS (c – Dezembro de 2008; d – Janeiro de 2009) e PPC (e – Março de 2009; f – Abril de 2009), com relação a mudanças no seu padrão de coloração de acordo com o *Coral Health Chart* (Foto: Amorim, T. P. L.)..... 72

Figura 31. Colônia de *Millepora alcicornis* monitorada na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, nos períodos PS (a – Outubro de 2008; b – Novembro de 2008; c – Dezembro de 2008; d – Janeiro de 2009) e PPC (e – Março de 2009; f – Abril de 2009), com relação a mudanças no seu padrão de coloração de acordo com o *Coral Health Chart* (Foto: Amorim, T. P. L.)..... 73

Figura 32. Colônia de *Millepora alcicornis* monitorada na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, nos períodos PS (a – Setembro de 2008; b – Outubro de 2008; c – Dezembro de 2008; d – Janeiro de 2009) e PPC

(e – Março de 2009; f – Abril de 2009), com relação a mudanças no seu padrão de coloração de acordo com o *Coral Health Chart* (Foto: Amorim, T. P. L.)..... 74

Figura 33. Colônia de *Millepora alcicornis* monitorada na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, nos períodos PS (a – Outubro de 2008; b – Dezembro de 2008) e PPC (c – Março de 2009; d – Abril de 2009), com relação a mudanças no seu padrão de coloração de acordo com o *Coral Health Chart* (Foto: Amorim, T. P. L.)..... 75

Figura 34. Colônia de *Millepora alcicornis* monitorada na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, nos períodos PS (a – Outubro de 2008; b – Novembro de 2008; c – Dezembro de 2008; d – Janeiro de 2009) e PPC (e – Março de 2009; f – Abril de 2009), com relação a mudanças no seu padrão de coloração de acordo com o *Coral Health Chart* (Foto: Amorim, T. P. L.)..... 77

Figura 35. Colônia de *Millepora alcicornis* monitorada na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, nos períodos PS (a – Setembro de 2008; b – Outubro de 2008; c – Novembro de 2008; d – Janeiro de 2009) e PPC (e – Março de 2009; f – Abril de 2009), com relação a mudanças no seu padrão de coloração de acordo com o *Coral Health Chart* (Foto: Amorim, T. P. L.)..... 79

Figura 36. Colônia de *Millepora alcicornis* monitorada na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, nos períodos PS (a – Dezembro de 2008; b – Janeiro de 2009) e PPC (c – Março de 2009; d – Abril de 2009), com relação a mudanças no seu padrão de coloração de acordo com o *Coral Health Chart* (Foto: Amorim, T. P. L.)..... 80

Figura 37. Colônia de *Millepora alcicornis* monitorada na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, nos períodos PS (a – Setembro de 2008; b – Outubro de 2008; c – Novembro de 2008 (lado 1); d – Novembro de 2008 (lado 2); e – Dezembro de 2008 (lado 1); f – Dezembro de 2008

(lado 2);) e PPC (g – Março de 2009 (lado 1); h – Março de 2009 (lado 2); i – Abril de 2009 (lado 1); j – Abril de 2009 (lado 2)), com relação a mudanças no seu padrão de coloração de acordo com o *Coral Health Chart* (Foto: Amorim, T. P. L.)..... 83

Figura 38. Colônia de *Millepora alcicornis* monitorada na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, nos períodos PC (a – Março de 2008); PS (b – Janeiro de 2009) e PPC (c – Março de 2009; d – Abril de 2009), com relação a mudanças no seu padrão de coloração de acordo com o *Coral Health Chart* (Foto: Amorim, T. P. L.)..... 84

Lista de Pranchas

Prancha 01. Outros microssimbiontes associados ao hidróide calcário *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB. (a) foraminífero; (b) nemátodo; (c,d) cianofíceas; (e) microcrustáceo, (f) talo de alga bentônica. Aumentos de 100x (c) e de 200x (a,b,d,e,f) (Foto: Amorim, T. P. L.)..... 52

Prancha 02. Diatomáceas encontradas em associação a *Millepora alcicornis* na área recifal de Picãozinho, João Pessoa, PB, no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2008: a-h: *Navicula lanceolata* (?); i-j: *Navicula* sp.; k-l. *Grammatophora hamulifera*; m-n: *Grammatophora marina*; o-s: *Nitzschia* (p: *N. panduriformis*; q-r: *N. socialis*); t= *Synedra fulgens*. (Aumento de 200x (f-o; r-t) e de 1000x (a-e; p,q - Lâminas permanentes preparadas a partir de material oxidado) (Foto: Amorim, T. P. L.)..... 53

Prancha 03. Diatomáceas associadas ao hidróide calcário *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008: (a) *Cylindrotheca closterium*; (b-c) *Gyrosigma* spp; (d-h) *Licmophora abbreviata*; (i-j) *Amphora* sp.; (k) *Striatella unipunctata*; (l) *Paralia sulcata*; (m) *Asterionellopsis glacialis*; (n) *Campyloneis grevillei*; (o-p) *Entomeoneis alata*; (q) *Bacillaria paxillifer*; (r) *Thalassionema nitzschioides*; (s-t) diatomáceas não identificadas. Aumento de 100x (b, c, r) e de 200x (a, d-q, s, t). (Foto: Amorim, T. P. L.)..... 54

Prancha 04. Exemplos de diatomáceas do gênero (a) *Diploneis* (?) e (b) *Caloneis* (?) encontradas em associação a *Millepora alcicornis* na área recifal de Picãozinho, João Pessoa, PB, no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2008. Fotografias tiradas em Microscópio Eletrônico de

Varredura e amostras submetidas ao processo de oxidação de Hasle e Fryxell, 1979 (Aumentos: a = 7000x; b = 10000x).....	55
Prancha 05. Exemplares de diatomáceas do gênero <i>Amphora</i> (a-b) encontradas em associação a <i>Millepora alcicornis</i> na área recifal de Picãozinho, João Pessoa, PB, no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2008. Fotografias tiradas em Microscópio Eletrônico de Varredura e amostras submetidas ao processo de oxidação de Hasle e Fryxell, 1979 (Aumentos: a = 7000x; b = 10000x).....	56
Prancha 06. Exemplares de diatomáceas dos gêneros <i>Diploneis</i> (a) e <i>Gyrosigma</i> (b) encontradas em associação a <i>Millepora alcicornis</i> na área recifal de Picãozinho, João Pessoa, PB, no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2008. Fotografias tiradas em Microscópio Eletrônico de Varredura em amostras submetidas ao processo de oxidação de Hasle e Fryxell, 1979 (Aumentos: a = 15000x; b = 6000x).....	57
Prancha 07. Exemplares de diatomáceas do gênero <i>Nitzschia</i> (Figura menor: <i>N. socialis</i>) encontradas em associação a <i>Millepora alcicornis</i> na área recifal de Picãozinho, João Pessoa, PB, no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2008. Fotografias tiradas em Microscópio Eletrônico de Varredura em amostras submetidas ao processo de oxidação de Hasle e Fryxell, 1979 (Aumentos: a = 13000x; b = 4470x).	58
Prancha 08. Exemplares de diatomáceas do gênero <i>Nitzschia</i> encontradas em associação ao hidróide calcário <i>Millepora alcicornis</i> na área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008. Fotografias tiradas em Microscópio Eletrônico de Varredura em amostras submetidas ao processo de oxidação de Hasle e Fryxell, 1979 (Aumentos: a = 24000x; b = 4500x).	59

Lista de Tabelas

- Tabela 01 – Quantidade de colônias monitoradas durante os períodos: chuvoso (PC), de seca (PS) e de pré-chuvas (PPC) e os respectivos meses por eles agrupados. 31
- Tabela 02. Distribuição da Frequência dos diâmetros (μm) das zooxantelas pertencentes ao hidróide calcário *Millepora alcicornis*, coletadas nas áreas recifais de Picãozinho, João Pessoa-PB, durante o período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008..... 41
- Tabela 03 - Quantidade média de Carbono (C) e Nitrogênio (N), relação C/N, densidade (zooxantelas $\times 10^6/\text{cm}^2$), clorofila-a ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$), diâmetro celular médio (DM, μm) e biovolume (BV, μm^3) das zooxantelas de *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008. Em azul, valores mais baixos, em vermelho, valores mais elevados..... 44
- Tabela 04 – Variáveis ambientais que apresentaram correlação (Spearman, $p < 0,05$) com alguns parâmetros das zooxantelas de *Millepora alcicornis* dos recifes de Picãozinho, João Pessoa-PB, coletados no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008..... 48
- Tabela 05. Microssimbiontes encontrados nas amostras do tecido extraído de *Millepora alcicornis* dos recifes de Picãozinho, o período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008..... 50
- Tabela 06. Diatomáceas encontradas nas amostras do tecido extraído de *Millepora alcicornis* dos recifes de Picãozinho, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008..... 51
- Tabela 07. Estimativa da área superficial (valores percentuais) das colônias de *Millepora alcicornis*, monitoradas nos recifes de Picãozinho,

afetadas pelo branqueamento, durante os períodos: chuvoso (PC), seca (PS) e pré-chuvas (PPC)..... 66

Tabela 08. Número percentual de colônias de *M. alvicornis* monitoradas nos recifes de Picãozinho durante os períodos: chuvoso (PC), seca (PS) e pré-chuvas (PPC), que apresentaram as seguintes lesões: RQ (ramificações quebradas), AM (assentamento por macroalgas), AO (assentamento por outros organismos), CR (colônias raspadas) e LC (listras claras)..... 70

1. Introdução

A maioria dos ambientes recifais está localizada entre os trópicos de Câncer e de Capricórnio, cobrindo apenas 0,02% da área global dos oceanos (Kaplan, 1982). Apesar de ocuparem uma área tão restrita do mundo oceânico, esses ambientes abrigam um quarto de todas as espécies marinhas, sendo o mais produtivo dos ecossistemas marinhos costeiros (Kikuchi *et al.*, 2003). Grande parte dessa produtividade é atribuída às zooxantelas, dinoflagelados endossimbióticos do gênero *Symbiodinium*, que habitam o interior dos tecidos de vários invertebrados bênticos, como cnidários, esponjas, moluscos, foraminíferos, entre outros (Muscatine, 1974; Douglas, 2003).

A associação simbiótica entre as zooxantelas e os corais contribui bastante para o sucesso dos corais construtores de recifes (Karako-Lampert *et al.*, 2004). Esses dinoflagelados realizam fotossíntese dentro do tecido dos seus hospedeiros, cujos produtos finais (substâncias orgânicas e oxigênio) são transferidos do simbiote para o hospedeiro (Lesser *et al.*, 2000), contribuindo, dessa maneira, para a formação e fixação de carbonato de cálcio (CaCO_3) no esqueleto dos corais e hidróides calcários (Muscatine, 1974; Costa, 2001).

A associação simbiótica com zooxantelas também é importante para a nutrição do hospedeiro (Kingie III e Chee, 1979), para a respiração (devido à translocação de oxigênio fotossintético), e para a remoção de compostos tóxicos resultantes do seu metabolismo, particularmente o nitrogênio e o fósforo (Muller-Parker e D'Elias, 1997). Em troca, as zooxantelas obtêm de seus hospedeiros abrigo e elementos químicos necessários para sua sobrevivência (Kikuchi *et al.*, 2003).

Outras microalgas, como diatomáceas, algumas clorofíceas e crisofíceas, bem como algumas cianobactérias, também têm sido encontradas vivendo em associação a cnidários, podendo exibir, muitas

vezes, uma elevada diversidade de espécies (Piyakarnchana *et al.*, 1986; Costa *et al.*, 2001b; Costa *et al.*, 2004a; Eloy, 2005). Bactérias, ciliados, nemátodos e microcrustáceos também podem integrar a composição dos simbiossomas dos cnidários (Eloy, 2005; Costa *et al.*, 2005).

Os ambientes recifais são áreas de grande importância, destacando-se a proteção natural da linha da costa contra a erosão (Souter e Lindén, 2000). Também funcionam como berçários para uma grande diversidade de organismos, muitos deles de grande importância econômica para a alimentação humana (Morberg e Folke, 1999), para a indústria farmacêutica (Sorokin, 1993; Dutra, 2000) e para a medicina (Spurgeon, 1992), além de corresponderem a áreas de grande importância para a recreação e o turismo (Pendleton, 1995).

Em todo o mundo, os ambientes recifais vêm sofrendo ameaças antropogênicas e naturais (Glynn, 1993; Steiner *et al.*; 2006; Costa *et al.*, 2007). Os impactos antrópicos podem ser diretos ou indiretos. Os diretos estão relacionados à pesca predatória, coleta excessiva de corais e outros organismos bênticos para venda como artigos de souvenir, o pisoteio, o lixo jogado nesses ambientes, a alimentação de peixes, a ancoragem de embarcações, e a prática de mergulho; esse último podendo ocasionar lesões aos corais pelo contato das mãos, pés e joelhos dos mergulhadores (Steiner *et al.*, 2006; Costa *et al.*, 2007). Entre os indiretos, podem-se citar o despejo de esgotos sem tratamento nas áreas costeiras, que leva à eutrofização, o excesso de desmatamento na zona litorânea, pesticidas usados na agricultura, efluentes industriais, além de vazamentos de óleo por embarcações. Dentre os impactos naturais, podem-se pontuar as mudanças climáticas (Glynn, 1993), que podem provocar o branqueamento de diversos organismos recifais, levando-os muitas vezes à morte.

O branqueamento é definido como a perda da coloração do tecido do hospedeiro, devido à expulsão total ou parcial da população de zooxantelas, à degradação de pigmentos algais (Douglas, 2003), ou também por danos diretos ao tecido do hospedeiro (Banaszack *et al.*,

2003). Com a falta da pigmentação, o tecido do animal se torna transparente ou translúcido, tornando-se visível a coloração branca do seu esqueleto de carbonato de cálcio (Dutra, 2000; Douglas, 2003; Kikuchi *et al.*, 2003). Além disso, esse fenômeno pode tornar o hospedeiro susceptível a doenças e infecções parasitárias (Glynn, 1993; Costa *et al.*, 2001a), e, como consequência, diminuir a sua capacidade reprodutiva, suas taxas de crescimento e de calcificação, podendo ocasionar a morte em massa de colônias inteiras (Dutra, 2000).

Uma das principais causas desse fenômeno é o aumento da temperatura da água do mar (Douglas, 2003). Outros fatores como o aumento da salinidade, a presença de metais pesados, e áreas eutrofizadas também podem acarretar nesse fenômeno (Fitt *et al.*, 1993). Segundo Kikuchi *et al.* (2003), o branqueamento parece coincidir com o aquecimento dos oceanos durante os eventos do *El Niño*. Alterações na frequência do índice mitótico e densidade das zooxantelas podem ser decorrentes desses fatores. Segundo Amaral e Costa (1998), o aumento da temperatura pode ocasionar divisões mitóticas simultâneas, antes que as zooxantelas sejam expulsas do tecido do hospedeiro ou que até mesmo sejam mortas.

O índice de branqueamento e a sua intensidade vêm aumentando bastante nas últimas décadas (Siebeck *et al.*, 2006), e, desde 1870, esse evento vem afetando os recifes de corais (Glynn, 1993; Hoegh-Guldberg, 1999), sendo registrado nos oceanos Índico e Pacífico, assim como no Caribe (Brown, 1997). Durante a década de 90, o branqueamento foi registrado em outros locais pela primeira vez na história recente, como: México e Belize em 1995, recifes da Baía de Milne, em Papua- Nova Guiné, e no Hawaii em 1996 (Brown, 1997). Já no Brasil, esse evento foi registrado pela primeira vez durante o verão de 1993/1994 (Leão *et al.*, 2008).

Segundo Dutra (2000), há poucos registros de branqueamento para o Brasil. Migotto (1997) observou o branqueamento na costa do Estado de São Paulo no verão de 1993/1994, com mais intensidade nas

espécies de corais *Mussismilia hispida* Verrill, 1902 e *Madracis decactis* Lyman, 1859, e Dutra (2000), no litoral norte do Estado da Bahia, no qual se constatou que foram afetadas as espécies *Siderastrea stellata* Verrill, 1868, *Mussismilia hispida* Verrill, 1901, *Agaricia agaricites* Linnaeus, 1758, *Montastraea cavernosa* Linnaeus, 1767, *Favia gravida* Verrill, 1868 e *Porites branneri* Rathbun, 1887.

Em Abrolhos, Castro e Pires (2001) também registraram branqueamento no verão de 1994 e, no verão de 1997/1998, Leão *et al.* (2003) constataram que nove espécies de corais foram afetadas, principalmente *Agaricia agaricites*, *Mussismilia hispida* e *Porites astreoides* Lamarck, 1816. Kikuchi *et al.* (2003), nos recifes da Bahia, associaram tal fenômeno aos efeitos do El Niño. Costa *et al.* (2001a) registraram o branqueamento na espécie *Siderastrea stellata* na Praia de Gaibu, no litoral de Pernambuco, e Costa, C. (2006) observou o branqueamento da mesma espécie nos recifes do Cabo Branco, litoral paraibano.

Além da perda das zooxantelas, o branqueamento também pode estar relacionado com a presença do patógeno *Vibrio* spp. no hospedeiro (Rosenberg *et al.*, 2007). A superfície dos corais é coberta por um material contendo mucopolissacarídeo, na qual se encontra uma comunidade de bactérias específicas de cada espécie (Kushmaro *et al.*, 1997). Algumas espécies de vibrios são dependentes da temperatura, desse modo, o aumento dessa variável ambiental acarreta a penetração e a multiplicação dessas bactérias infecciosas nos hospedeiros, levando a lesões no tecido desses animais (Thompson *et al.*, 2004).

As doenças de corais vêm ganhando destaque nos estudos, durante os últimos anos. Desde meados da década de 90, essas doenças têm aumentado em número de ocorrências, de espécies afetadas e de extensão geográfica (Sutherland *et al.*, 2004). No Brasil, apenas o trabalho de Francini-Filho *et al.* (2008) e de Costa e Sassi (2008), documentaram, até o momento, a ocorrência dessas doenças em corais. Nesse trabalho, foram registrados seis tipos de doenças

presentes em corais do Arquipélago de Abrolhos - BA, inclusive em espécies endêmicas. Para outros cnidários, existe também o trabalho de Acosta (2001), que descreveu um tipo de doença necrosante em *Palythoa caribbaeorum* Duchassaing e Michelotti, 1860 presente em Ponta Recife e Praia Portinho, São Paulo - SP.

Estudos que enfatizam a microbiota hospedada por cnidários realizados em águas brasileiras são bastante recentes, e a principal ênfase tem sido dada aos corais escleractínios. Foram iniciados por Chamixaes e Amaral (1995) e continuadas por Amaral e Chamixaes (1996), que estudaram as zooxantelas de hidróides calcários do litoral pernambucano, Amaral (1997), que estudou a Família Milleporidae de todo o litoral brasileiro; e por Costa (1998), Amaral e Costa (1998), e Costa e Amaral (2002), que descreveram a morfometria e densidade populacional das zooxantelas hospedadas por corais e hidróides calcários do litoral sul do Estado de Pernambuco.

Costa (2001) deu continuidade aos estudos, abordando aspectos da ecologia das zooxantelas hospedadas pelos corais *Montastraea cavernosa*, *Mussismilia harttii* Verrill, 1868, *Mussismilia hispida* e *Siderastrea stellata* coletados nos recifes do Picãozinho, no litoral paraibano. Em seguida, Costa *et al.* (2001a) associaram o evento do branqueamento à redução da densidade de simbiontes do coral *Siderastrea stellata* no litoral sul pernambucano; Costa *et al.* (2004b) registraram a variação na densidade e na concentração de pigmentos fotossintetizantes das zooxantelas de *Montastraea cavernosa* dos recifes de Picãozinho; Costa *et al.* (2004a) investigaram a microbiota associada a colônias branqueadas e não branqueadas do coral *Siderastrea stellata* dos recifes do Cabo Branco (PB); Costa *et al.* (2005) caracterizaram a variação sazonal na densidade e pigmentos fotossintetizantes das zooxantelas em três espécies de corais endêmicos do Brasil; Eloy (2005) estudou a densidade e pigmentos fotossintetizantes da microbiota simbiote encontrada no zoantídeo *Palythoa caribbaeorum* dos recifes costeiros do Cabo Branco, litoral paraibano, durante um ciclo anual

completo; e Souza (2009) analisou a densidade desses microssimbiontes em duas espécies de zoantídeos: *Protopalythoa variabilis* Duerden, 1898 e *Zoanthus sociatus* Ellis, 1767, nos recifes costeiros do Cabo Branco.

Apesar de todos esses trabalhos, ainda existe uma grande carência de dados sobre a biodiversidade dos microssimbiontes de cnidários do Brasil, incluindo zooxantelas, bem como sobre o comportamento desses organismos diante de distúrbios naturais ou antrópicos.

O trabalho clássico de Kawaguti (1944) foi o primeiro a considerar as zooxantelas como simbiontes verdadeiros. Desde então, tenta-se esclarecer a verdadeira identidade taxonômica desses organismos, ainda bastante incerta. Atualmente, as zooxantelas se acham incluídas no gênero *Symbiodinium*, Família Symbiodiniaceae, Ordem Suessiales, conforme proposto por Fensome *et al.* (1993), na mais recente classificação dos dinoflagelados (Trench, 1997). Os organismos do gênero *Symbiodinium*, entretanto, possuem grande variação entre si na sequência do RNA ribossômico (Douglas, 2003). Análises moleculares revelaram que esses simbiontes pertencem a sete clados (linhagens) denominadas de A a H, e que cada clado contém vários subclados (LaJeunesse, 2001; Rodriguez-Lanetty, 2003; Pochon *et al.*, 2004). Os clados A, B e C são cosmopolitas e encontram-se distribuídos por todo o Atlântico e Indo-Pacífico (Douglas, 2003).

Os primeiros trabalhos que utilizaram a biologia molecular visando a tipificação das linhagens das zooxantelas são os de Rowan e Power (1991, 1992), Rowan e Knowlton (1995) e Rowan *et al.* (1997). Os estudos atuais sobre o assunto têm buscado esclarecer aspectos evolutivos e biogeográficos (LaJeunesse, 2001; 2005; LaJeunesse *et al.*, 2003; 2004a; 2004b; 2005). Para o Brasil, até o momento, apenas as linhagens das zooxantelas do coral *Siderastrea stellata* foram identificadas como pertencentes ao clado C, usando essas técnicas moleculares (Costa *et al.*, 2008).

Apesar da grande importância ecológica e econômica dos ambientes recifais e de os mesmos serem, constantemente, alvos de diversos tipos de estresses de origem antrópica, ainda são poucas as pesquisas realizadas com a finalidade de verificar o verdadeiro estado de conservação desses ambientes no Estado da Paraíba, sendo que a maioria dos estudos realizados nessas áreas tem se limitado à descrição de espécies ou estudos ecológicos de alguns grupos de organismos.

Entre os principais estudos conduzidos sobre esse assunto na Paraíba, incluem-se as pesquisas realizadas por Branner (1904), que descreveu os recifes da Baía da Traição e da Barra de Mamanguape, sob o ponto de vista geológico; Fernandes de Carvalho (1983), que estudou a bionomia bêntica do complexo recifal da praia do Bessa; Young (1984), que analisou a fauna associada aos corais *Mussismilia harttii* e *Siderastrea stellata* nos recifes de Picãozinho e Quebra Quilha; Sassi (1987), que analisou o fitoplâncton da formação recifal localizada na Ponta dos Seixas; Sassi *et al.* (1988), que estudaram os processos degradativos das macroalgas de arribadas dos recifes do Cabo Branco; Sassi e Melo (1989), que descreveram os protozoários lorícados do microplâncton (Tintinnina) do Cabo Branco; Rosa *et al.* (1997), que realizaram levantamento da diversidade de peixes de poças de marés dos recifes do Cabo Branco; Rocha *et al.* (1998), que estudaram os peixes recifais dos recifes da Paraíba; Vuelta (2000), que analisou os impactos do turismo na ictiofauna dos recifes do Picãozinho e da Ponta dos Seixas; Costa (2001), que trabalhou caracteres morfológicos e ecológicos de dinoflagelados associados a quatro espécies de corais dos recifes do Picãozinho; Araújo (2002), que analisou a estrutura da comunidade de macroalgas da Barra de Mamanguape.

Mais recentemente, Gama (2003) descreveu a biologia e a ecologia de esponjas e tunicados da Praia do Cabo Branco; Santos (2003) comparou exemplares de corais dos recifes da Ponta dos Seixas com escleractínios de outras regiões do Brasil e com os encontrados no Caribe panamenho; Melo (2006) determinou a capacidade de carga

recreativa para as áreas recifais das praias dos Seixas, Penha e Arraial; Batista (2006) estudou o fital de *Halimeda opuntia* L. Lamouroux no litoral paraibano; Costa, M. (2006) estudou o fital como um indicador da influência do turismo em ambientes recifais do litoral paraibano; Martins (2007) estudou o impacto do turismo sobre a composição e estrutura do fitobentos de recifes do litoral paraibano; Rodrigues (2007) estudou a taxonomia, biologia reprodutiva e parasitas no crustáceo *Alpheus armillatus* H. Milne Edwards, 1837, na região de entre-marés da Praia do Cabo Banco; Silva (2007) estudou a variação espaço-temporal da estrutura da comunidade macrobêntica em recifes do litoral paraibano; Xavier (2009) caracterizou, por meio de censo visual, o uso de micro-habitats pela ictiofauna da área estuarino-recifal da foz do Rio Mamanguape; e Cordeiro (2009) descreveu a composição e diversidade da ictiofauna dos recifes do litoral sul da Paraíba.

A formação recifal de Picãozinho tem sido alvo frequente do turismo, principalmente nos meses de verão. Como consequência dessa prática, alterações ambientais podem estar ocorrendo nesse ambiente, prejudicando o equilíbrio ecológico de todo o ecossistema local.

O hidróide calcário *Millepora alcicornis* é um dos principais construtores de recifes encontrados na área de estudo deste trabalho, em Picãozinho. A sua microbiota simbiote, embora seja um importante bioindicador de qualidade ambiental, não tem sido estudada com a mesma ênfase dada a corais e zoantídeos. Neste trabalho, procurou-se estudar os microssimbiontes hospedados por *Millepora alcicornis* ao longo de um ciclo anual, relacionando as características encontradas a variáveis ambientais e comparando os resultados encontrados aos descritos para a microbiota simbiote de outras espécies. Além disso, o mesmo também procurou demonstrar se eventos de branqueamento/doenças também vêm acometendo este cnidário na área escolhida para estudo.

2. Objetivos

2.1 - Objetivo Geral

Estudar o hidróide calcário *Millepora alcicornis* (Linnaeus, 1758) no ambiente recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, enfocando aspectos ecológicos das suas zooxantelas e a identificação de seus microssimbiontes, bem como verificar se a espécie em questão está sujeita ao fenômeno do branqueamento e doenças.

2.2 - Objetivos Específicos

- a) Caracterizar as condições climatológicas e hidrológicas do ambiente recifal de Picãozinho, durante o ciclo anual estudado.
- b) Caracterizar o ciclo anual das zooxantelas hospedadas pelo hidróide calcário *Millepora alcicornis* no ambiente recifal de Picãozinho-PB, levando em consideração a densidade, o índice mitótico, o diâmetro celular e os pigmentos fotossintetizantes, e relacionar as variações observadas com as condições do meio.
- c) Determinar os principais componentes da microbiota associada a *Millepora alcicornis* presente no ambiente recifal de Picãozinho-PB, identificando-os ao menor nível taxonômico possível e relacionar as variações quantitativas observadas às condições do meio.
- d) Verificar se os fenômenos de branqueamento e doenças também estão ocorrendo em *Millepora alcicornis* no ambiente recifal de Picãozinho-PB.

3. Descrição da espécie estudada

Mileporas são hidrozoários polipóides coloniais da família Milleporidae que secretam um esqueleto calcário (Lewis, 2006) com uma forma incrustante ou de crescimento vertical (Ruppert e Barnes 1996). Estes animais estão entre os maiores colaboradores de esqueletos de carbonato de cálcio nos recifes de corais (Lewis, 1989; 2006; Edmunds, 1999).

Apesar da sua grande importância ecológica e geológica, a biologia e ecologia desses organismos têm recebido relativamente pouca atenção em comparação aos escleractínios pertencentes ao grupo Anthozoa. Portanto, há muito que se aprender sobre *Millepora* (Lewis, 1989), inclusive como esses animais alcançam o sucesso em ambientes de recifes de corais de águas rasas, onde o espaço é tipicamente um recurso limitante (Jackson, 1977).

Mileporas e escleractínios são frequentemente confundidos, apesar de pertencerem a classes diferentes, devido a características semelhantes entre os dois grupos. Entre as principais semelhanças morfológicas estão o esqueleto calcário, que contribui para a estrutura recifal, a variabilidade fenotípica e a presença de zooxantelas. Com relação às similaridades ecológicas, podem-se citar os modos nutricionais, as estratégias de alimentação do plâncton, a competição por espaço, a susceptibilidade ao ataque por parasitas e comensais (Lewis, 1989; 2006), além do branqueamento e outras doenças.

No entanto, também existem diferenças notáveis entre esses dois grupos em relação à sua morfologia, estratégias alimentares e reprodução (Lewis, 2006). Quanto à morfologia das mileporas, observa-se a ausência de coralitos e a presença de poros diminutos ao longo de sua superfície (Razak e Hoeksema, 2003). Os poros maiores são denominados de gastróporos e portam um gastrozoóide especializado na

alimentação. Já os menores e mais numerosos são denominados dactilóporos e portam dactilozóides especializados na defesa do animal. Estes últimos encontram-se organizados ao redor dos gastrozóides (Kruijf, 1975), e, através dos seus nematocistos, são responsáveis por capturar presas para a sua alimentação. Ao contrário dos escleractínios, em *Millepora* não ocorre alimentação através da suspensão do muco (Lewis, 2006). A reprodução sexuada em *Millepora* envolve a alternância de gerações e a formação de uma medusa pelágica, forma que não está presente em nenhum organismo da Classe Anthozoa.

Devido à toxicidade de seus nematocistos, as espécies de *Millepora* são conhecidas vulgarmente como “corais-de-fogo”. Essas organelas contêm uma toxina proteínica que, ao entrar em contato com a pele humana, pode ocasionar grande dor (Radwan, 2002), além de uma série de erupções cutâneas e bolhas, assim como um prurido que pode permanecer por algumas semanas (Addy, 2007). Estudos realizados por Prasad *et al.* (2006) indicaram que o contato com esse hidróide calcário pode ocasionar insuficiência renal aguda, síndrome nefrítica e edema pulmonar.

No Caribe, espécies de *Millepora* são mais abundantes em ambientes rasos e turbulentos (Lewis, 1989). Nessas localidades, as mileporas podem explorar substratos disponíveis através de supercrescimento direcional (Wahle, 1980) e uso de ramificações na reprodução assexuada (Lewis, 1991). Ramificações são um componente integral da estratégia morfológica da maior parte das espécies de *Millepora* e se formam tipicamente a partir do desenvolvimento de bases finas e incrustadas (Vago *et al.*, 1998).

Lewis (2006) listou vários organismos responsáveis pela predação de *Millepora*, entre eles os poliquetas *Hermodice* e *Eurythoe*, o molusco *Drupella* e peixes da família Scaridae. Já a estrela-do-mar *Acanthaster* não parece atacar esses animais, ao contrário do que ocorre com os escleractínios (Lewis, 1989).

O gênero *Millepora* reúne 17 espécies (Amaral *et al.*, 2002a; Amaral *et al.*, 2008) distribuídas nos mares tropicais de todo o mundo, entre profundidades de 1 a 40 metros (Lewis, 1989, 2006). Dentre esses registros, oito espécies ocorrem no Oceano Índico, nove no Oceano Pacífico oeste e central, quatro no Oceano Pacífico leste e seis no Oceano Atlântico (Amaral *et al.*, 2008).

Nos recifes brasileiros, até o presente momento, foram registradas quatro espécies: *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758; e as espécies endêmicas *Millepora braziliensis* Verrill, 1868; *Millepora nitida* Verrill, 1868 e *Millepora laboreli* Amaral 2008 in Amaral *et al.* (2008). *M. nitida* foi registrada apenas na Bahia (Amaral, 1997; Amaral *et al.*, 2002a,b; Amaral *et al.*, 2008) e *M. laboreli*, recentemente descrita por Amaral *et al.* (2008) para o Parque Estadual Marinho do Parcel Manuel Luiz, no Estado do Maranhão.

A espécie *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 é um dos componentes principais dos recifes brasileiros (Amaral, 1997; Oliveira *et al.*, 2008). Sua distribuição ocorre apenas no Oceano Atlântico, com registros desde o Caribe até Arraial do Cabo (RJ) (Laborel, 1970; Hudson, 2000; Amaral *et al.*, 2008). Obura *et al.* (2009) também registraram a presença da espécie em Cabo Verde (Figura 01).

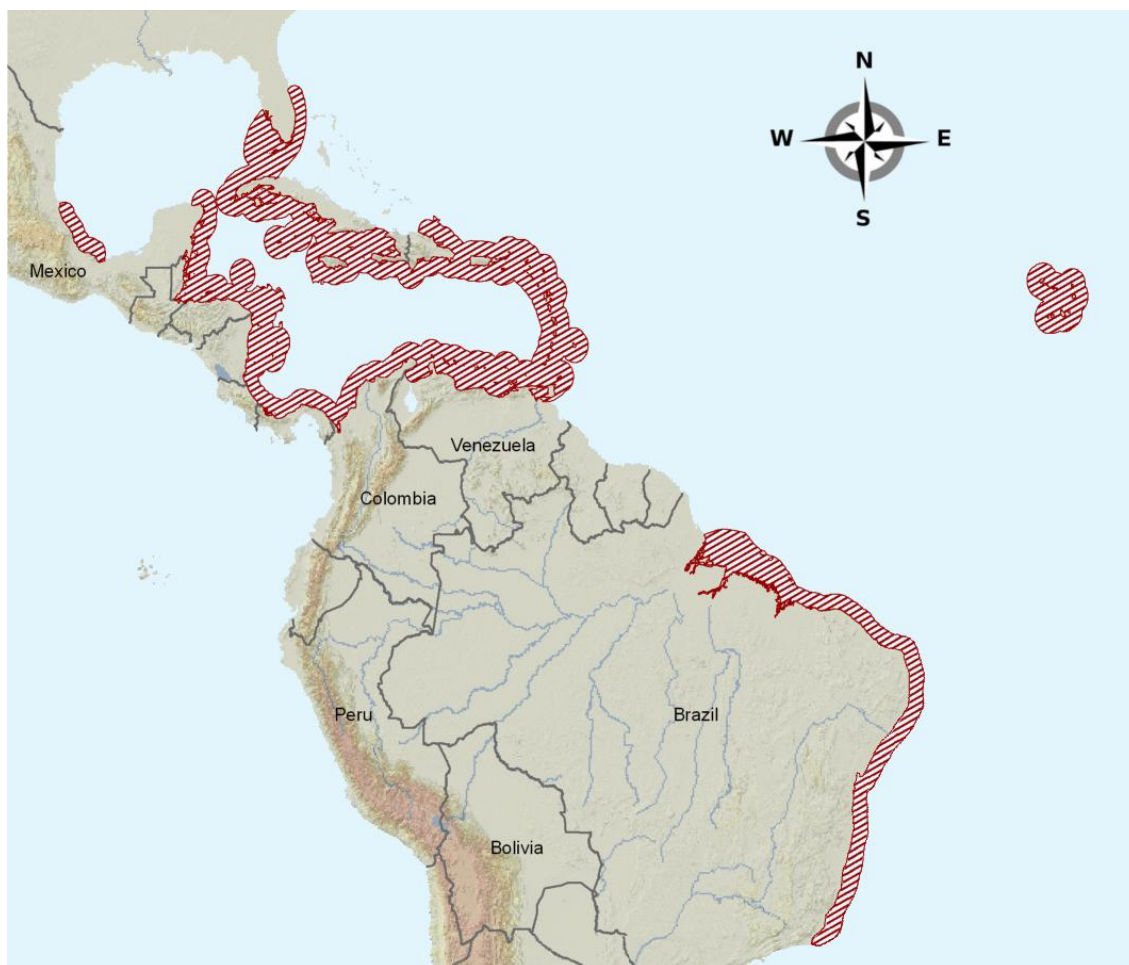


Figura 01. Distribuição geográfica do hidróide calcário *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758, modificada de Obura *et al.* (2009).

No Brasil, a espécie foi registrada nos trabalhos de Hartt (1869); Branner (1904); Laborel (1969a,b); Eston *et al.* (1986); Pires *et al.* (1992); Hetzel e Castro (1994); Amaral (1997); Amaral *et al.* (1997); Echeverría *et al.* (1997); Calder e Mañal (1998); Kelmo e De Santa-Isabel (1998); Hudson (2000); Castro e Segal (2001); Castro e Pires (2001); Oigman-Pszczol *et al.* (2004); Shimabukuro *et al.* (2006); Santos *et al.* (2007); Amaral *et al.* (2008).

M. alcicornis é considerada uma espécie fotófila, que se localiza tipicamente na parte superior das formações coralinas, nas bordas e nas laterais dos recifes (Hetzel e Castro, 1994) e cresce em agrupamentos de colônias comumente ramosas ou, mais raramente, incrustantes (Figura 02), apresentando coloração amarelo-amarronzada. Segundo Amaral (1991, 1994, 1995, 1997) essas

variações morfológicas de corais e hidróides calcários apresentam relação com o meio. Em baixas profundidades é geralmente observado que seus ramos se encontram dispostos em um plano perpendicular à direção das vagas e são finos, longos e com terminações pontiagudas (Dutra, 2003). Em zonas muito batidas, esses hidróides calcários podem apresentar uma forma incrustante (Laborel, 1970). Essa espécie pode atingir mais de um metro de diâmetro, formando seqüências que cobrem grandes áreas do topo recifal e pode ser observada a profundidades inferiores a 15m (Dutra, 2000).

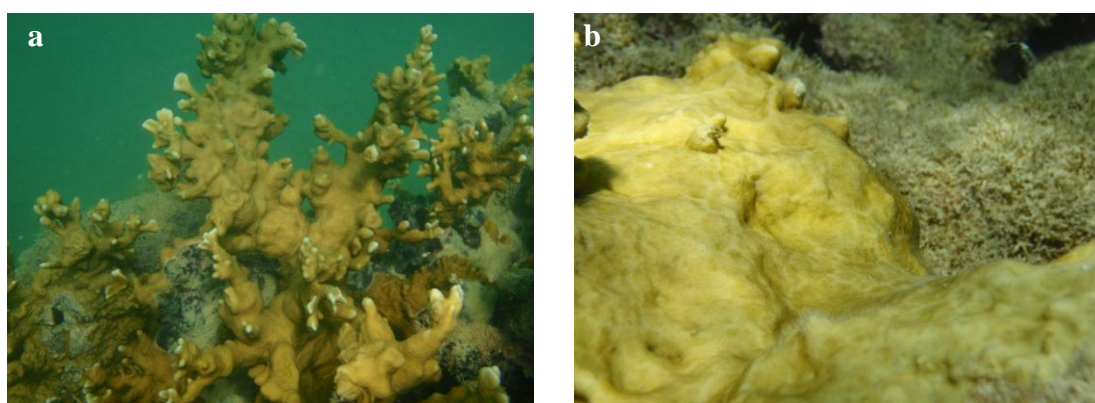


Figura 02. Colônias de *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758, da área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB. (a) Colônia ramificada. (b) Colônia incrustante (Foto: Amorim, T. P. L., março de 2009).

A principal ameaça a essa espécie está associada à redução extensiva dos recifes de coral, de modo que, mesmo não se conhecendo as tendências específicas das populações da espécie, as reduções da população podem ser inferidas a partir das estimativas de perda de habitat. Esta espécie é mais resiliente a algumas das ameaças enfrentadas por corais e, conseqüentemente, o declínio da população pode ser estimado usando como base a porcentagem de distribuição dos recifes (Wilkinson, 2004). Como já referido neste trabalho, as ameaças aos recifes, que incluem o aquecimento global, podem levar ao branqueamento e ao aumento da susceptibilidade a doenças, além das ameaças locais relacionadas às atividades humanas.

No Brasil, a redução no número de exemplares de *Millepora alcicornis* se deve, em grande parte, à extração de indivíduos da espécie

para comercialização como artigos marinhos e de decoração (Leão, 1999). Como consequência da diminuição das populações desse hidróide calcário, a taxa de crescimento dos recifes brasileiros deve sofrer um decréscimo. Além disso, pode ocorrer um declínio dos organismos localizados à sua retaguarda, antes protegidos dos efeitos da energia hidrodinâmica do ambiente ocupado pelo coral-de-fogo (Oliveira *et al.*, 2008).

Nos últimos anos, esse decréscimo tem sido observado em diversas áreas recifais, principalmente nos recifes da Bahia (Oliveira *et al.*, 2008). Um exemplo desse acontecimento foi observado por Pitombo *et al.* (1988), nos recifes do Arquipélago de Abrolhos. Segundo estes autores, houve um empobrecimento dos recifes com respeito a *Millepora* em uma área que Laborel (1969a) havia chamado de “a zona de *Millepora*”. A cobertura dessa espécie antes da implementação do parque variou entre 1,5 e 11%.

4. Descrição da Área de Estudo

As únicas formações recifais do Oceano Atlântico Sul Ocidental estão presentes no território brasileiro. Esses recifes estão distribuídos em uma faixa de 3000 km de extensão, que vai desde o Parcel Manuel Luís – MA até Viçosa, na Área de Abrolhos – BA, além de ilhas oceânicas como Atol das Rocas – RN, Arquipélago de Fernando de Noronha – PE (Prates, 2003) e Arquipélago São Pedro e São Paulo.

Os recifes brasileiros não apresentam uma grande riqueza em número de espécies coralíneas, em comparação aos recifes distribuídos nos oceanos Pacífico, Índico e Atlântico Ocidental Norte (região do Caribe). Laborel (1969a) identificou 23 espécies de corais no Brasil, sendo 19 escleractínios e 4 hidróides calcários. Maída e Ferreira (1997) listaram apenas 16 espécies de corais zooxanteados e 4 de hidróides calcários. No entanto, essa região apresenta a maior taxa de endemismo de corais escleractínios do mundo (Prates, 2003). Das 19 espécies dos corais que ocorrem no território brasileiro, oito são endêmicas: *Siderastrea stellata*; *Favia gravida*; *Favia leptophylla* Verrill, 1868; *Mussismilia harttii*; *Mussismilia braziliensis* Verrill, 1968; *Mussismilia hispida*; *Scolymia wellsi* Laborel, 1967; *Phyllangia americana* Milne Edwards e Haime, 1848 (Laborel, 1970; Leão, 1986; Souza, 2008).

Além do endemismo, também podemos citar como características dos recifes brasileiros a ausência de corais ramificados, presentes em outros recifes do mundo e a contribuição de algas calcárias como construtores de muitos desses recifes (Laborel, 1969a; 1970; Costa C., 2006).

Na Paraíba, os recifes estão distribuídos paralelamente à costa, de forma descontínua (Melo, 2006), desde o litoral norte, nas proximidades da desembocadura do rio Mamanguape e ao o sul do estuário do rio Paraíba (litoral norte), até os limites com o Estado de Pernambuco (Costa *et al.*, 2007). Segundo estes autores, a maioria dos recifes

encontra-se cerca de 2 km da orla, enquanto na Ponta do Mato (Cabedelo), Mamanguape e no Cabo Branco (João Pessoa) esses ambientes estão localizados ainda mais próximos à costa.

Em alguns recifes paraibanos como no Seixas, Penha e Arraial, as algas se encontram predominantemente na parte interna, e os corais, na parte externa (Melo, 2006). As condições climáticas da região são típicas do litoral nordeste do Brasil, caracterizadas por um período de seca, que vai de setembro a fevereiro e por um período chuvoso, que se estende de março a agosto. A região apresenta temperaturas mínimas e máximas entre 24° e 36°, respectivamente, e índice pluviométrico anual maior que 1.250 mm (Batista, 2006).

Os recifes de Picãozinho estão localizados no litoral da cidade de João Pessoa – PB, entre as coordenadas geográficas: 06° 42' 05"/7° 07' 30" de Lat. S e 34° 48' 37"/34° 50' 00" de Long. W e se acham distribuídos paralelamente à costa, a uma distância da praia de Tambaú de aproximadamente 1,5 km (Costa, 2001; Batista, 2006, Costa C. 2006; Illari *et al.*, 2008) (Figura 03).

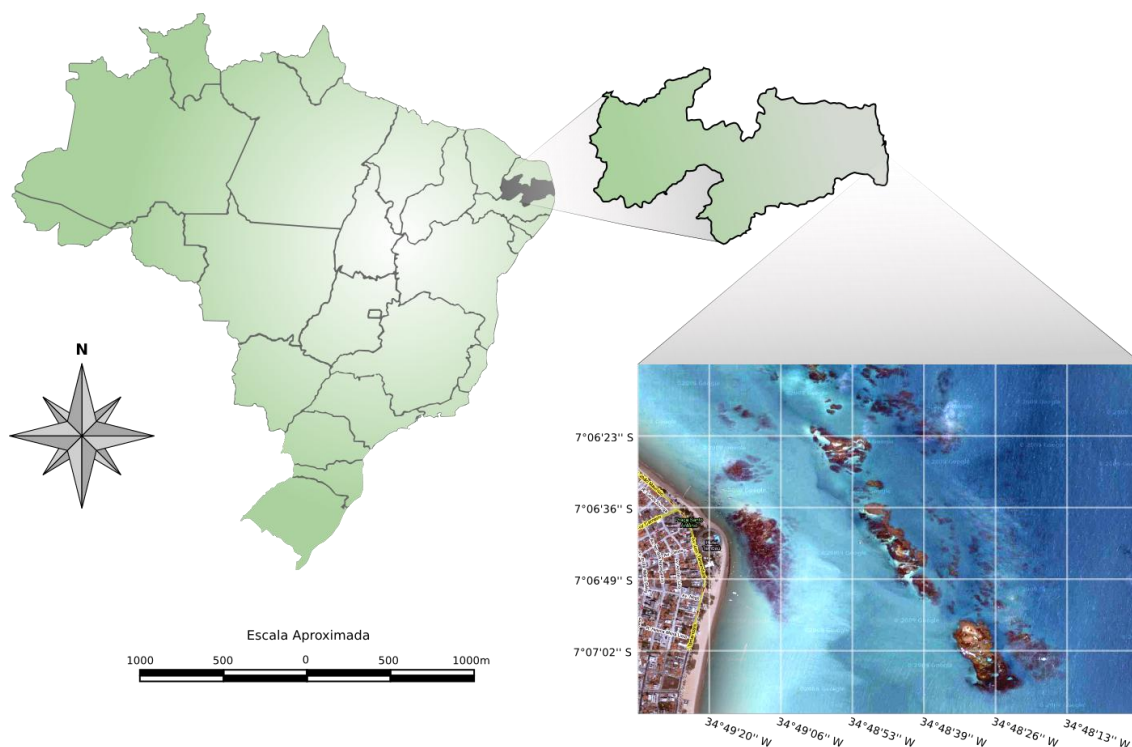


Figura 03. Mapa da região de estudo, evidenciando as localizações dos recifes de Picãozinho em relação à Praia de Tambaú, João Pessoa - PB.

Picãozinho pode ser considerado um recife de franja (Leão e Domingez, 2000), no entanto, pesquisas ainda não foram realizadas com o intuito de verificar a sua base geológica (Melo, 2006). O recife apresenta forma retangular (Young, 1984) e possui uma área com cerca de 0,045 km², com extensão de 300 m de comprimento e 150 m de largura (Costa M., 2006). Nos períodos de maré baixa, a sua plataforma é descoberta, formando inúmeras piscinas internas (Young, 1984) e pequenos canais de água (Medeiros *et al.*, 2007) (Figura 04). O platô do recife é recoberto por macroalgas e grandes colônias dos zoantídeos *Palythoa caribbaeorum* e *Zoanthus sociatus* (Young, 1984).



Figura 04. Vista da área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB. No fundo, observa-se a Praia de Tambaú e, no recife, piscinas naturais internas formadas durante as marés baixas (Foto: Amorim, T. P. L.).

Segundo Young (1984), a fauna coralínea de Picãozinho é uma das mais ricas da Paraíba, tanto em número de espécies, como em tamanho de colônias. Esta fauna é composta pelos escleractínios: *Siderastrea stellata*, *Agaricia agaricites*, *Porites astreoides*, *Mussismilia harttii*, *Mussismilia hispida*, *Montastraea cavernosa*, *Favia gravida*; pelos hidróides calcários: *Millepora alcicornis* e *Millepora braziliensis*; e pelos zoantídeos: *Palythoa caribbaeorum*, *Protopalythoa variabilis*, *Zoanthus sociatus* e *Zoanthus nymphaeus* Lesueur, 1817.

Observam-se também outros componentes da comunidade bêntica nessa região. Entre elas, estão as macroalgas, principalmente: *Caulerpa racemosa* var. *occidentalis* (J. Agardh) Børgesen, *Peniculus capitatus* Lamouroux, *Halimeda opuntia* (L.) J.V. Lamouroux e *Sargassum* sp., assim como o ouriço-do-mar, *Echinometra lucunter* Linnaeus, 1758, e outros invertebrados em menor número, como mexilhões, cracas, esponjas e ascídias (Medeiros *et al.*, 2007).

Em Picãozinho, observa-se também a presença de 33 espécies de peixes distribuídas em 19 famílias. Dentre as espécies mais frequentes estão *Abudefduf saxatilis* Linnaeus, 1758, *Sparisoma* sp., *Stegastes fuscus* Cuvier, 1830, *Halichoeres brasiliensis* Bloch, 1791, e *Haemulon parra* Desmarest, 1823 (Medeiros *et al.*, 2007).

Até o final da década de 80, o recife de Picãozinho era frequentado apenas por pescadores que utilizavam a área para lazer, pesca artesanal e limpeza de barcos e motores (Vuelta, 2000). Desde então, essa área passou a ser incluída na rota turística da cidade de João Pessoa (Costa, M. 2006). A prática turística ocorre durante todo o ano, com maior intensidade durante os meses de verão (Souza, 2008).

A visita aos recifes de Picãozinho se dá através de Catamarãs (Figura 05), com capacidade de até 100 passageiros por embarcação. O embarque ocorre na praia de Tambaú, próximo ao Hotel Tambaú, e o trajeto dura em média 15 minutos. Além dos catamarãs, o trajeto também pode ser realizado por lanchas táxi, com uma menor capacidade de passageiros por embarcação.

Picãozinho apresenta uma grande importância, tanto ecológica, como econômica. No entanto, há aproximadamente 15 anos, o turismo tem sido realizado sem planejamento ambiental e turístico, o que pode trazer danos algumas vezes até irreversíveis para o ambiente.

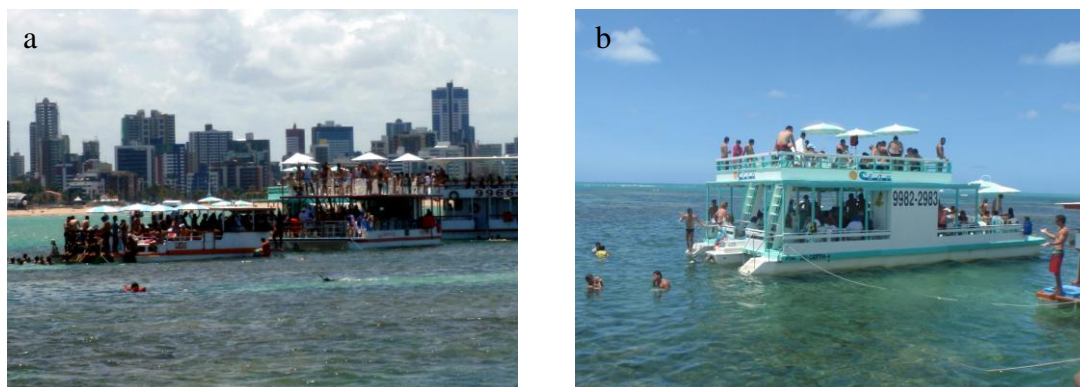


Figura 05. (a, b) – Turismo nos recifes de Picãozinho, João Pessoa – PB. Observam-se vários turistas a bordo de catamarãs e alguns nas piscinas naturais (Foto: Amorim, T. P. L.).

Souza (2008), realizando um estudo sobre a capacidade de carga desse recife, propôs a necessidade de realização de um zoneamento da área e estabeleceu um número máximo de 242 visitantes por dia, maior que o observado durante todo o ano estudado por ele, mesmo nos meses de verão. Segundo o autor, a capacidade de carga nos recifes se refere ao número de pessoas presentes nas piscinas ao mesmo tempo e não ao número de pessoas por passeio.

O local estabelecido para a execução do presente estudo compreende a frente recifal do recife de Picãozinho, João Pessoa – PB, que corresponde à área voltada para o Oceano Atlântico (Figura 06), recebendo frontalmente as ondas. Nesse local a profundidade chega até 6 metros, portanto a fauna coralínea existente nessa área se encontra submersa. Apesar de sofrer constantemente os impactos das ondas, a frente recifal apresenta maior diversidade de cnidários desse recife.

Essa área recebe uma menor visitação de turistas, em comparação à costa recifal, devido à distância das embarcações, às correntezas mais fortes, à turbidez da água, à presença de poucas piscinas com fundo de areia e à profundidade local. Desse modo, são menores os impactos causados pelo turismo, como pisoteio, ancoragem dos barcos, lixo, resíduo de combustíveis, entre outros.

Bancos de colônias do hidróide calcário *Millepora alcicornis* foram encontrados em vários pontos. Na costa recifal, as colônias dessa espécie foram encontradas em menor número e tamanho. Devido à alta turbidez da água em alguns meses, particularmente naqueles referentes ao período chuvoso, a visualização das colônias localizadas em alguns desses pontos torna-se mais difícil.



Figura 06. Imagem de satélite da área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB. A seta amarela indica a frente recifal, local escolhido para a realização do estudo. Observa-se também a presença de seis catamarãs ancorados em um canal localizado em sentido oposto ao indicado pela seta. Fonte: *Google Earth*, janeiro de 2009.

5. Metodologia

5.1 – Estudo dos microssimbiontes associados ao hidróide calcário *Millepora alcicornis*

5.1.1 – Obtenção de amostras para o estudo dos microssimbiontes

As coletas destinadas ao estudo da diversidade e da densidade de microssimbiontes associados ao hidróide calcário *Millepora alcicornis*, que habita o ambiente recifal de Picãozinho, foram realizadas mensalmente, nas marés baixas diurnas mais pronunciadas (marés de sizígia), na frente recifal (Figura 06), e cobriram o período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008.

As coletas foram efetuadas através de mergulho em apnéia, em profundidades de até 3 metros, sendo que em cada ocasião foi retirado um pequeno fragmento de quatro diferentes colônias de *M. alcicornis* distanciadas uma da outra mais que 2m, visando com isso evitar-se a amostragem de clones, conforme recomendado para escleractínios por Costa, C. (2006) e Costa *et al.* (2008) e hidróides calcários por Amaral (1997) e Amaral *et al.* (1997).

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos contendo água do mar, devidamente etiquetadas, e depois, em condições herméticas, foram conduzidas ao Laboratório de Ecossistemas Costeiros do NEPREMAR/UFPB, onde as análises foram efetuadas.

5.1.2 – Obtenção de dados Hidrológicos

A) **Temperatura superficial da água do mar:** a temperatura foi medida diretamente no campo, a cada dia de coleta, através de um termômetro de reversão Watanabe Keini, precisão de 0,01°C.

B) **Salinidade:** a salinidade da água foi obtida através de um refratômetro portátil “American Optical”, modelo 10.419 e os seus

valores foram expressos sem unidades, de acordo com o algoritmo que define a Escala Prática de Salinidade (UNESCO, 1996).

C) Material em suspensão: as quantidades de material em suspensão foram determinadas gravimetricamente utilizando-se a técnica baseada em Teixeira e Kutner (1963). Em campo, foram coletadas amostras de 1 litro de água do mar, em triplicatas, e levadas ao laboratório. As amostras foram filtradas em filtros Whatman, GF/C de fibra de vidro, de 47 mm de diâmetro, previamente secos e pesados. Após esse procedimento, os filtros foram novamente secados em estufa a 40°C e pesados novamente. A quantidade de material em suspensão de cada amostra, expressas em mg/L, foi calculada por diferença de peso do filtro seco com o do filtro após a filtração, sem o material filtrado.

D) Oxigênio dissolvido: Foram coletadas três amostras de água do mar, em frascos escuros, para a determinação do teor de oxigênio dissolvido. Os procedimentos analíticos, baseados na técnica de Winkler, seguiram a metodologia descrita em Strickland e Parsons (1960).

5.1.3 - Dados pluviométricos

Os dados pluviométricos, referentes ao mês de cada coleta, foram obtidos junto a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs) disponível em <http://www.aesa.pb.gov.br/>, tendo como referência o Posto Pluviométrico de João Pessoa/DFAARA.

5.1.4 - Extração dos microssimbiontes

No laboratório, foi realizado o isolamento das zooxantelas e de outros simbiontes a partir da extração do tecido de cada uma das amostras coletadas. Esse procedimento foi realizado por meio de jatos de compressão a ar (“water pik[®]”), de acordo com a metodologia utilizada para corais escleractínios por Costa (2001), Costa C. (2006) e

Costa *et al.* (2008). O material extraído foi homogeneizado e o seu volume foi determinado com uma proveta e anotado.

Parte desse material extraído foi colocada em frascos de vidro ou plástico, devidamente etiquetados, e fixada em solução de Lugol para posterior análise microscópica. Outra parte foi destinada à filtração de réplicas de 8 ml de cada amostra em filtros de fibra de vidro Whatmann GF/C, para a determinação dos teores de clorofila-a e mantida em freezer no interior de frascos contendo sílica gel, devidamente identificados, até o momento das análises. O restante da amostra foi mantido em um recipiente, fixado em 10 ml de solução de formol, destinado à oxidação do material, conforme procedimentos descritos mais adiante.

O esqueleto de todos os fragmentos de *M. alcicornis* coletados foi colocado em depósitos plásticos contendo água e hipoclorito de sódio (água sanitária) para a remoção de qualquer resíduo de tecido e em seguida, secados em estufa. Os esqueletos foram guardados, devidamente etiquetados, para posterior determinação da sua área, utilizando a técnica de Marsh (1970) e Costa *et al.* (2008), que será descrita a seguir.

5.1.5 – Caracteriação do Ciclo Anual das Zooxantelas

A densidade populacional, o diâmetro celular e o índice mitótico das zooxantelas encontradas em cada fragmento coletado de *Millepora alcicornis*, foram determinados por meio de contagens das mesmas em microscópio ZEISS West Germany, com ocular micrometrada (400x), através de uma câmara de Fuchs Rosenthal (hematocitômetro). O procedimento básico da análise segue a rotina tradicionalmente empregada no estudo de zooxantelas, conforme metodologia de Carricart-Ganivet e Beltrán-Torres (1993), Fitt *et al.* (1993), e devidamente detalhada por Costa *et al.* (2008).

A) Densidade Populacional:

Foram analisadas oito lâminas do material homogeneizado proveniente de cada colônia. Os valores das contagens foram expressos em número de células por área superficial de tecido (zooxantelas/cm²).

A área superficial dos fragmentos de cada colônia foi calculada usando a técnica do recobrimento com papel alumínio, segundo Marsh (1970). Para a aplicação dessa técnica, foram obtidas 38 amostras de papel alumínio de formato retangular de diferentes tamanhos, cujos lados foram medidos com auxílio de um paquímetro e sua área calculada. Cada amostra foi pesada em balança digital Libror AEG-220 Shimadzu, no Laboratório de Carbono Ativado/CT/UFPB. Por fim, foi realizada uma análise de regressão linear simples, correlacionando o peso e a área do papel alumínio (Figura 07).

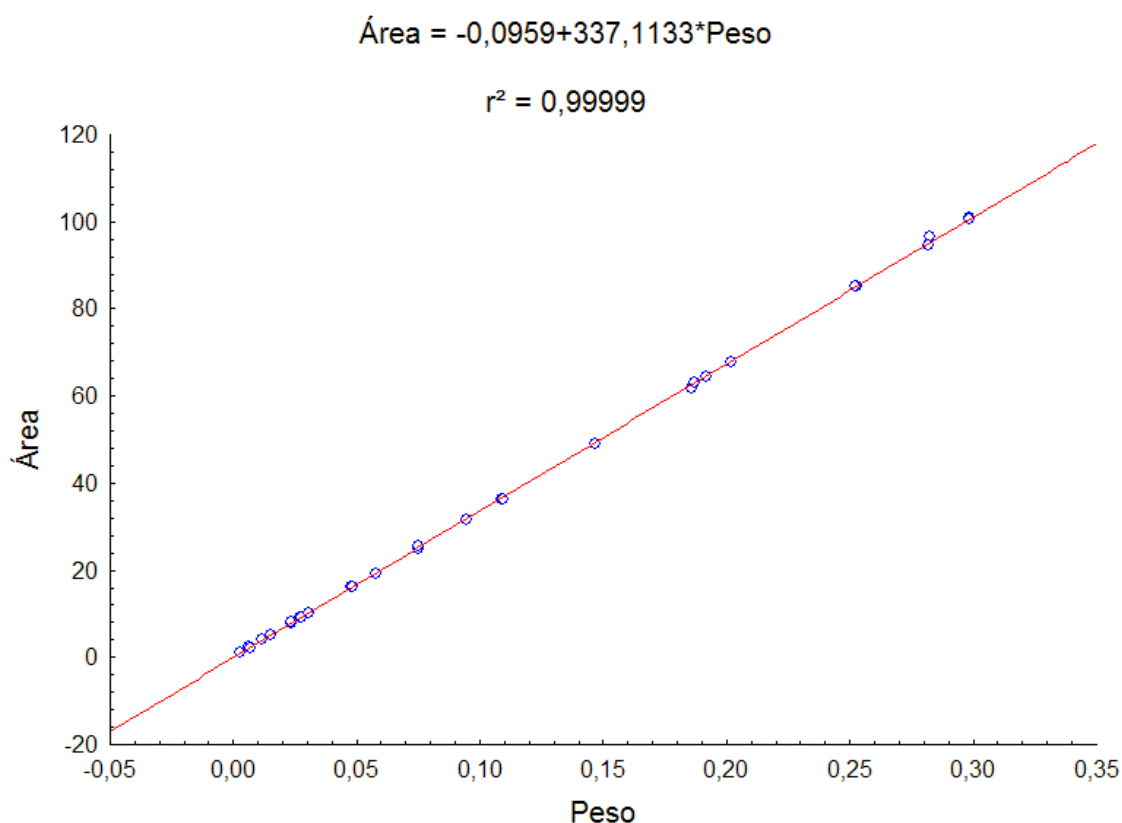


Figura 07. Análise de regressão linear para estimativa de áreas de fragmentos do hidróide calcário *Millepora alcicornis*.

B) Índice Mitótico:

A porcentagem do número de zooxantelas em divisão foi calculada através da regra de três simples entre o total de zooxantelas encontrada em cada lâmina e a fração de células em divisão encontradas na mesma (Costa *et al.*, 2008).

C) Diâmetro celular:

Os diâmetros das zooxantelas foram medidos com o auxílio de uma ocular micrométrica previamente aferida, em aumento de 400x. Oitenta células foram medidas por amostras (dez em cada lâmina), totalizando trezentas e sessenta células por mês.

D) Biomassa das Zooxantelas:

A biomassa das zooxantelas foi estimada a partir de seus bio-volumes, utilizando-se as medidas dos diâmetros celulares nos cálculos, adotando-se como procedimento básico, os trabalhos de Edler (1979) e de Olenina *et al.* (2006). Assim, cada exemplar medido teve seu volume celular determinado geometricamente, adotando-se como forma das zooxantelas a esfera. Posteriormente, os valores dos bio-volumes (BV) assim calculados foram transformados em valores de carbono orgânico e de nitrogênio orgânico, aplicando-se o fator de conversão para dinoflagelados ($\text{pgC/célula} = 0,760 \times \text{BV}^{0,819}$ e $\text{pgN/célula} = 0,118 \times \text{BV}^{0,849}$), conforme equações apresentadas em Menden-Deuer e Lessard (2000).

E) Determinação de pigmentos fotossintetizantes:

A análise de clorofila-a das amostras coletadas foi determinada fluorimetricamente, utilizando-se um fluorômetro Turner-Design, 10005R. As amostras filtradas foram extraídas em solução de acetona a 90%, centrifugadas, e depois lidas em cubetas no fluorômetro, antes e após a acidificação com 2 gotas de HCl a 20%. As concentrações de clorofila-a (μg clorofila-a/ cm^2 de área do hospedeiro) foram determinadas segundo Strickland e Parsons (1972) e Arar e Collins (1992).

5.1.6 – Caracterização dos principais componentes dos outros microssimbiontes

A) Ciclo anual dos outros microssimbiontes:

Parte da amostra destinada a análise das zooxantelas também foi utilizada para caracterizar a distribuição mensal de outros microssimbiontes presentes em *M. alcornis*, durante o período estudado. Para isso, essa microbiota foi determinada através de contagens de 1 ml de cada amostra em microscópio ZEISS West Germany, com ocular micrometrada (aumento de 200x), utilizando câmaras de Sedgewick-Rafter.

B) Confecção de Lâminas permanentes:

O material obtido a partir da extração do tecido do hidróide calcário estudado e fixado em 10 ml de solução de formol a 10% foi submetido ao processo de oxidação das frústulas das diatomáceas para

limpeza das mesmas, segundo a técnica descrita em Hasle e Fryxell (1970). Lâminas permanentes foram montadas posteriormente utilizando a resina Cumar R-9 e examinadas em microscópio Zeiss, em aumentos de até 1000x.

C) Fotografias dos componentes da microbiota de *M. alcicornis*:

As diatomáceas e outros microssimbiontes encontrados durante as análises microscópicas, inclusive zooxantelas, foram fotografados em câmera digital acoplada a ocular do microscópio ZEISS West Germany, em aumentos de até 1000x.

Devido à dificuldade encontrada para a visualização de algumas estruturas, indispensáveis para a identificação das espécies de diatomáceas, também foram obtidas fotografias de microscopia eletrônica de varredura dessas microalgas. Desse modo, o material oxidado de cada mês foi misturado em um único recipiente, fixado em álcool isopropílico e levado ao laboratório de Solidificação Rápida do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, para a preparação do material e análise no microscópio eletrônico de varredura modelo LEO 1430VP, fabricante Leo Electron Microscopy LTDA.

As imagens obtidas tanto na microscopia óptica como na microscopia eletrônica foram arquivadas no computador. Posteriormente, as mesmas foram identificadas, com base nos trabalhos de Peragallo e Peragallo (1897-1908), Husted (1930, 1959, 1961-1966), Cupp (1943), Hendey (1964), Ricard (1987), Silva-Cunha e Eskinazi-Leça (1990), Pacobahyba (1992) e Tomas (1997). 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>.

5.1.7- Análises estatísticas

As análises estatísticas das variáveis das zooxantelas foram realizadas no programa Statistica 7.0, com nível de significância de 5%. A normalidade e a homocedasticidade dos dados referentes às zooxantelas foi testada a partir do teste de Shapiro-Wilk e teste de Levene, respectivamente.

Para a determinação da área de cada fragmento de *M. alcicornis* coletado, foi obtida uma equação da reta por uma análise de regressão linear simples, a partir da correlação de Pearson, utilizando o peso e a área de fragmentos de folhas de papel alumínio de diferentes tamanhos.

Para verificar se houve diferença significativa entre os períodos climáticos e os parâmetros de zooxantelas: densidade populacional, índice mitótico e produção de clorofila-a das zooxantelas foi realizado o teste de t de Student. Foi utilizada a análise de variância (ANOVA) para testar se as variações observadas ao longo do ano nos parâmetros das zooxantelas são ou não significativas.

Devido à falta de normalidade dos dados ambientais, foi realizada a correlação de Spearman para avaliar as relações existentes entre as variáveis ambientais e biológicas.

Para saber o comportamento das concentrações de C e N diante da densidade e clorofila-a das zooxantelas, foi realizada uma análise de regressão simples a partir da correlação de Pearson.

5.2 – Monitoramento das colônias de *Millepora alcicornis* quanto ao branqueamento e doenças

O monitoramento das colônias de *Millepora alcicornis* foi realizado a partir de imagens obtidas a partir de uma câmera subaquática *Olympus Stylus 1030 SW*, na referida área de estudo, durante o período de maio de 2008 a abril de 2009. Esses meses foram agrupados em três

períodos: período de seca “verão” (PS), período de pré-chuvas (PPC), período chuvoso “inverno” (PC).

Não foi estabelecido um número fixo de colônias analisadas a cada mês, em função das dificuldades operacionais relacionadas com a hora das marés e o tempo de permanência no recife. Dessa forma, o número de colônias inspecionadas variou de 14 a 115 colônias por mês (Tabela 06). Os dados foram agrupados nos três períodos estabelecidos e, posteriormente, transformados em porcentagem para uma melhor análise.

Tabela 01 – Quantidade de colônias monitoradas durante os períodos: chuvoso (PC), de seca (PS) e de pré-chuvas (PPC) e os respectivos meses por eles agrupados.

Período	Meses	Qtde de colônias inspecionadas
PC	Mai/2008	25
	Jun/2008	14
	Ago/2008	26
PS	Set/2008	26
	Out/2008	14
	Nov/2008	48
	Dez/2008	79
	Jan/2009	109
PPC	Mar/2009	87
	Abr/2009	129

As imagens obtidas foram armazenadas no computador para uma posterior análise da saúde desses hidróides calcários. Utilizou-se como critérios a coloração de cada colônia, como também as lesões sofridas pelas mesmas, considerando os seguintes critérios: branqueamento, doenças, ramificações quebradas, assentamento de outros organismos em seus tecidos e danos causados por predação.

Foram realizados dois tipos de vistoria: na primeira, procurou-se registrar a condição de saúde das colônias da espécie em estudo, de forma aleatória, e na segunda, nove colônias foram selecionadas e acompanhadas durante o período de estudo.

5.2.1 - Monitoramento aleatório das condições de saúde de colônias de *Millepora alcicornis* nos Recifes de Picãozinho

A) Coloração das colônias

A coloração das colônias de *M. alcicornis* foi determinada utilizando como base um cartão de cores (*Coral Health Chart*, www.CoralWatch.org). Esse cartão contém quatro padrões de cores (“B”, “C”, “D” e “E”) que variam em uma escala de seis tonalidades (saturação e luminosidade), sendo o “1” o mais próximo ao branco e o “6” o tom mais escuro (Figura 08). Cada uma dessas tonalidades se relaciona com a concentração de dinoflagelados simbiotes presentes no tecido do animal analisado.

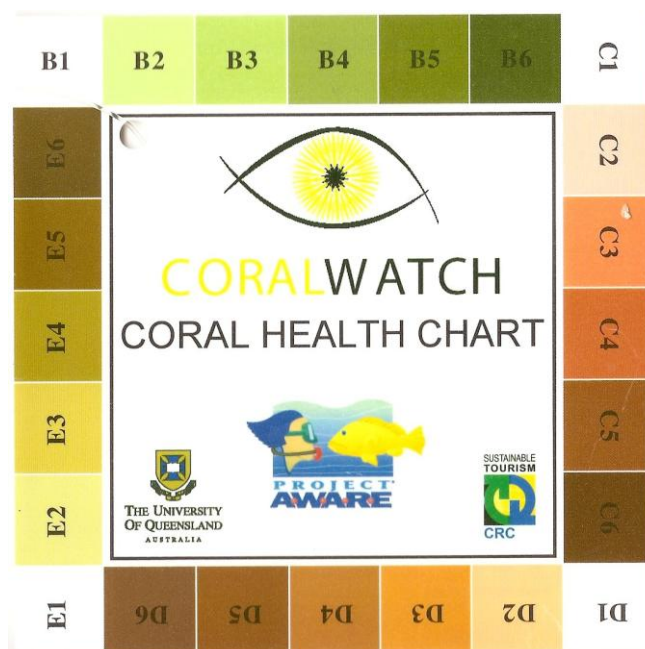


Figura 08. *Coral Health Chart* da Universidade de Queensland, Austrália (www.CoralWatch.org), usado para avaliar a saúde dos corais, conforme metodologia adaptada de Siebeck *et al.* (2006).

B) Branqueamento e outras doenças

Foi quantificado o número de colônias apresentando branqueamento e doenças durante os três períodos estudados. Além disso, foi realizada uma breve descrição em relação à forma e à disposição das lesões no tecido da colônia. Também foram observados e registrados os locais das colônias que foram afetados (base, centro e ápice). Para estimar a área superficial do animal ocupada pela lesão, estabeleceu-se que lesões ocupando menos que 25% são consideradas leves, de 26 a 50%, moderadas, e acima de 50%, severas (Work e Aeby, 2006).

C) Outras lesões

Outras lesões também foram encontradas e quantificadas durante o monitoramento dessas colônias. Dentre elas estão: as ramificações quebradas, o assentamento por outros organismos e as cicatrizes decorrentes da predação do cnidário em estudo.

5.2.2 - Monitoramento de colônias selecionadas de *Millepora alcicornis* nos Recifes de Picãozinho.

Nove colônias de *Millepora alcicornis* de formas de crescimento distintas e encontradas em profundidade de até 3 metros foram selecionadas para serem acompanhadas mensalmente, quanto a mudanças em seu padrão de coloração e o aparecimento de branqueamento/doenças. Essas colônias foram fotografadas em diversos ângulos, e características como: a coloração e as lesões de cada uma delas foram observadas a cada mês. Também foi realizada uma breve descrição da área em que cada colônia foi encontrada. A localização exata de cada uma dessas colônias foi fixada visualmente.

6. Resultados

6.1 – Variáveis ambientais

De todas as variáveis medidas, a temperatura e a salinidade mostraram um comportamento anual bem definido, com valores mais baixos nos meses mais chuvosos (Figura 09). A temperatura superficial da água do mar oscilou entre 26°C em julho de 2008 e 31°C nos meses de fevereiro e março de 2008 e a salinidade variou entre 35 (abril/2008 e maio/2008) e 39 (janeiro/2008).

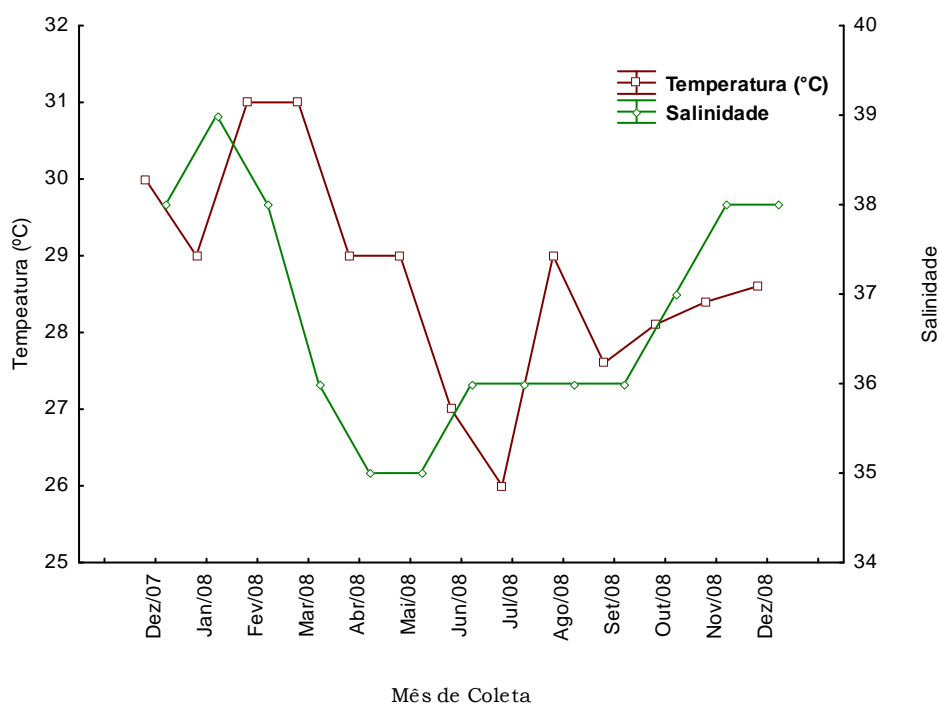


Figura 09. Valores da temperatura superficial da água do mar (°C) e da salinidade, aferidos no ambiente recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008.

Com relação à quantidade de material em suspensão observa-se que o mês de junho de 2008 obteve a menor medida (3,77mg/L) e o mês de outubro de 2007 a maior (31,00 mg/L). Junho corresponde a um mês de pluviosidade elevada, e outubro, de baixos índices de chuvas.

Os teores de oxigênio dissolvido na água, durante o período estudado, variaram de 5,83 mg/L (ou 96,77% de saturação) em fevereiro de 2008 a 10,41 mg/L (ou 165,26% de saturação) em novembro de 2007. (Figura 10).

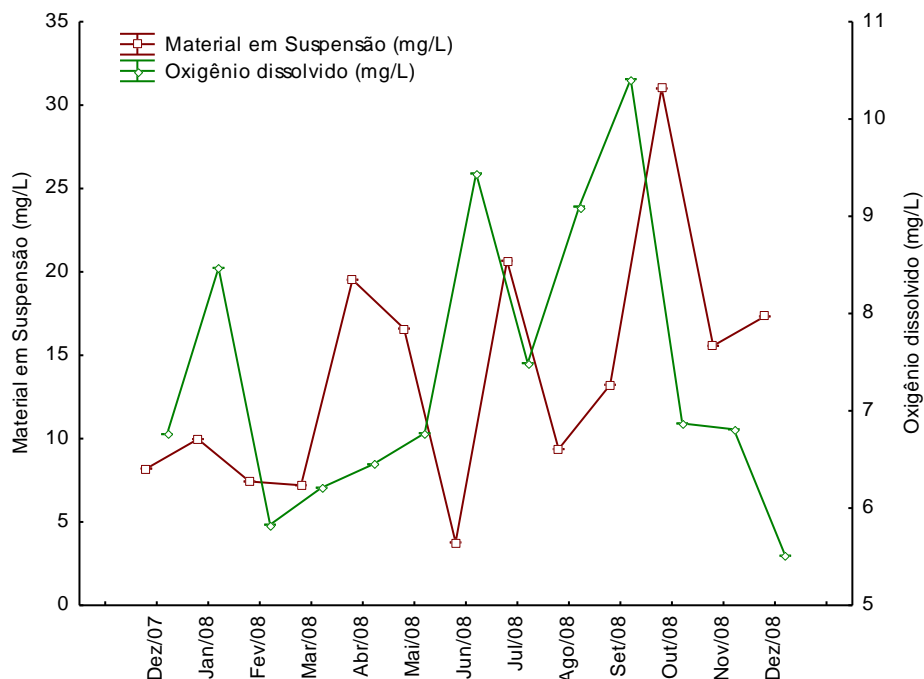


Figura 10. Material em suspensão (mg/L e oxigênio dissolvido (mg/L) aferidos na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008.

A precipitação pluviométrica apresentou um comportamento sazonal bem definido, com valores altos de março a agosto (época chuvosa) e valores baixos de setembro a fevereiro (época seca). O maior índice de chuvas foi registrado no mês de junho de 2008, atingindo o valor de 397,4 mm, e o menor ocorreu em novembro de 2008, quando se registrou apenas 5 mm (Figura 11).

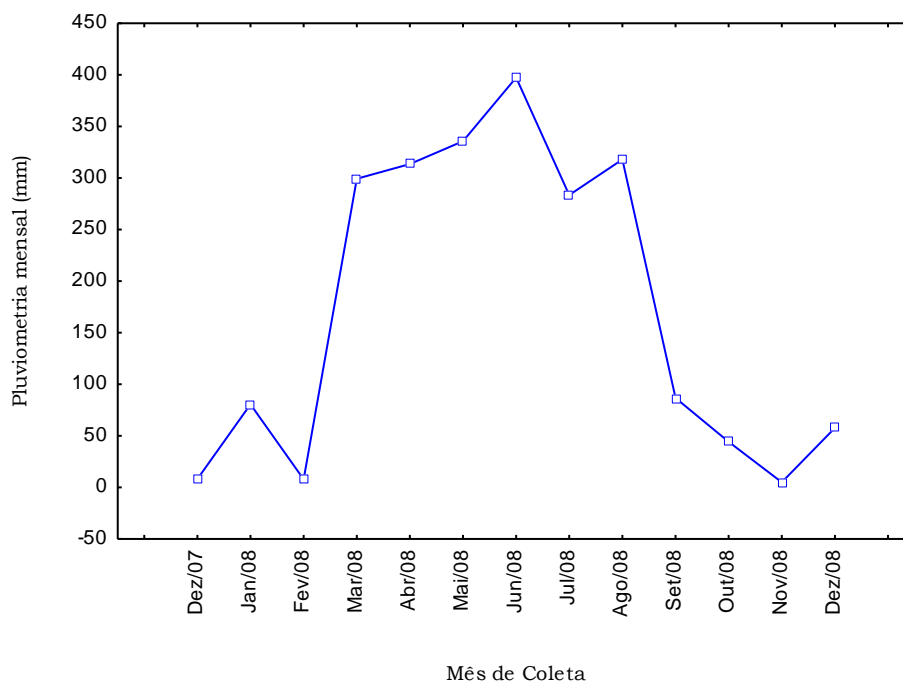


Figura 11. Total mensal do índice pluviométrico referente aos meses de dezembro de 2007 a dezembro de 2008 para a região. Dados fornecidos pelo AESA – PB, referente ao posto pluviométrico João Pessoa/DFAARA.

6.2 – Análise das zooxantelas encontradas em *Millepora alcicornis*

As zooxantelas de *Millepora alcicornis* analisadas no presente estudo apresentaram características morfológicas típicas do gênero *Symbiodinium*. Estes dinoflagelados apresentaram coloração amarelo-amarronzado e formato esférico (Figura 12a). Também foi observada a presença de uma membrana transparente e lisa, e, em seu citoplasma, um vacúolo e um cloroplasto. Algumas células também foram encontradas em divisão mitótica (Figura 12b).

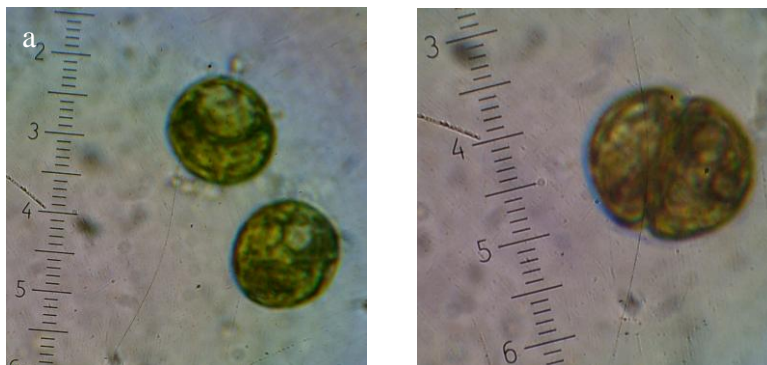


Figura 12. Zooxantelas extraídas do hidróide calcário *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 dos recifes de Picãozinho, João Pessoa-PB. (a) células isoladas, (b) célula em divisão mitótica. (Foto: Amorim, T. P. L., Aumento de 1000x).

6.2.1 – Densidade populacional, índice mitótico e diâmetro das zooxantelas de *Millepora alcicornis*

A densidade populacional média anual para as zooxantelas de *Millepora alcicornis* foi de $1,02 \pm 0,32 \times 10^6$ células por cm^2 , durante o período estudado. A maior densidade foi registrada em novembro de 2008 ($1,29 \times 10^6 \pm 0,18$ zooxantelas/ cm^2) e a menor ocorreu em março de 2008 ($0,79 \pm 0,16 \times 10^6$ zooxantelas/ cm^2), entretanto não houve diferença significativa entre os meses durante o período estudado (ANOVA, $p > 0,05$). Esses valores em escala logarítmica correspondem a $0,11 \pm 0,07$ e a $-0,11 \pm 0,09$, respectivamente (Figura 13).

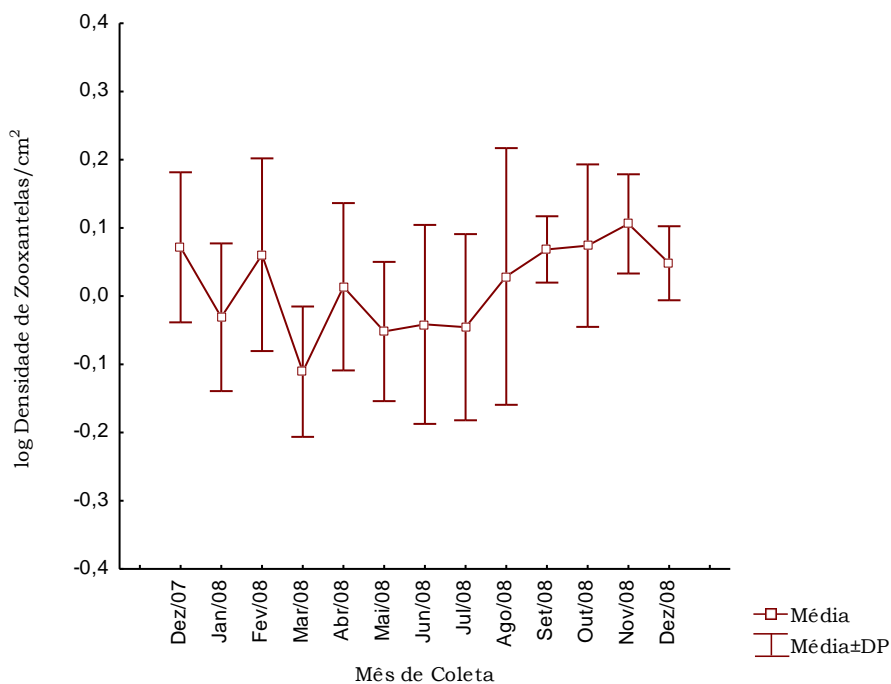


Figura 13. Logaritmo das médias mensais da densidade populacional das zooxantelas de *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008.

As quantidades médias de zooxantelas encontradas nos tecidos do hospedeiro mostraram diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso (test t de Student; $p < 0,05$), sendo que as menores densidades foram registradas na época de chuvas (Figura 14).

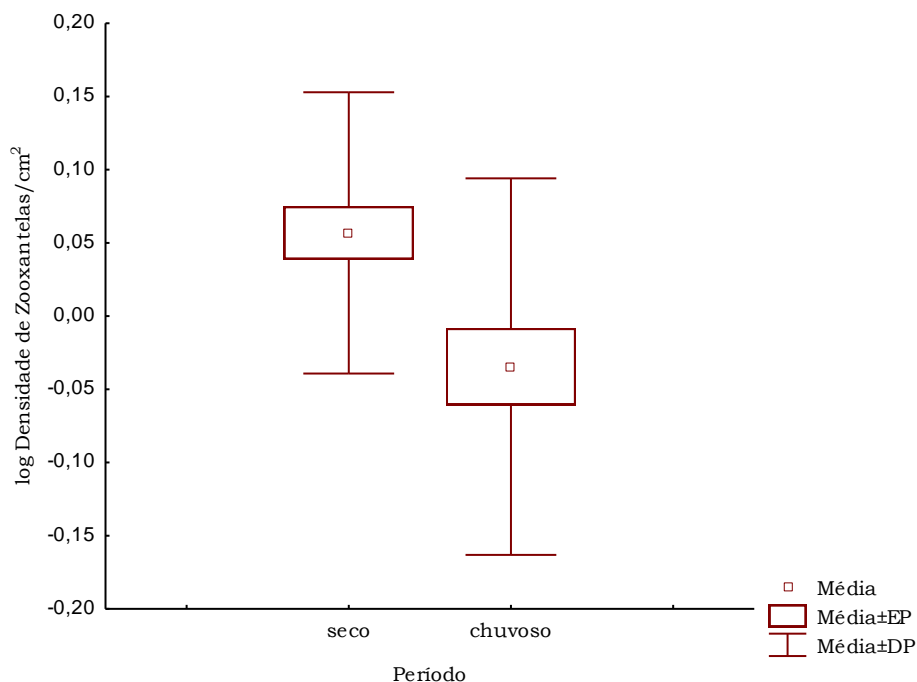


Figura 14. Comparação dos valores médios dos logaritmos da densidade populacional das zooxantelas de *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, nos períodos seco e chuvoso, conforme dados mensais coletadas entre dezembro de 2007 e dezembro de 2008.

Com relação ao índice mitótico, observa-se uma maior porcentagem de células em divisão no mês de agosto de 2007, com 7,14%, enquanto que a menor porcentagem foi registrada em fevereiro de 2008, com apenas 2,53% (Figura 15). Houve diferença significativa entre os meses estudados (ANOVA, $p < 0,05$), assim como nos períodos seco e chuvoso (teste t de Student, $p < 0,05$). No período chuvoso, o índice mitótico foi de 5,73%, quase o dobro do período seco, na qual as células em divisão corresponderam em média a 3,58% do total das zooxantelas observadas (Figura 16).

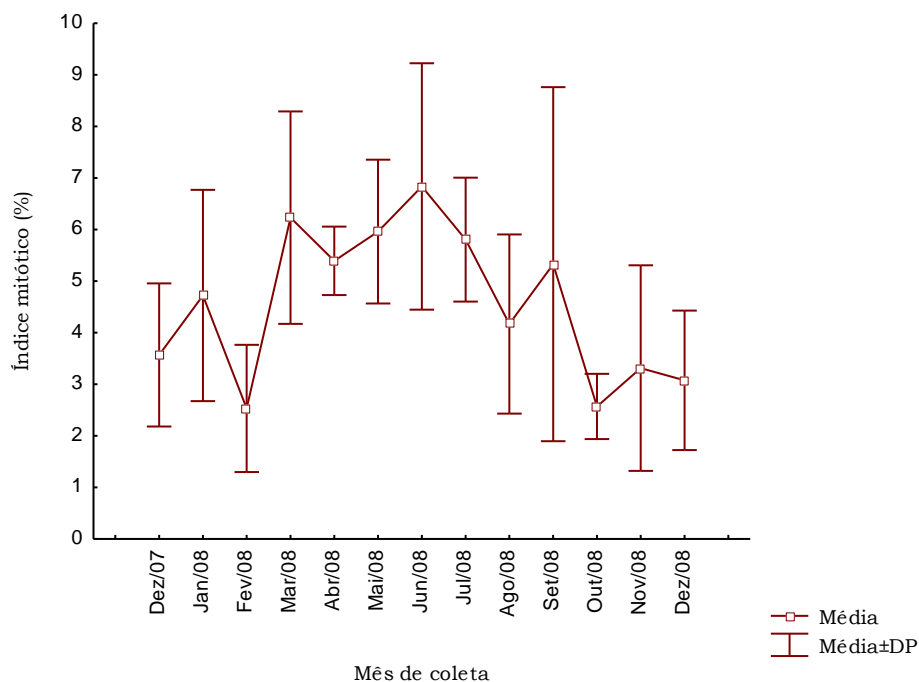


Figura 15. Médias mensais do índice mitótico das zooxantelas de *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, durante os meses de dezembro de 2007 a dezembro de 2008.

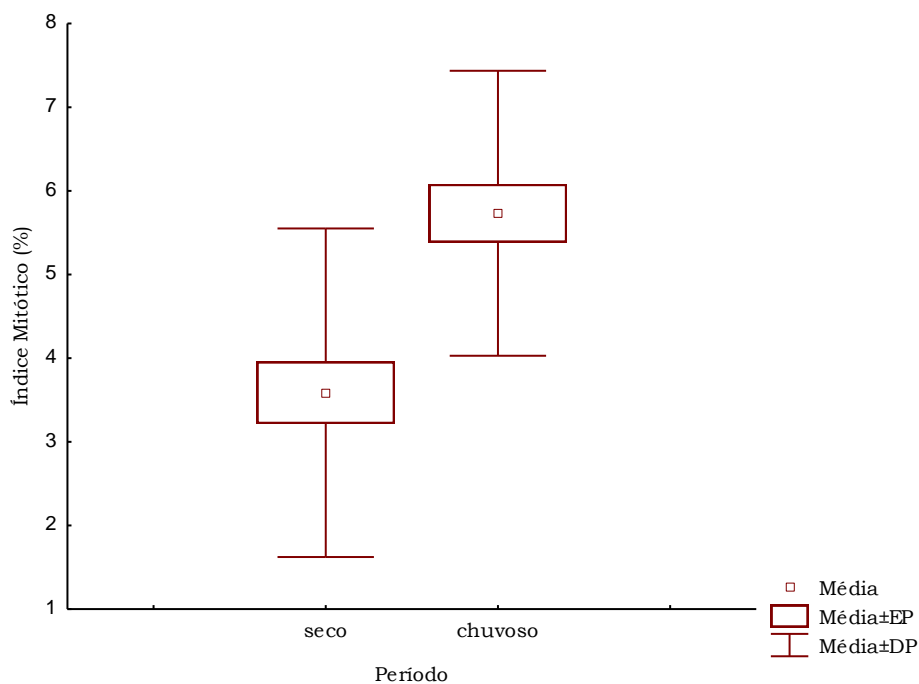


Figura 16. Comparação dos valores médios do índice mitótico das zooxantelas associadas a *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, nos períodos seco e chuvoso, conforme dados mensais coletadas entre dezembro de 2007 e dezembro de 2008.

O menor diâmetro encontrado para as zooxantelas de *Millepora alcicornis* foi de 5,85 μm e o maior de 27,30 μm . Mas foram mais frequentes células com diâmetros variando de 11,70 a 13,65 μm (57,50%) e de 9,75 a 11,70 μm (25,77%) (Tabela 01). O diâmetro médio das zooxantelas de *Millepora alcicornis* calculado a partir de todas as medições efetuadas para cada uma das colônias estudadas foi de 11,44 \pm 0,36 μm .

Tabela 02. Distribuição da Frequência dos diâmetros (μm) das zooxantelas pertencentes ao hidróide calcário *Millepora alcicornis*, coletadas nas áreas recifais de Picãozinho, João Pessoa-PB, durante o período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008.

Classes de diâmetro (μm)	Frequência	%
05,85 07,80	8	0,19
07,80 09,75	58	1,39
09,75 11,70	1072	25,77
11,70 13,65	2392	57,50
13,65 15,60	588	14,13
15,60 17,55	32	0,77
17,55 19,50	7	0,17
19,50 21,45	1	0,02
21,45 23,40	0	0,00
23,40 25,35	1	0,02
25,35 27,30	1	0,02
TOTAL	4160	100,00

6.2.2 - Pigmentos fotossintetizantes das zooxantelas de *Millepora alcicornis*

A média da clorofila-a também variou bastante durante o ciclo anual estudado. Em maio de 2008, as zooxantelas apresentaram a menor quantidade média de clorofila-a (1,01 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$), enquanto que em agosto de 2008, obteve-se o maior valor médio com 7,79 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. Esses valores convertidos em log correspondem a $-0,052 \pm 0,36$ e a $2,031 \pm 0,21$, respectivamente (Figura 17). Foi observada diferença significativa

entre os meses estudados (ANOVA, $p < 0,05$). Também se constatou que a quantidade média de clorofila-a durante os períodos: seco e chuvoso foi significativamente diferente (test t de Student; $p < 0,05$), sendo maior na época seca (Figura 18).

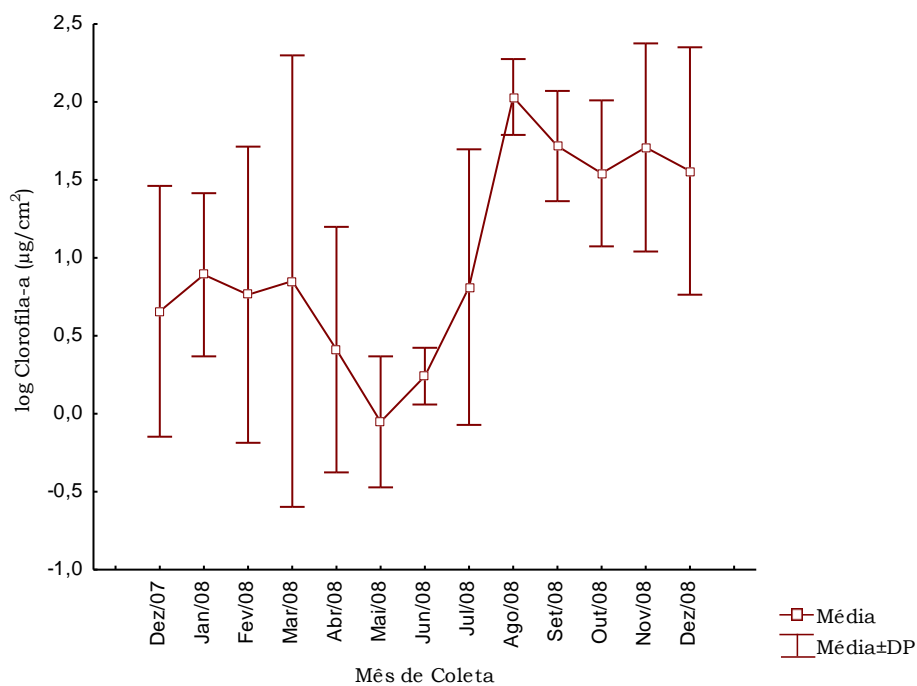


Figura 17. Médias mensais da clorofila-a ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) das zooxantelas de *Millepora alcicornis*, em escala logarítmica, coletadas na área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008.

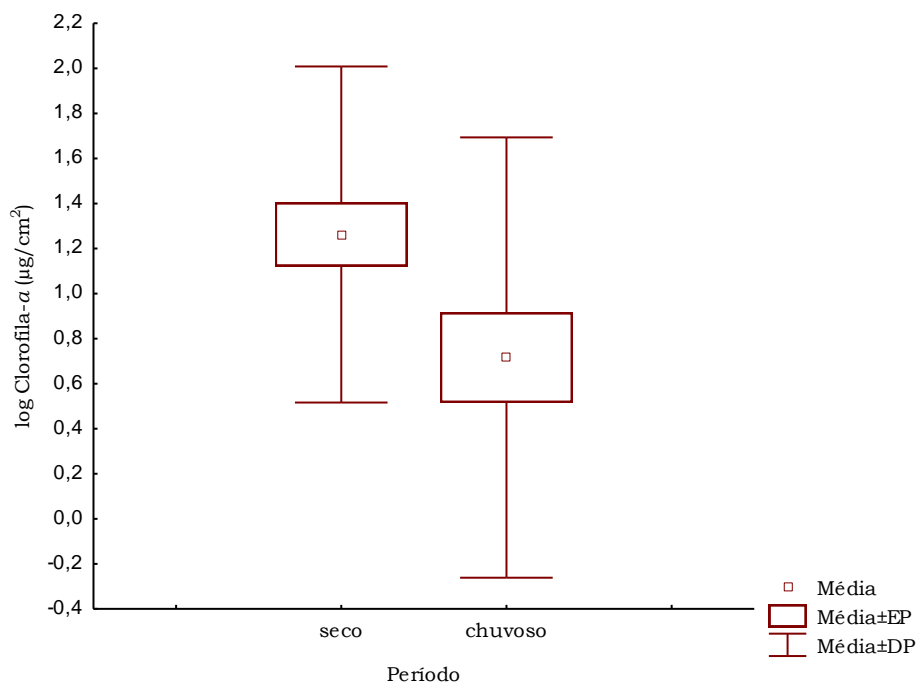


Figura 18. Comparação dos valores médios da clorofila-a ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) das zooxantelas de *Millepora alcicornis* durante o período seco e chuvoso, coletados na área recifal de Picãozinho, João Pessoa-PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008.

6.2.3 – Quantidade de Carbono e Nitrogênio presente nas zooxantelas de *Millepora alcicornis*

Os índices de carbono e nitrogênio calculados a partir das medidas dos diâmetros celulares e das quantidades de zooxantelas/ cm^2 do tecido dos hospedeiros variaram de 148,97 pgC/cm^2 a 245,83 pgC/cm^2 e de 28,13 pgN/cm^2 a 46,73 pgN/cm^2 , respectivamente, durante o período de estudos. Os menores valores de C e N coincidiram com os meses onde foram registrados os menores valores de densidade de zooxantelas e de clorofila-a, mas os maiores valores ocorreram quando os maiores valores de densidades celulares foram obtidos (Tabela 02).

Tabela 03 - Quantidade média de Carbono (C) e Nitrogênio (N), relação C/N, densidade (zooxantelas x 10⁶/cm²), clorofila-a (µg/cm²), diâmetro celular médio (DM, µm) e biovolume (BV, µm³) das zooxantelas de *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008. Em azul, valores mais baixos, em vermelho, valores mais elevados.

Meses	C		N		C/N		Densidade		Clorofla-a		DM		BV	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
DEZ/07	213,77	63,88	40,526	12,17	5,276	0,008	1,208	0,31	2,444	1,86	11,371	0,19	770,31	39,45
JAN/15	173,794	37,27	32,986	7,06	5,268	0,013	0,952	0,22	2,698	1,62	11,572	0,31	812,711	65,70
FEV/08	200,492	72,03	37,929	13,64	5,286	0,005	1,199	0,42	2,915	2,63	11,133	0,13	722,766	25,09
MAR/08	159,36	42,74	30,36	8,21	5,252	0,018	0,788	0,16	4,965	6,23	11,968	0,44	900,286	95,53
ABR/08	190,305	52,38	36,091	9,91	5,272	0,008	1,065	0,31	1,865	1,20	11,468	0,18	790,249	38,42
MAI/08	161,102	43,25	30,548	8,25	5,275	0,012	0,906	0,21	1,009	0,36	11,401	0,29	777,134	58,58
JUN/08	169,872	51,08	32,218	9,62	5,271	0,016	0,951	0,35	1,288	0,20	11,511	0,39	800,686	80,70
JUL/08	148,968	44,99	28,131	8,45	5,294	0,011	0,937	0,32	3,098	3,29	10,963	0,25	690,621	46,54
AGO/08	199,349	112,37	37,756	21,36	5,283	0,009	1,156	0,59	7,795	2,10	11,206	0,20	737,43	40,76
SET/08	196,536	21,06	37,182	4,02	5,286	0,014	1,176	0,13	5,854	2,50	11,145	0,32	726,243	60,50
OUT/08	209,398	59,76	39,652	11,33	5,281	0,008	1,22	0,34	5,044	1,93	11,261	0,18	748,177	35,13
NOV/08	245,826	23,61	46,732	4,37	5,259	0,014	1,29	0,21	6,405	4,10	11,791	0,35	860,099	76,99
DEZ/08	222,431	26,82	42,342	5,12	5,253	0,010	1,124	0,14	5,872	3,85	11,938	0,25	891,633	56,25

Em azul = menores valores

Em vermelho = maiores valores

A relação C/N intracelular mostrou pequena variação durante o período estudado, de 5,25 a 5,29. Mas essas pequenas variações foram provocadas por amplas variações nos biovolumes das zooxantelas, de $690,6 \mu\text{m}^3$ a $900,28 \mu\text{m}^3$ (Figura 19).

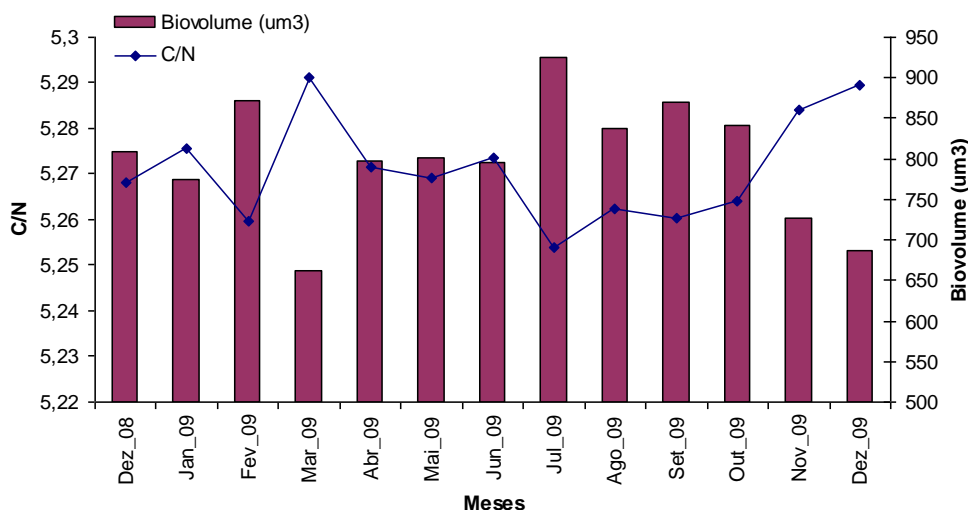


Figura 19. Relação média de C/N e biovolume das zooxantelas de *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, estimada para o período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008.

Tanto as concentrações de C como de N intracelular aumentam proporcionalmente com as densidades das zooxantelas e de clorofila-a, segundo uma relação linear. Entretanto, a dispersão é maior para os dados de clorofila, evidenciando baixa correlação (Figura 20a,b; 21a,b).

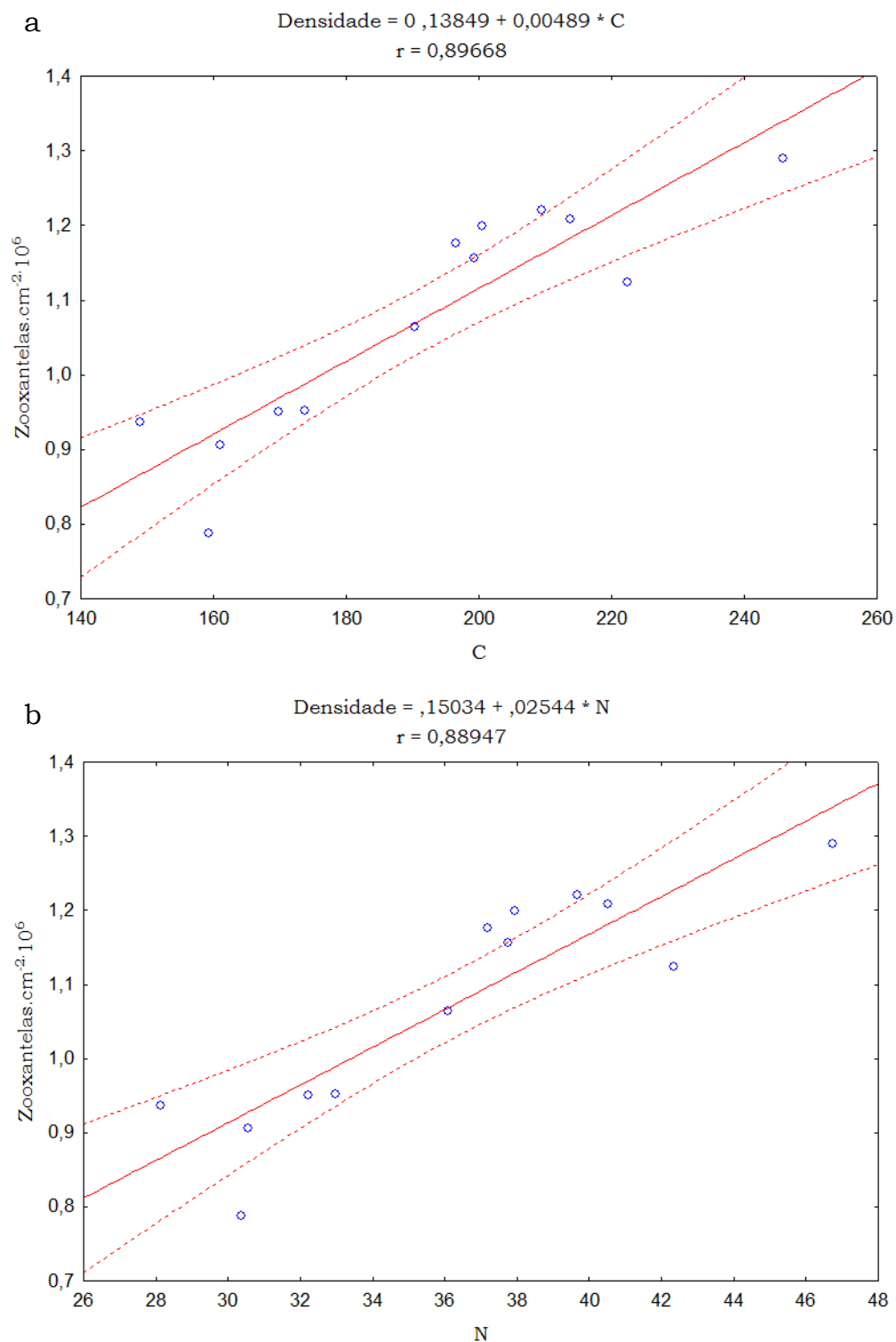


Figura 20. Relação entre densidade de zooxantelas e conteúdo de C (a) e N (b) intracelular para as amostras de *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008.

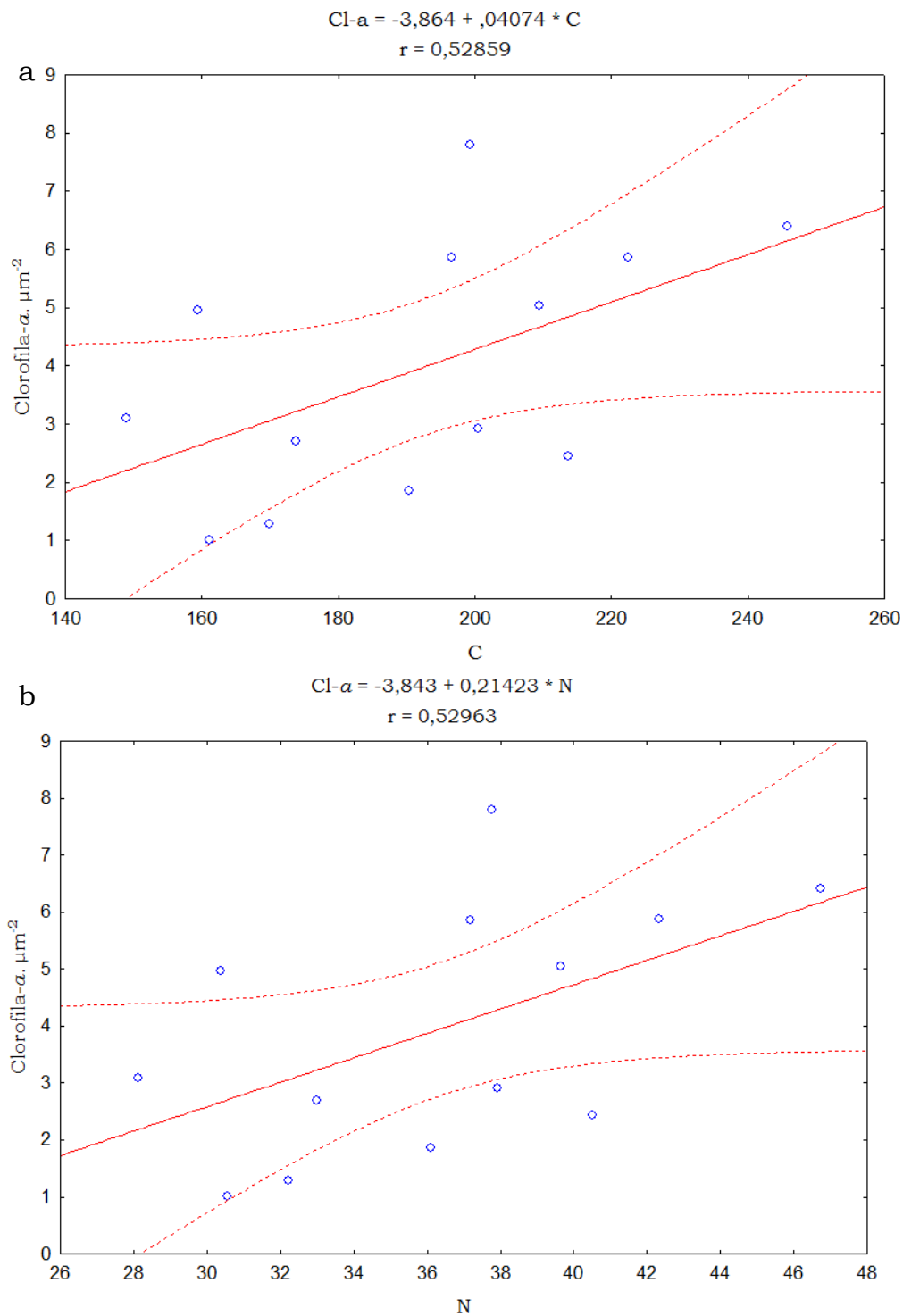


Figura 21. Relação entre clorofila-a e conteúdo de C (a) e N (b) intracelular para as amostras de *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008.

6.2.4 - Correlação entre dados ambientais e biológicos

De todos os dados ambientais e biológicos estudados neste trabalho, apenas a densidade das zooxantelas mostrou correlação negativa com a pluviometria, o índice mitótico apresentou correlação negativa com a salinidade e positiva com a pluviometria, o diâmetro celular mostrou correlação negativa com o oxigênio dissolvido e a relação C/N esteve correlacionada positivamente com o oxigênio dissolvido (Spearman, $p < 0,05$, Tabela 04).

Tabela 04 – Variáveis ambientais que apresentaram correlação (Spearman, $p < 0,05$) com alguns parâmetros das zooxantelas de *Millepora alcicornis* dos recifes de Picãozinho, João Pessoa-PB, coletados no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008.

Parâmetros das zooxantelas	Variáveis ambientais		
	Salinidade	Pluviometria	Oxigênio dissolvido
Densidade celular		-0,4800	
Índice Mitótico	-0,4800	0,5746	
Diâmetro celular			-0,2847
C/N			0,2957

6.3 - Outros microssimbiontes associados a *Millepora alcicornis*

Outros microssimbiontes, além das zooxantelas, foram encontrados como epibiontes das colônias de *Millepora alcicornis*, dentre os quais diversas diatomáceas (Pranchas 02-08, Tabela 06), cianobactérias, nemátodos, foraminíferos e microcrustáceos (Prancha 01, Tabela 05).

Do ponto de vista quantitativo, esses microssimbiontes mostraram um comportamento errático ao longo do período estudado (dezembro de 2007 a dezembro de 2008), com picos máximos em

dezembro/2007, abril e maio de 2008 e agosto e setembro de 2008 (Figura 22). Nota-se, entretanto, o fato de que as maiores médias foram registradas no início do período chuvoso (abril-maio) e no final desse período (agosto-setembro), muito embora a diferença nas quantidades de microssimbiontes entre as colônias amostradas em um único mês tenha sido muito acentuada em muitas ocasiões. Por exemplo, no mês de maio de 2008, uma das colônias de *M. alcicornis* apresentou o valor máximo de 1201,3 microssimbiontes/cm², enquanto em outra colônia esses organismos estiveram ausentes.

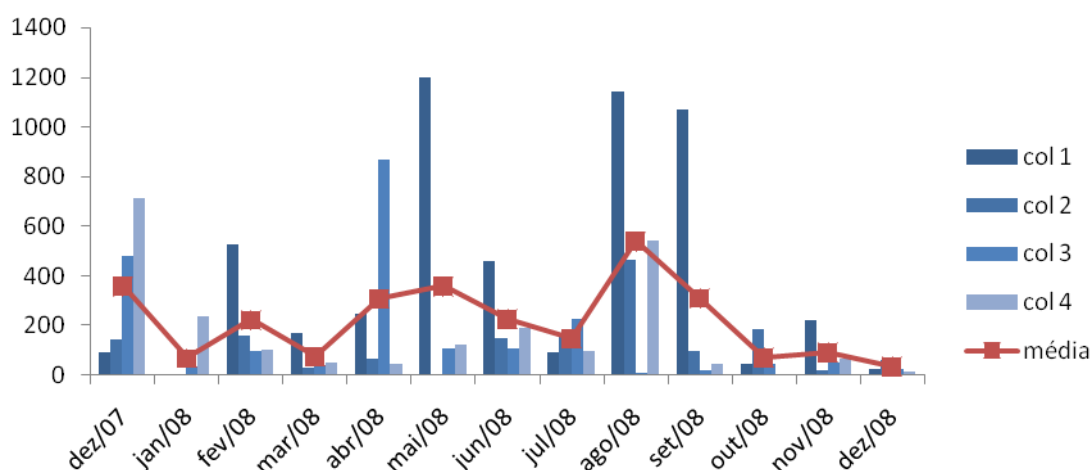


Figura 22. Variação no número de microssimbiontes associados às colônias de *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008. As barras em tonalidades azuis representam o número de microssimbiontes por colônias, e a linha vermelha, a variação média mensal.

As diatomáceas representaram 95,57% do total de microorganismos encontrados (Figura 23), e, em todos os meses, esse grupo de microalgas foi predominante (Tabela 05).

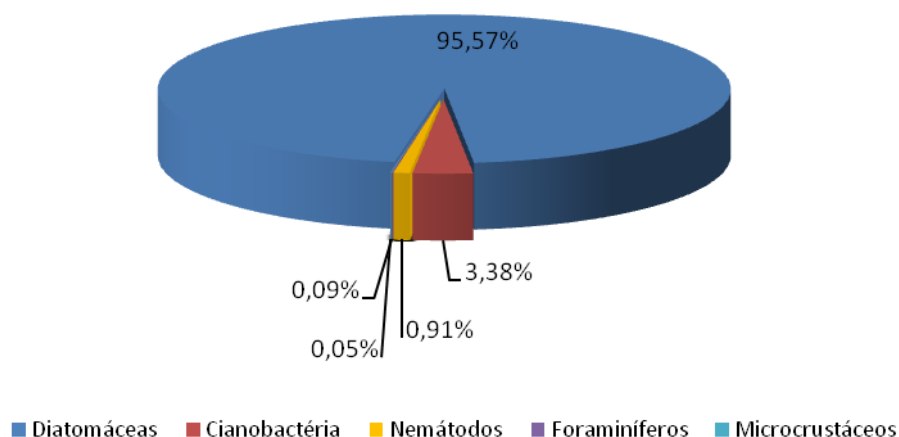


Figura 23. Distribuição percentual dos outros microssimbiontes, exceto zooxantelas, encontrados em associação ao hidróide calcário *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008.

Tabela 05. Microssimbiontes encontrados nas amostras do tecido extraído de *Millepora alcicornis* dos recifes de Picãozinho, o período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008.

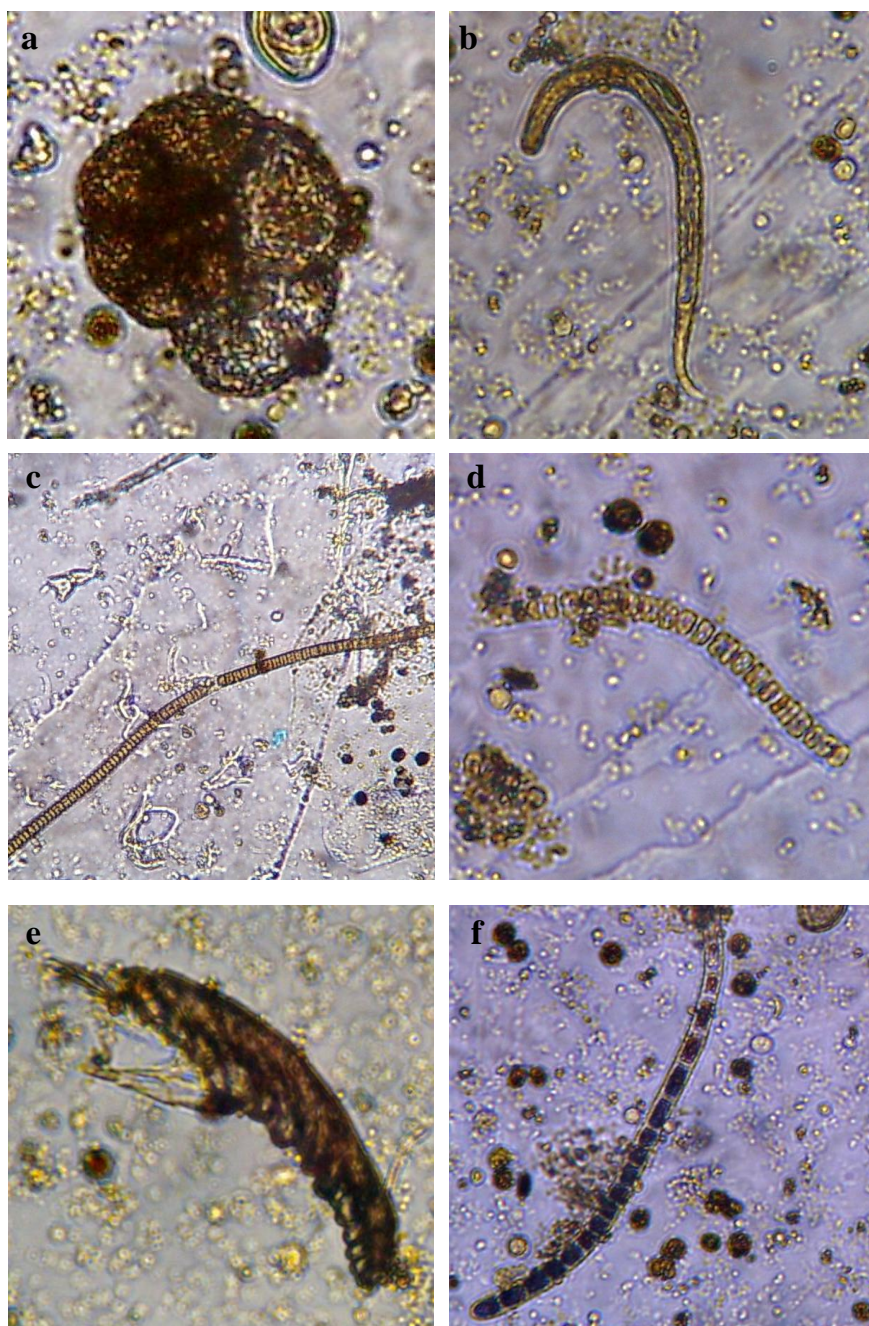
Grupos taxonômicos	Dez/2007	Jan/2008	Fev/2008	Mar/2008	Abr/2008	Mai/2008	Jun/2008	Jul/2008	Ago/2008	Set/2008	Out/2008	Nov/2008	Dez/2008
Diatomáceas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Nematodas		X	X	X			X		X			X	
Cianobactérias			X										
Foraminíferos										X	X		
Talo de Algas bentônicas	X		X										
Microcrustáceos													X

Dentre as diatomáceas encontradas nas amostras analisadas, foram identificadas 18 taxa: 14 ao nível de espécie e 4 apenas ao nível de gênero (Tabela 06, Pranchas 02-08), e dentre essas espécies, *Navicula lanceolata* foi a mais freqüente.

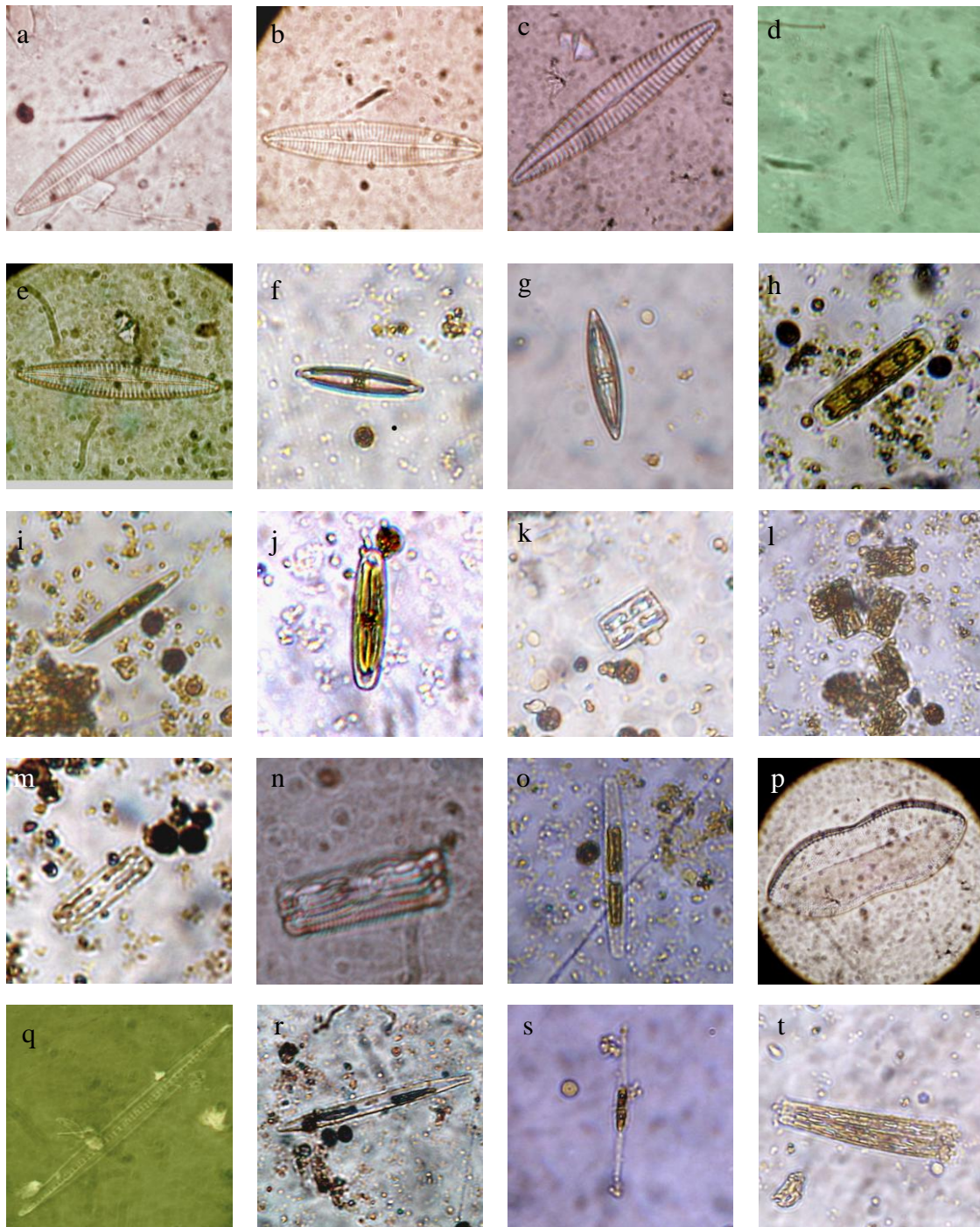
Tabela 06. Diatomáceas encontradas nas amostras do tecido extraído de *Millepora alcicornis* dos recifes de Picãozinho, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008.

Espécies	Dez/2007	Jan/2008	Fev/2008	Mar/2008	Abr/2008	Mai/2008	Jun/2008	Jul/2008	Ago/2008	Set/2008	Out/2008	Nov/2008	Dez/2008
<i>Amphora</i> sp.				X					X			X	
<i>Asterionellopsis glacialis</i>			X			X							
<i>Bacillaria paxillifer</i>	X												
<i>Caloneis</i> sp.*													
<i>Campyloneis grevillei</i>	X												
<i>Cylindrotheca closterium</i>									X				
<i>Diploneis</i> sp.*													
<i>Entomeoneis alata</i>								X					
<i>Gyrosigma</i> spp.									X			X	
<i>Grammatophora marina</i>			X							X			
<i>Licmophora abbreviata</i>		X			X	X			X				
<i>Navicula lanceolata</i>	X	X	X		X		X	X	X	X	X		
<i>Navicula</i> sp.	X				X			X		X			X
<i>Nitzschia panduriformis</i>					X								
<i>Nitzschia socialis</i>			X			X				X			
<i>Nitzschia</i> sp.		X					X	X	X				
<i>Paralia sulcata</i>							X						
<i>Striatella unipunctata</i>			X										
<i>Synedra fulgens</i>							X						
<i>Thalassionema nitzschioides</i>						X							
Não identificadas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

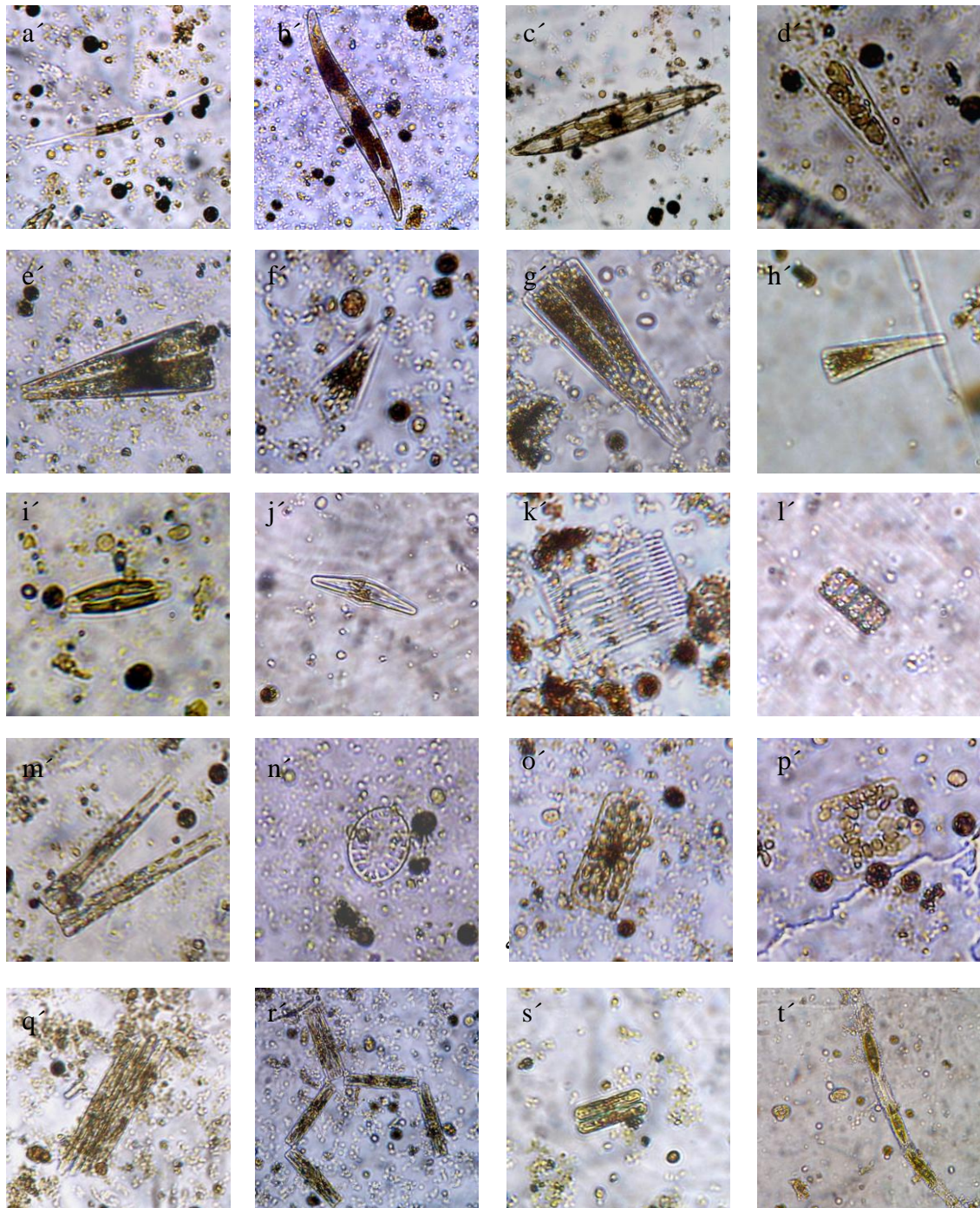
*Identificada apenas na microscopia eletrônica (material homogeneizado de todos os meses)



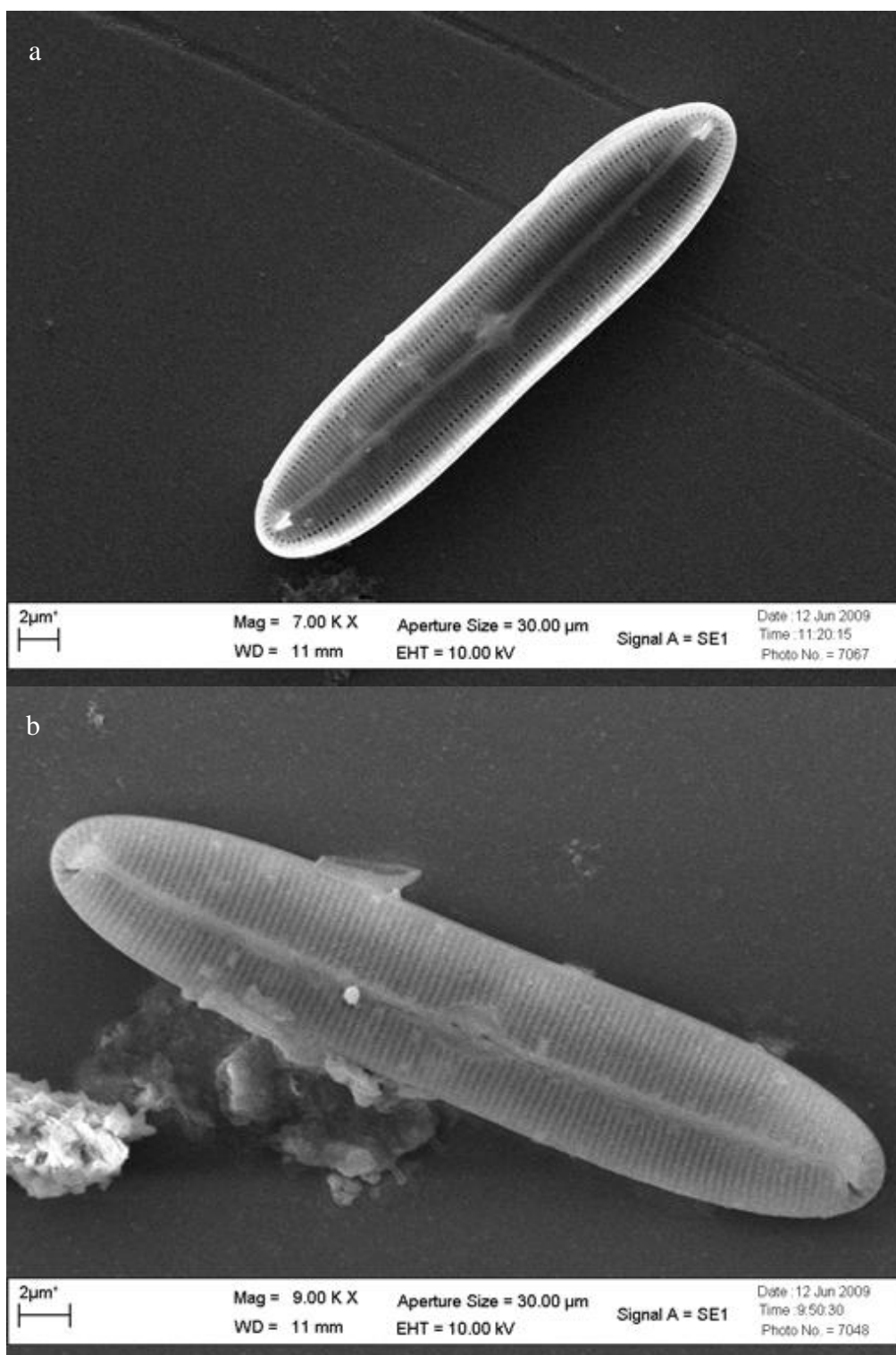
Prancha 01. Outros microssimbiontes associados ao hidróide calcário *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB. (a) foraminífero; (b) nemátodo; (c,d) cianofíceas; (e) microcrustáceo, (f) talo de alga bentônica. Aumentos de 100x (c) e de 200x (a,b,d,e,f) (Fotos: Amorim, T. P. L.).



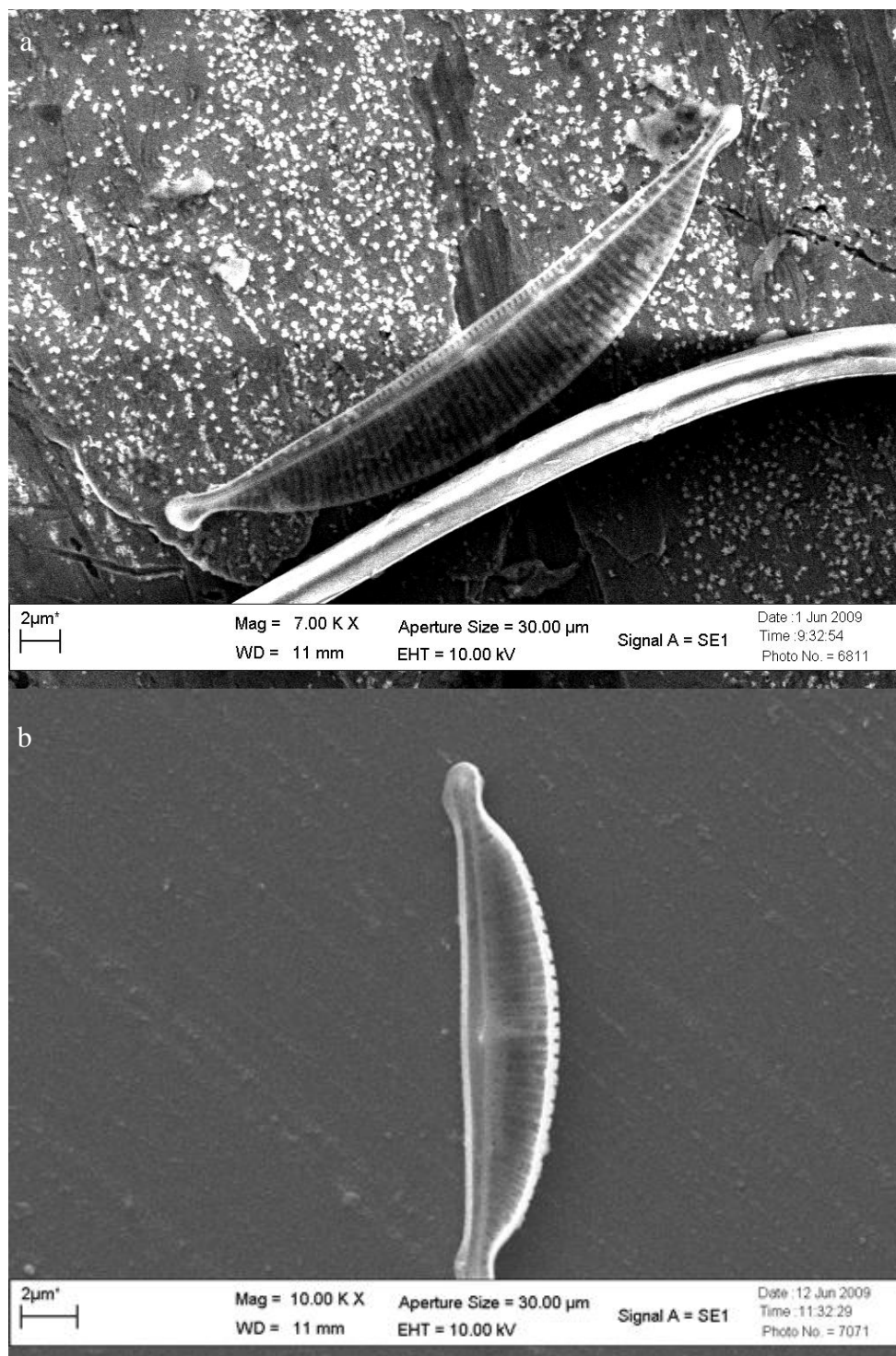
Prancha 02. Diatomáceas encontradas em associação a *Millepora alcicornis* na área recifal de Picãozinho, João Pessoa, PB, no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2008: a-h: *Navicula lanceolata* (?); i-j: *Navicula* sp.; k-l. *Grammatophora hamulifera*; m-n: *Grammatophora marina*; o-s: *Nitzschia* (p: *N. panduriformis*; q-r: *N. socialis*); t= *Synedra fulgens*. (Aumento de 200x (f-o; r-t) e de 1000x (a-e; p,q - Lâminas permanentes preparadas a partir de material oxidado) (Fotos: Amorim, T. P. L).



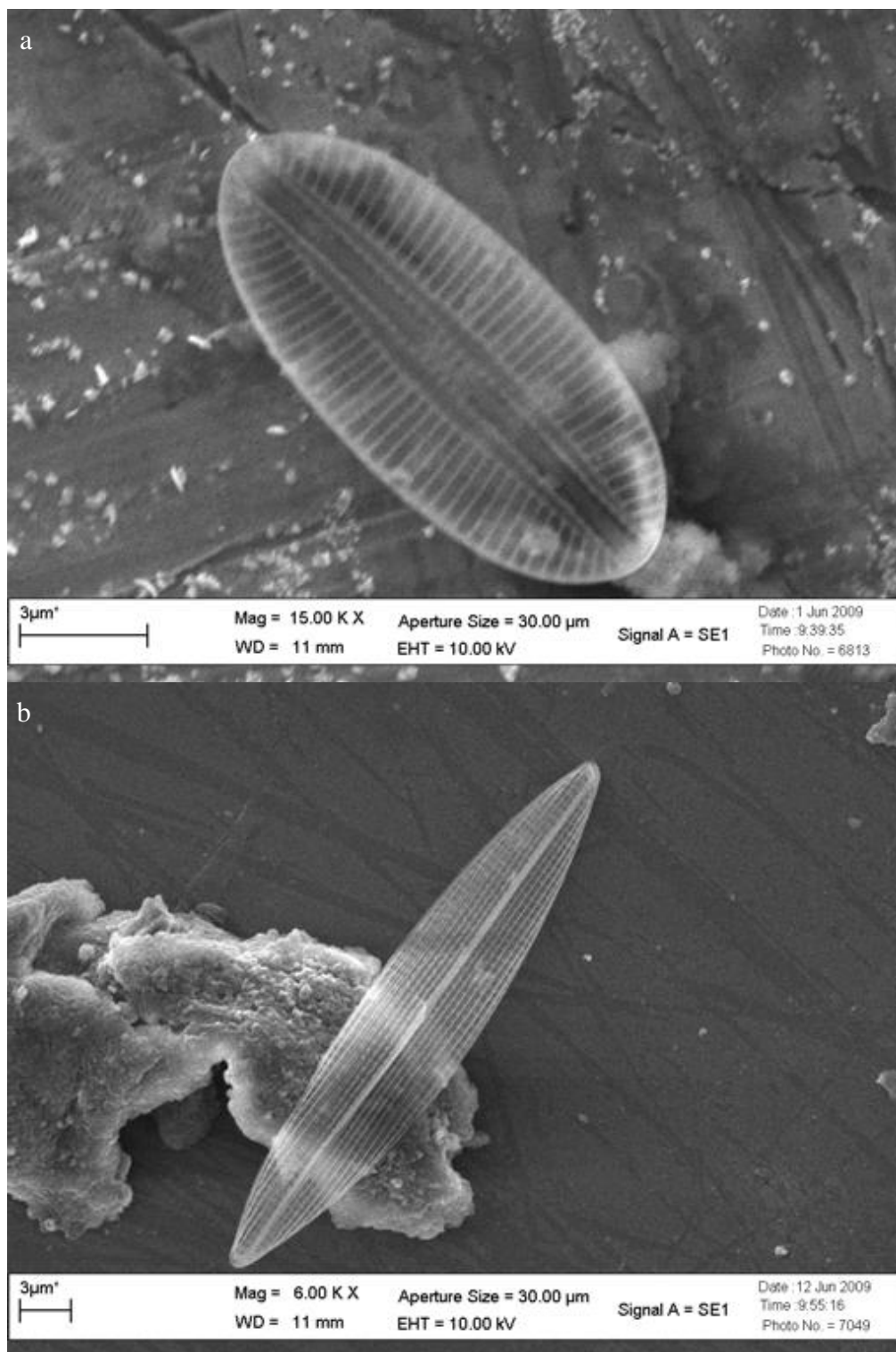
Prancha 03. Diatomáceas associadas ao hidróide calcário *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008: (a) *Cylindrotheca closterium*; (b-c) *Gyrosigma* spp; (d-h) *Licmophora abbreviatta*; (i-j) *Amphora* sp.; (k) *Striatella unipunctata*; (l) *Paralia sulcata*; (m) *Asterionellopsis glacialis*; (n) *Campyloneis grevillei*; (o-p) *Entomeoneis alata*; (q) *Bacillaria paxillifer*; (r) *Thalassionema nitzschioides*; (s-t) diatomáceas não identificadas. Aumento de 100x (b, c, r) e de 200x (a, d-q, s, t). (Fotos: Amorim, T. P. L.).



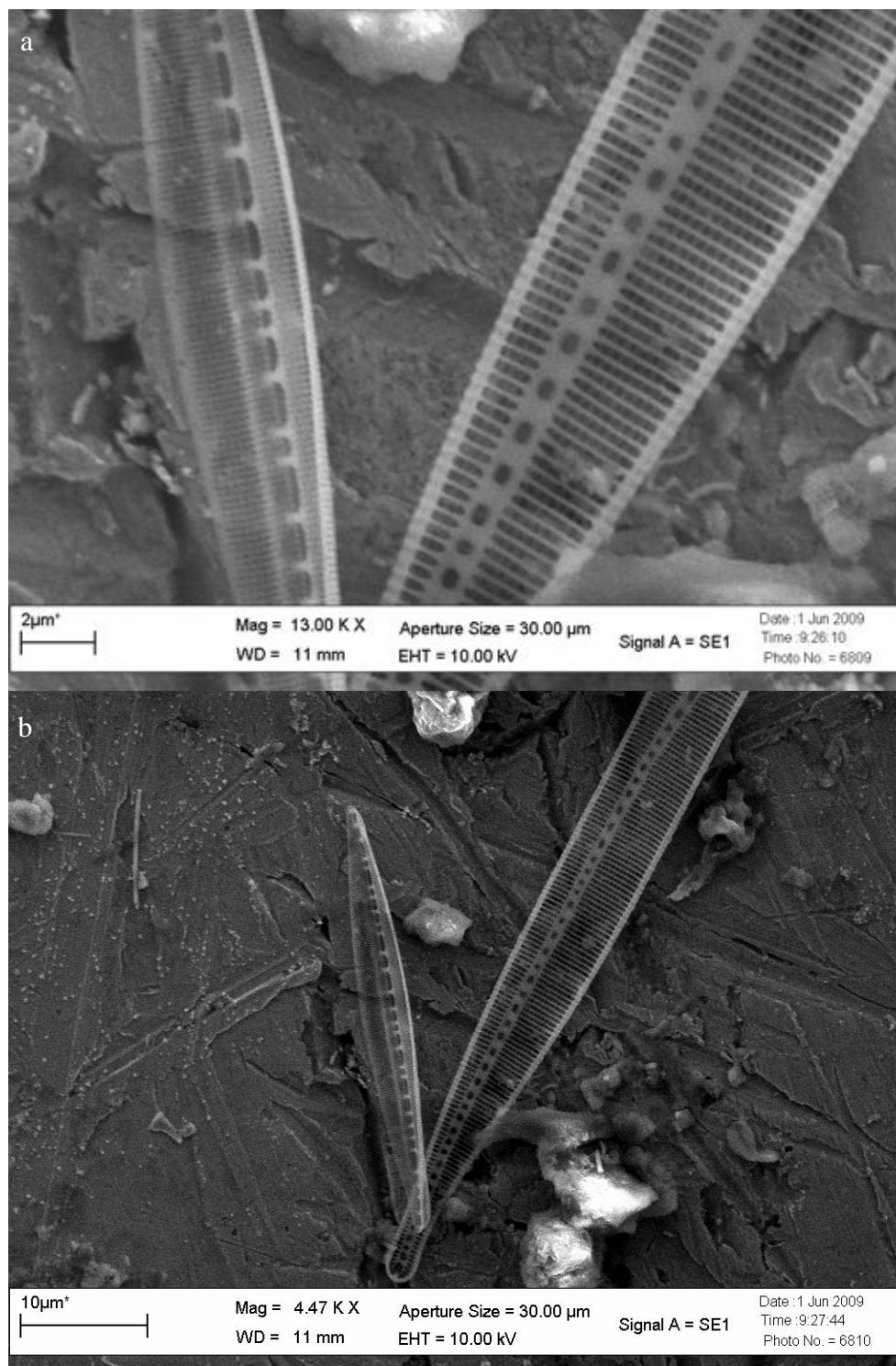
Prancha 04. Exemplares de diatomáceas do gênero (a) *Diploneis* (?) e (b) *Caloneis* (?) encontradas em associação a *Millepora alcicornis* na área recifal de Picãozinho, João Pessoa, PB, no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2008. Fotografias tiradas em Microscópio Eletrônico de Varredura e amostras submetidas ao processo de oxidação de Hasle e Fryxell, 1979 (Aumentos: a = 7000x; b = 10000x)



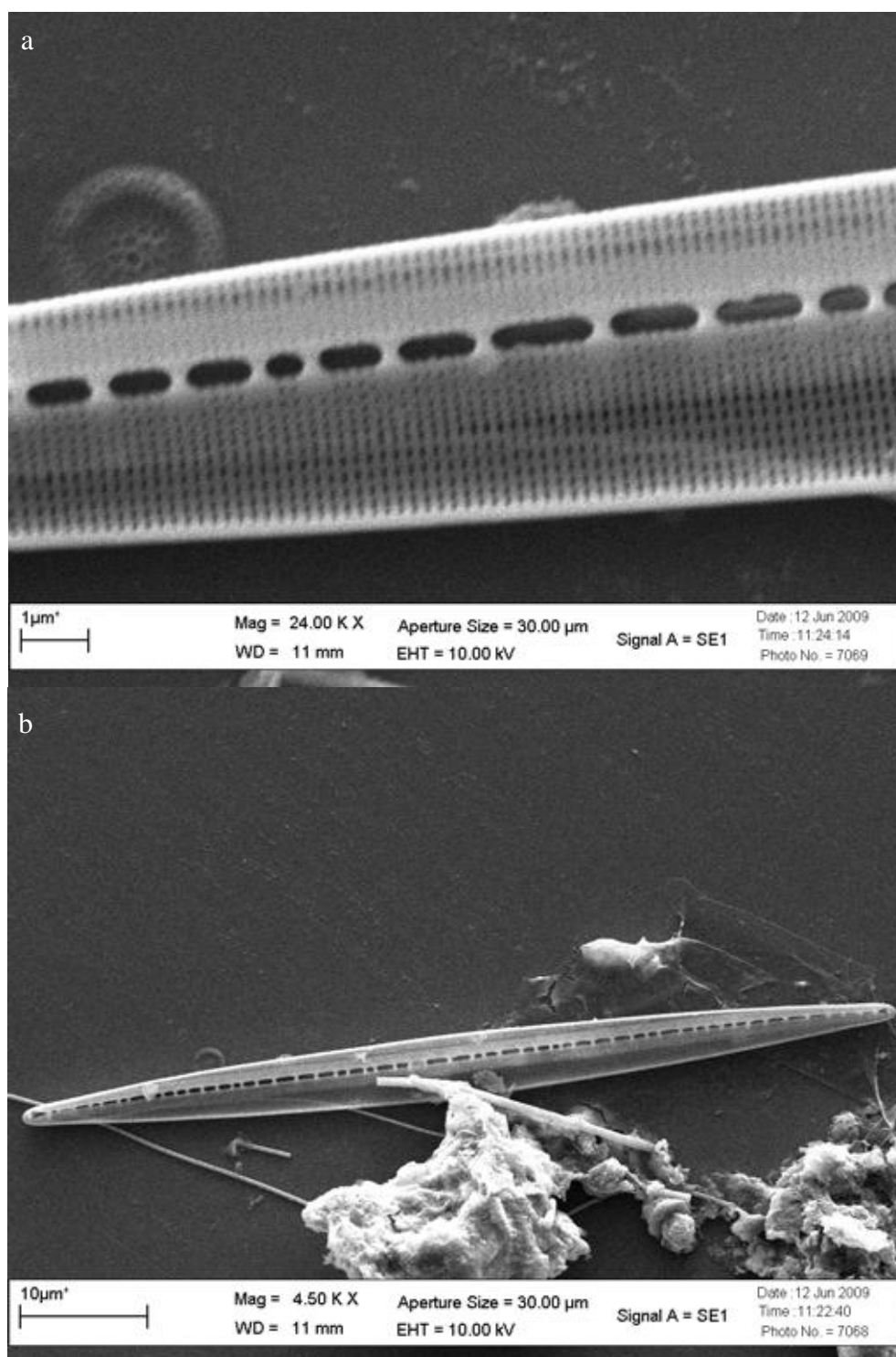
Francha 05. Exemplos de diatomáceas do gênero *Amphora* (a-b) encontradas em associação a *Millepora alcicornis* na área recifal de Picãozinho, João Pessoa, PB, no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2008. Fotografias tiradas em Microscópio Eletrônico de Varredura e amostras submetidas ao processo de oxidação de Hasle e Fryxell, 1979 (Aumentos: a = 7000x; b = 10000x)



Prancha 06. Exemplares de diatomáceas dos gêneros *Diploneis* (a) e *Gyrosigma* (b) encontradas em associação a *Millepora alcicornis* na área recifal de Picãozinho, João Pessoa, PB, no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2008. Fotografias tiradas em Microscópio Eletrônico de Varredura em amostras submetidas ao processo de oxidação de Hasle e Fryxell, 1979 (Aumentos: a = 15000x; b = 6000x).



Prancha 07. Exemplares de diatomáceas do gênero *Nitzschia* (Figura menor: *N. socialis*) encontradas em associação a *Millepora alcicornis* na área recifal de Picãozinho, João Pessoa, PB, no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2008. Fotografias tiradas em Microscópio Eletrônico de Varredura em amostras submetidas ao processo de oxidação de Hasle e Fryxell, 1979 (Aumentos: a = 13000x; b = 4470x).



Prancha 08. Exemplos de diatomáceas do gênero *Nitzschia* encontradas em associação ao hidróide calcário *Millepora alcicornis* na área recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB, no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008. Fotografias tiradas em Microscópio Eletrônico de Varredura em amostras submetidas ao processo de oxidação de Hasle e Fryxell, 1979 (Aumentos: a = 24000x; b = 4500x).

6.4 – Monitoramento das colônias de *Millepora alcicornis*

6.4.1 - Monitoramento aleatório das condições de saúde de colônias de *Millepora alcicornis* nos Recifes de Picãozinho.

A – Mudanças na coloração das colônias e branqueamento:

As colônias de *Millepora alcicornis* dos recifes de Picãozinho monitoradas aleatoriamente apresentaram uma grande variação de tonalidades em sua coloração. A análise efetuada com o *Coral Health Chart* permitiu que essas colônias fossem incluídas na escala “D”, já que as mesmas apresentaram uma coloração amarronzada. As tonalidades da escala “D” foram agrupadas em três categorias, baseado na divisão realizada por Smith e Birkeland (2007) para o coral *Porites*: D1 e D2 (branqueamento intenso), D3 e D4 (branqueamento moderado) e D5 e D6 (colônias saudáveis), conforme a Figura 24.

Constatou-se que a maioria das ramificações das colônias inspecionadas apresentava o ápice branqueado em relação às demais partes da colônia (Figura 24a,b,c). Tal observação não é considerada um sinal de branqueamento, já que essas áreas correspondem a zonas de crescimento, onde ocorre uma maior deposição de cálcio. Além disso, uma escassez de poros pode ser observada nessas extremidades em comparação as demais partes da colônia.

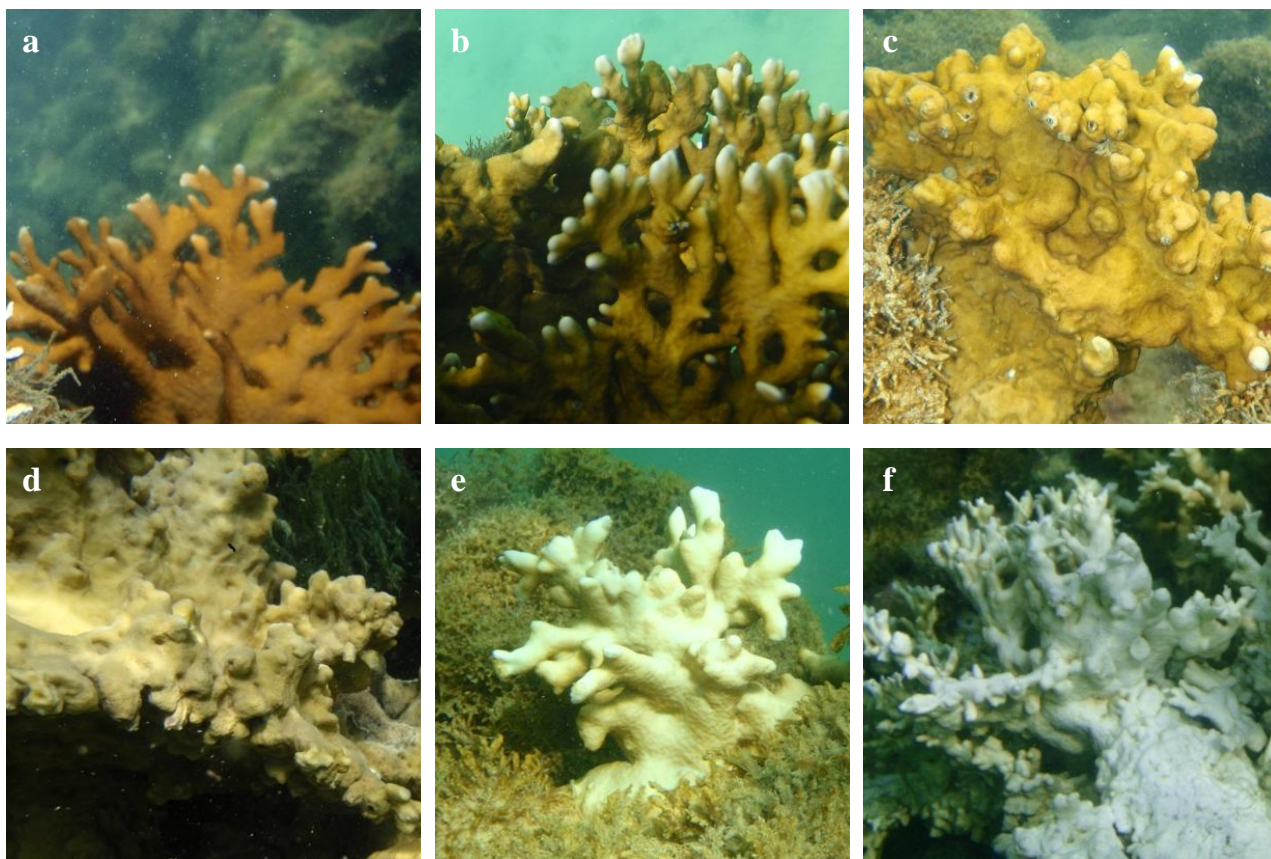


Figura 24. Colônias de *Millepora alcicornis* monitoradas na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, apresentando diversas tonalidades, em ordem decrescente: a e b – colônias sadias (D6 e D5, respectivamente), c e d – colônias com branqueamento moderado (D4 e D3, respectivamente), e – f – colônias com branqueamento intenso (D2 e D1, respectivamente). (Foto: Amorim, T. P. L., agosto de 2008 (a), janeiro de 2009 (b, c), março de 2009 (d) e abril de 2009 (e, f)).

A distribuição percentual do número de colônias que apresentaram as seis tonalidades em relação ao total examinado durante os três períodos pode ser visualizada na Figura 25.

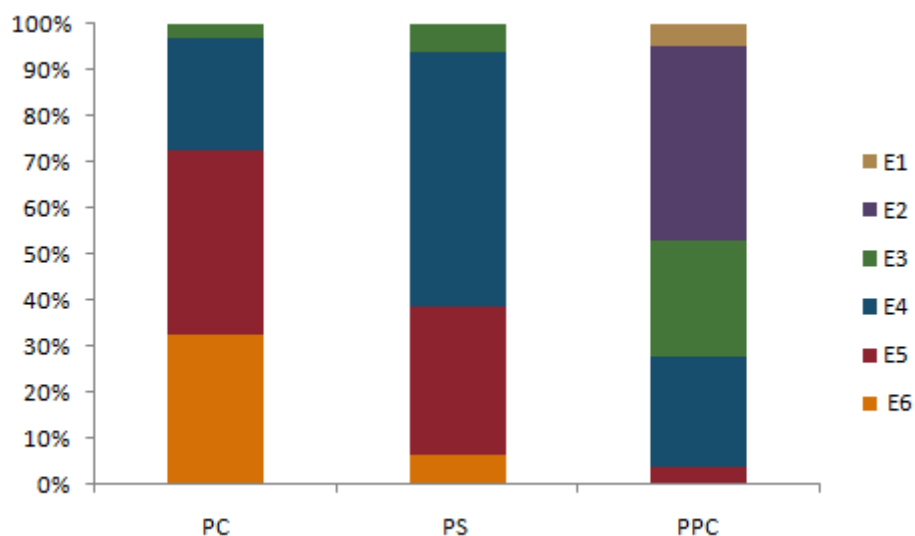


Figura 25. Distribuição percentual do número de colônias de *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, apresentando as tonalidades de D1 a D6, conforme estabelecidas pelo *Coral Health Chart*, durante os períodos: período chuvoso (PC), período de seca (PS) e período de pré-chuvas (PPC).

O monitoramento aleatório das colônias foi iniciado durante o período chuvoso (PC). Verificou-se que, durante esse período, a quantidade de colônias saudias (categorias D5 e D6 do *Coral Health Chart*) apresentou cerca de 70% do total observado. As demais colônias tinham coloração pálida, correspondendo ao branqueamento moderado.

Durante o período de seca (PS), o número das colônias com coloração pálida (categorias D3 e D4 do *Coral Health Chart*) aumentou bastante em relação ao período anterior, chegando a cerca de 60% do total observado. Dentre elas, a tonalidade mais frequentemente encontrada foi a D4.

Já o período de pré-chuvas (PPC) foi considerado o mais crítico de todo o ciclo monitorado. Apenas em 4% dessas colônias a coloração pôde ser caracterizada como coloração típica de colônias saudias, e, na maior parte delas (cerca de 40%) foi observada a tonalidade D2. Essa

condição de branqueamento intenso não se repetiu em nenhum outro período de estudo.

B- Branqueamento e Doenças:

Ao longo do estudo também foram observadas colônias apresentando sinais de branqueamento. Algumas dessas colônias apresentavam as partes que não estavam afetadas aparentemente saudáveis, segundo comparações com o *Coral Health Chart*.

Também foi observado que essa anomalia apresentava algumas características que permitiam subdividi-las em quatro padrões: branqueamento de borda (BB), branqueamento no centro da colônia (BC), ápice branqueado (AB) e por fim, EB, que corresponde às estrias de coloração branca que ocorrem em toda a extensão da colônia, geralmente quando as mesmas estão se recuperando de um período crítico de branqueamento (Figura 26).

O branqueamento que ocorre no ápice (AB) corresponde ao branqueamento que se projeta pelas extremidades das ramificações e não propriamente às pequenas áreas terminais branqueadas usualmente encontradas nos ápices dos ramos, que é uma característica natural dessa espécie. Também foi observado que o branqueamento de borda (BB) é bem semelhante aos sintomas da doença *White plague II* (Figura 26b).

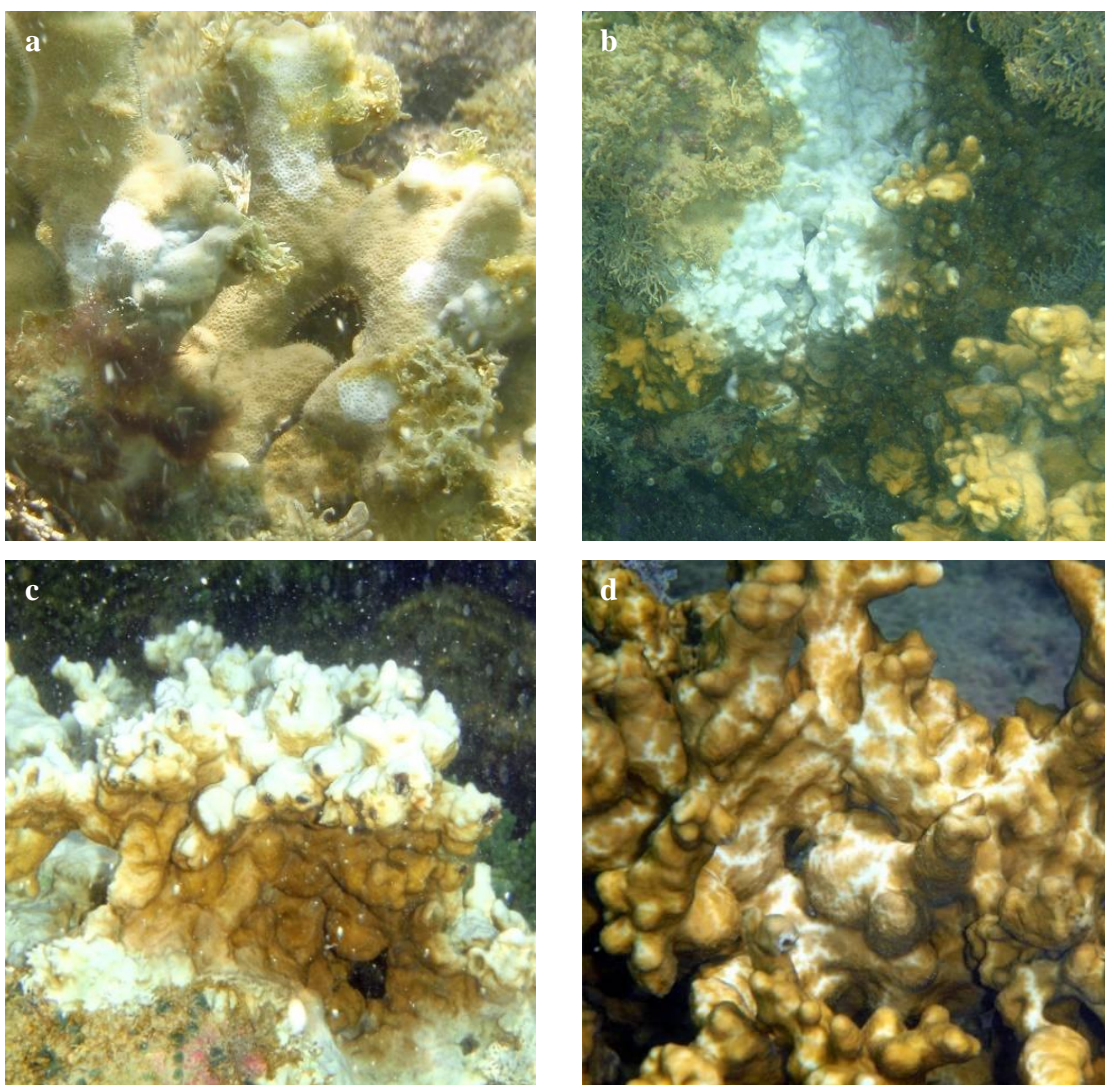


Figura 26. Distintos tipos de branqueamento observados em colônias de *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB. (a) BC - (branqueamento de centro), (b) BB (branqueamento de borda), (c) AB (ápice branqueado) e (d) EB (estrias branqueadas, encontrados durante o período chuvoso (PC), período seco (PS) e período de pré-chuvas (PPC)). (Foto: Amorim, T. P. L.).

Durante o período chuvoso (PC), o tipo EB chegou a representar 20% das colônias estudadas durante esse período. Os demais tipos tiveram uma incidência menor que 4% das colônias estudadas. Nos outros períodos (PS e PPC), a presença de EB foi bem menor que o observado durante o período anterior, ao contrário dos tipos BB, BC e AB. (Figura 27)

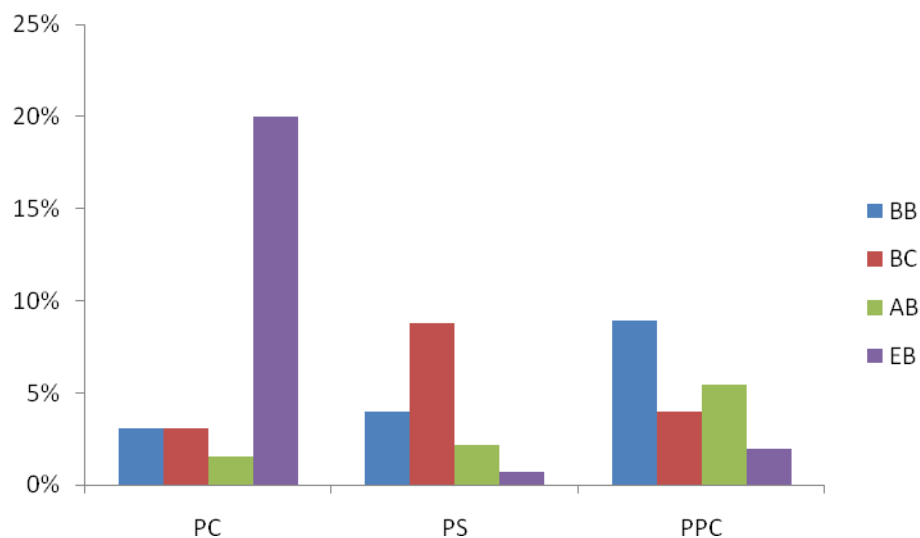


Figura 27. Distribuição percentual das colônias de *Millepora alcicornis* da área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, que apresentaram os quatro tipos de branqueamento: BB (branqueamento de borda), BC (branqueamento de centro), AB (ápice branqueado) e EB (estrias branqueadas) encontrados durante o período chuvoso (PC), período seco (PS) e período de pré-chuvas (PPC).

Também foi estimada a área superficial da colônia afetada pelo branqueamento iniciado no centro (BC), na base (BB) e nas ramificações (RB) das colônias em estudo (Tabela 07). Na maior parte dos indivíduos, a área afetada pelo branqueamento é menor que 25%. Colônias com mais de 50% de sua superfície branqueada foram encontradas apenas durante o PPC, indicando que as mesmas foram fortemente afetadas nessa época do ano.

Tabela 07. Estimativa da área superficial (valores percentuais) das colônias de *Millepora alcicornis*, monitoradas nos recifes de Picãozinho, afetadas pelo branqueamento, durante os períodos: chuvoso (PC), seca (PS) e pré-chuvas (PPC).

Área da colônia	PC	OS	PPC
<25%	80	85	54
25% a 50%	20	15	22
> 50%	0	0	24

Lesões semelhantes a um outro tipo de doença também foram encontradas em algumas colônias de *M. alcicornis*. Esses registros foram evidenciados apenas no mês de março (PPC), em menos de 1% das colônias monitoradas nesse período. Essas lesões caracterizaram-se por manchas brancas presentes na superfície do tecido das colônias, semelhante à doença *White Pox*.

Na Figura 28, observam-se dois tipos de distribuição dessas manchas ao longo da colônia. Em 28a, as manchas apresentam formato circulares, distribuídas de forma multifocal em todas as partes da colônia. Já em 28b, essas manchas apresentam o formato de pequenos pontos fundidos e estão localizados em algumas partes no centro da colônia.

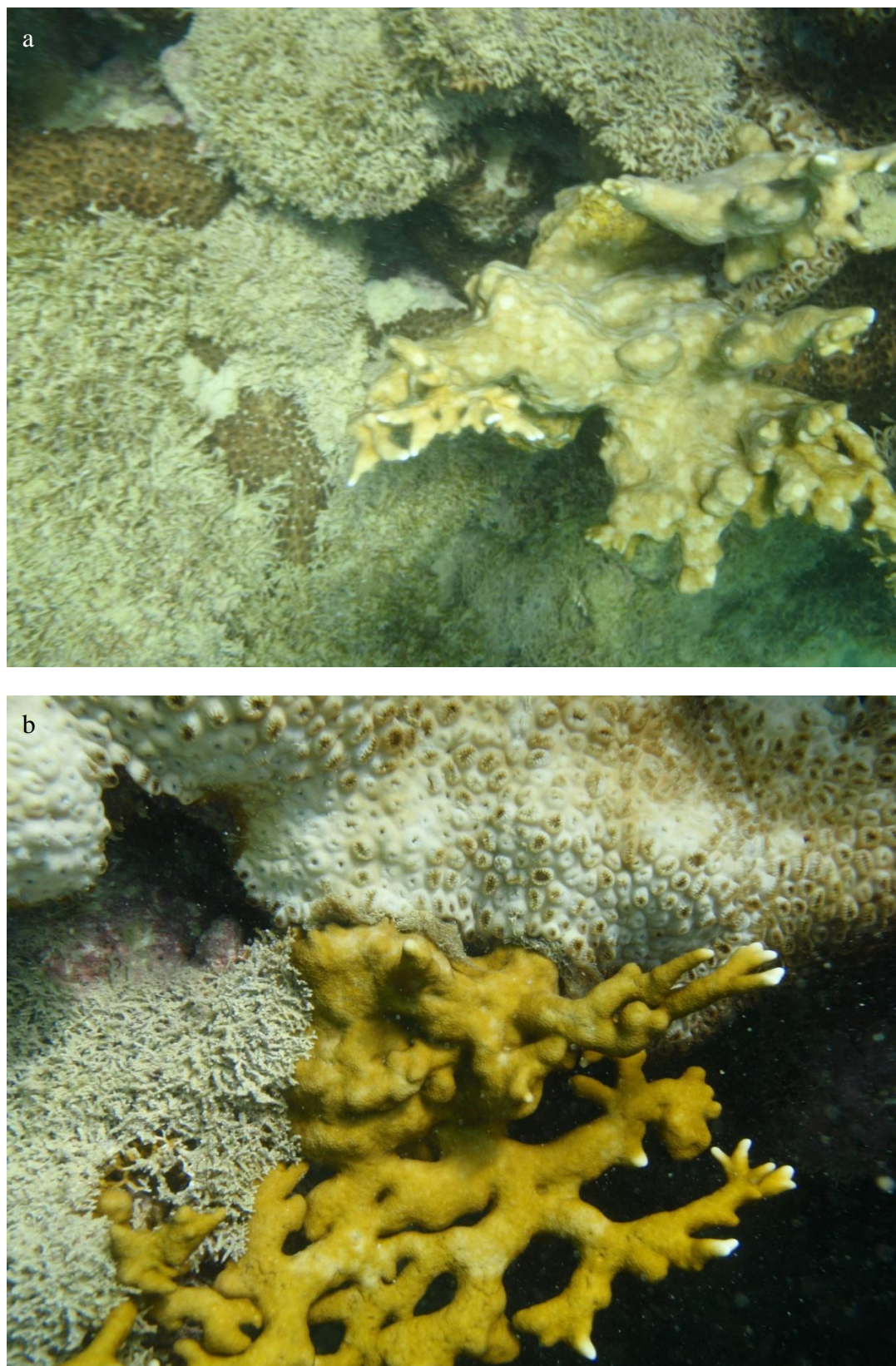


Figura 28. Lesões semelhantes a doenças encontradas nas colônias de *Millepora alcicornis* monitoradas na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB. (a) distribuição multifocal; (b) distribuição em processo de fusão. (Foto: Amorim, T. P. L., março de 2008).

C- Lesões observadas nas colônias de *Millepora alcicornis* durante o monitoramento

Também foram quantificados outros tipos de lesões que podem estar comprometendo a saúde desses hidróides calcários. Essas lesões podem ser decorrentes tanto de impactos antrópicos como do próprio ecossistema como: a quebra de suas ramificações, a colonização das colônias por organismos oportunistas e a predação de parte de seu tecido (Figura 29, Tabela 08).

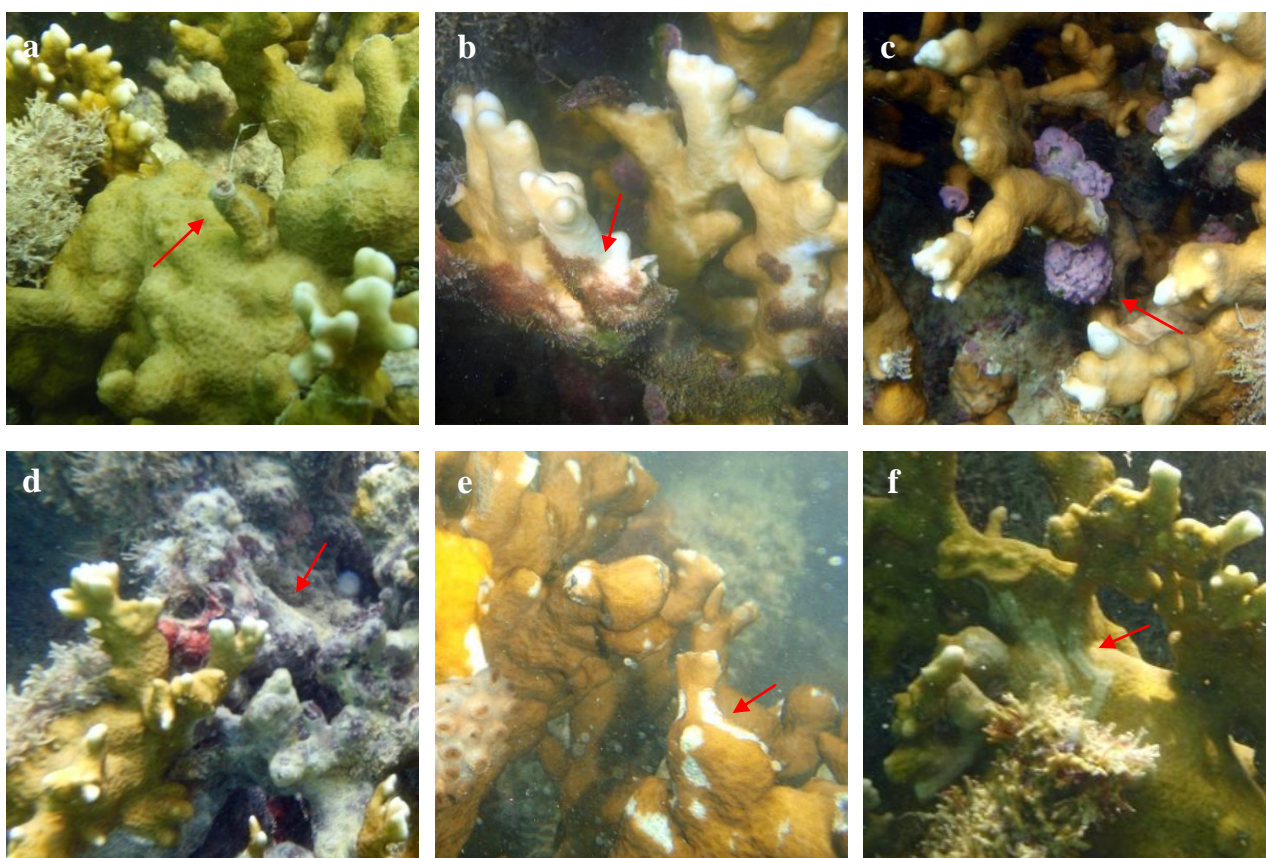


Figura 29. Lesões observadas nas colônias de *Millepora alcicornis* monitoradas na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, no período de maio de 2008 a abril de 2009. (a) ramificações quebradas (RQ), (b) assentamento por macroalgas (AM), (c), (d) assentamento por outros organismos (AO), (e) colônias raspadas (CR) e (f) listras claras (LC). As setas localizam as lesões ocorridas no tecido do animal. (Foto: Amorim, T. P. L., (b) maio de 2008, (e) agosto de 2008, (a, c, d, f) janeiro de 2008).

As colônias de *M. alcicornis* por apresentarem ramificações muitas vezes frágeis acabam sofrendo quebras (RQ) devido a impactos decorrentes de pisoteio, ancoragem, entre outros. Das colônias fotografadas durante os três períodos, 17% apresentavam tal lesão. No local onde ocorreu a quebra observou-se a exposição de parte do esqueleto do animal. Posteriormente, pôde-se observar o início do assentamento de macroalgas e outros organismos nos locais lesionados, gerando uma competição entre colônias de *M. alcicornis* e esses organismos.

A competição entre ambos também foi avaliada (Figura 29b,c,d). As colônias que apresentaram parte do seu tecido colonizado por macroalgas (AM) e outros organismos (AO) corresponderam a 20% do total de colônias observadas. Entre os organismos que não pertenciam ao grupo das macroalgas (AO) podemos citar: zoantídeo, ascídia, entre outros. As cracas, *Megabalanus stultus* Darwin, 1854, presentes nas colônias, não foram incluídas na quantificação desses organismos colonizadores.

Além da competição, foi observado outro tipo de interação ecológica entre as colônias estudadas e outros organismos: a predação. Dois tipos de lesões provenientes dessa interação ecológica puderam ser observados no tecido do animal em estudo.

A primeira são as raspagens encontradas na epiderme das colônias em estudo, de forma irregular, na qual se observa nessa área a ausência do tecido do animal, denominada CR (colônias raspadas). Supõe-se que essas lesões são ocasionadas por peixes, como o peixe papagaio, presente nessa região.

A segunda lesão é caracterizada por apresentar listras mais claras (LC) que a tonalidade da superfície do indivíduo, semelhantes a rastros de invertebrados marinhos raspadores (Figura 29f).

A quantidade de colônias apresentando CR foi bastante baixa durante o período estudado, enquanto que a LC chegou a mais de 20% das colônias monitoradas durante o período seco. No entanto, houve

um declínio no número de colônias apresentando LC durante o período pré-chuvas. Tal observação pode ser entendida pelo fato de que no mês de abril, a maior parte das colônias registradas apresentava coloração D2, dificultando a visualização das LC, já que a coloração de ambas era bastante semelhante.

Tabela 08. Número percentual de colônias de *M. alcornis* monitoradas nos recifes de Picãozinho durante os períodos: chuvoso (PC), seca (PS) e pré-chuvas (PPC), que apresentaram as seguintes lesões: RQ (ramificações quebradas), AM (assentamento por macroalgas), AO (assentamento por outros organismos), CR (colônias raspadas) e LC (listras claras).

Lesões	PC	OS	PPC
R.Q.	6,15	21,90	13,86
A.M.	7,69	15,69	8,91
A.O.	7,69	10,58	3,96
C.R.	0,00	1,09	2,48
L.C.	15,38	20,44	6,44

6.4.2 - Monitoramento de colônias marcadas de *Millepora alcornis* nos Recifes de Picãozinho.

No total, foram marcadas visualmente e monitoradas nove colônias com relação ao padrão de coloração, visando com isso avaliar mudanças no estado de saúde dessa espécie ao longo do ciclo anual. Para cada uma das colônias estudadas, os dados obtidos foram agrupados nos mesmos períodos considerados no monitoramento aleatório e classificados de acordo com os critérios do *Coral Health Chart*.

Colônia 1

Esta colônia estava localizada a cerca de 2 metros de profundidade, próxima a uma colônia do zoantídeo *Palythoa caribbaeorum*. Apresenta forma de crescimento ramificada e textura da superfície lisa. Os registros dessa colônia foram realizados durante os meses de maio e agosto/08 (PC), dezembro/08 e janeiro/09 (PS) e março e abril/09 (PPC), conforme mostra a Figura 30. Observa-se que durante esses períodos houve mudanças na coloração das colônias.

Em maio de 2008, primeiro mês de PC, essa colônia encontrava-se recuperando de um branqueamento intenso, ocorrido anteriormente, apresentando nesse momento um branqueamento moderado, “D4” (Figura 30a). A colônia de zoantídeo que estava localizada próxima a esse hidróide calcário também apresentou uma variação em sua tonalidade. Observa-se na parte superior direita que a colônia de zoantídeo apresenta uma coloração típica da espécie, no entanto, na parte inferior, próximo a base da colônia, apresenta sinais de branqueamento. A colônia apresenta também uma de suas ramificações quebrada.

Em agosto, último mês do PC, a colônia (Figura 30b) continua se recuperando, e apresenta uma tonalidade mais escura, no entanto sinais de branqueamento são visíveis ao longo da colônia. Há também uma grande presença de muco, localizado principalmente na ramificação quebrada. Nas colônias de zoantídeos também se observa uma recuperação da coloração, com exceção da parte próxima à base na colônia, que se encontra branqueada.

Durante os períodos seguintes, a colônia passa por mudanças em sua tonalidade (Figura 30c-e), de forma decrescente, até atingir, em abril (PPC) um branqueamento intenso, “D1” (Figura 30f). As colônias de zoantídeos também apresentaram mudança em sua coloração.

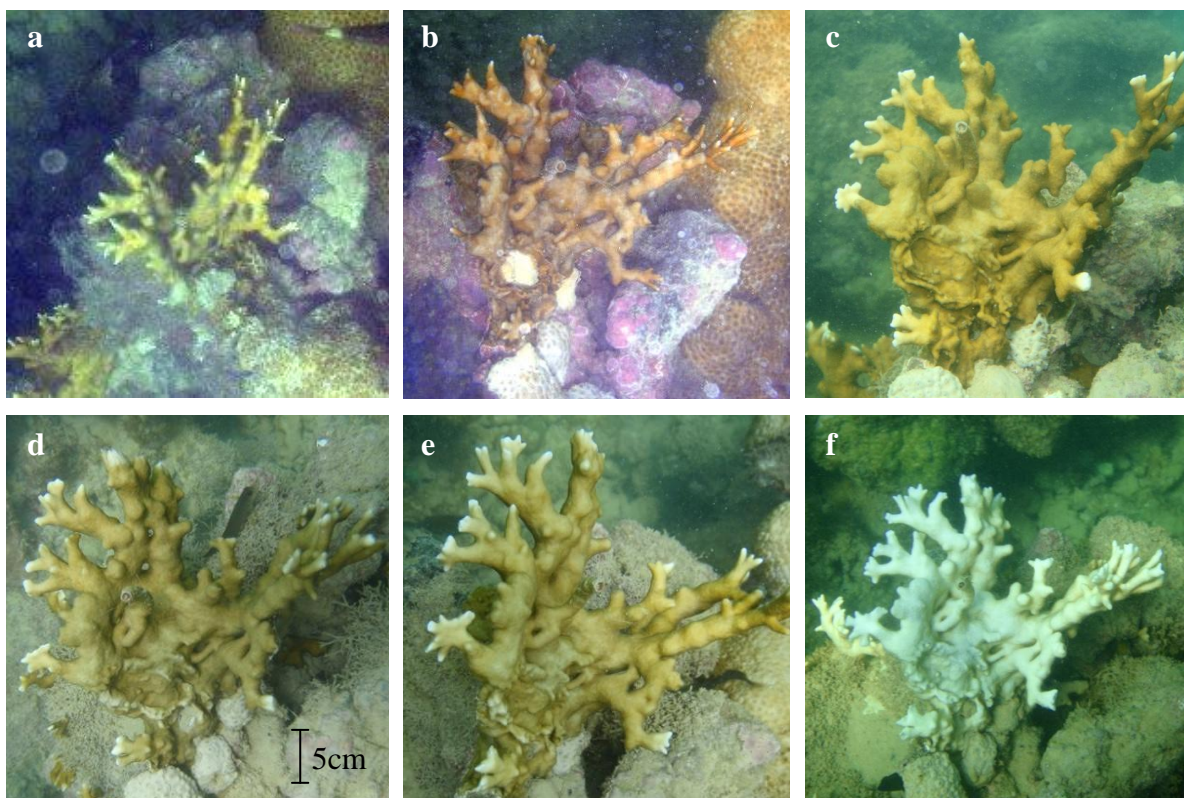


Figura 30. Colônia de *Millepora alcicornis* monitorada na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, nos períodos PC (a – Maio de 2008; b – Agosto de 2008), PS (c – Dezembro de 2008; d – Janeiro de 2009) e PPC (e – Março de 2009; f – Abril de 2009), com relação a mudanças no seu padrão de coloração de acordo com o *Coral Health Chart* (Foto: Amorim, T. P. L.).

Colônia 2

Esta colônia foi encontrada a cerca de 1 metro de profundidade. Apresenta forma de crescimento ramificada contendo alguns de seus ramos soldados entre si, os ramos terminais são finos e pontiagudos e apresentam-se esbranquiçados. A textura da colônia é lisa. Os registros dessa espécie foram realizados durante os meses de outubro, novembro, dezembro/08 e janeiro/09 (PS) e março e abril/09 (PPC). Algumas mudanças na coloração das colônias podem ser observadas ao longo do estudo (Figura 31).

Nos meses de outubro, novembro e dezembro (PS), a colônia não mostrou variação em sua coloração (Figura 31b), sendo considerada saudável. No entanto, a partir do último mês do PS, janeiro, a

tonalidade da colônia em estudo começou a tornar-se mais pálida, atingindo a escala “D4” do *Coral Health Chart* (Figura 31d). Durante o PPC, a coloração dessa colônia vai clareando (Figura 31e), até atingir em abril tonalidade referente ao branqueamento intenso, “D2” (Figura 31f).

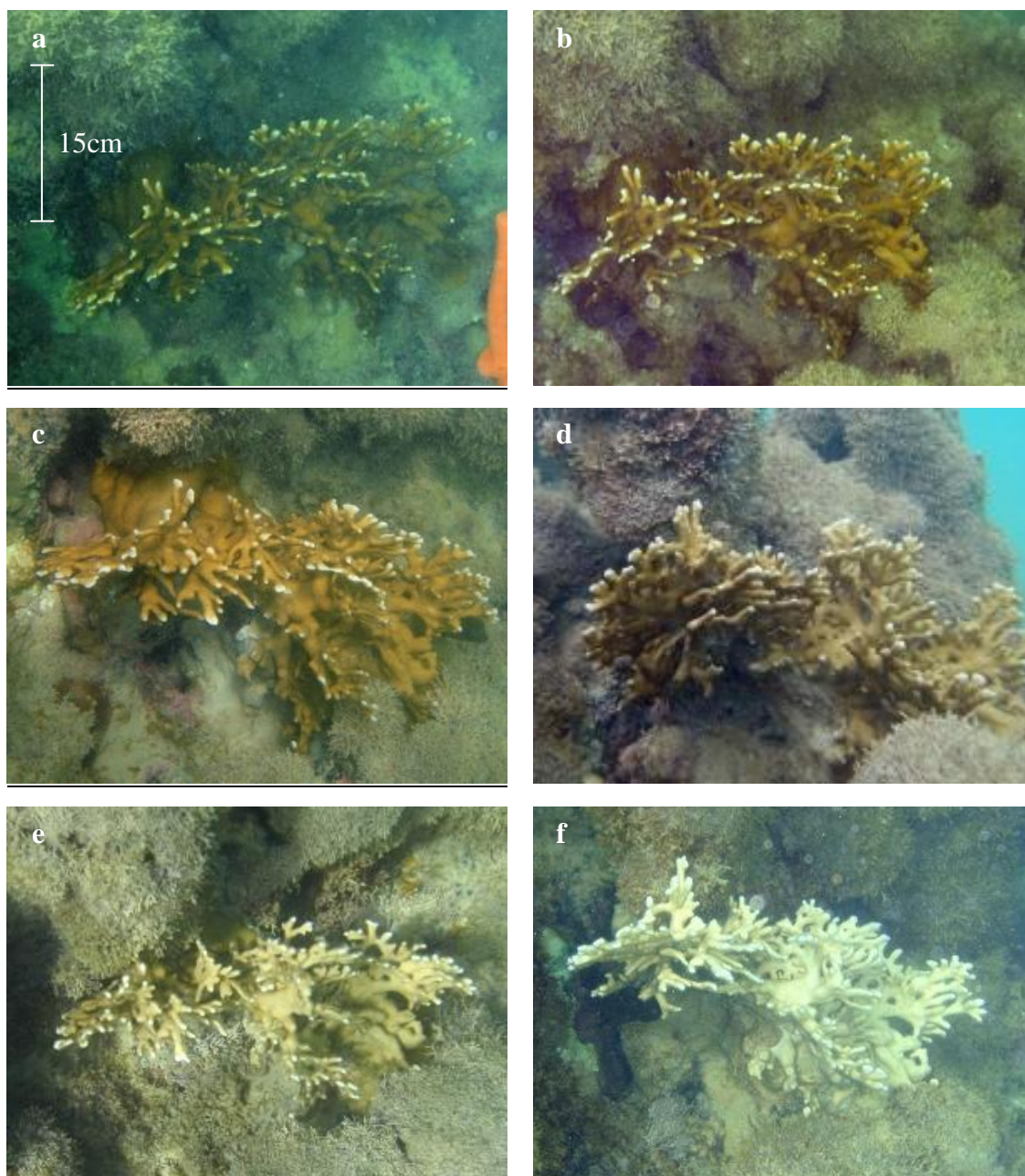


Figura 31. Colônia de *Millepora alcicornis* monitorada na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, nos períodos PS (a – Outubro de 2008; b – Novembro de 2008; c – Dezembro de 2008; d – Janeiro de 2009) e PPC (e – Março de 2009; f – Abril de 2009), com relação a mudanças no seu padrão de coloração de acordo com o *Coral Health Chart* (Foto: Amorim, T. P. L.).

Colônia 3

A colônia 3 foi encontrada em plano perpendicular à direção das ondas, a menos de 1 metro de profundidade. Apresenta forma de crescimento arborescente com ramos curtos e grossos. Os registros dessa colônia foram realizados durante os meses de setembro, outubro, dezembro/08 e janeiro/09 (PS) e março e abril/09 (PPC) (Figura 32).

Durante o primeiro mês de PS, setembro, observa-se que esta colônia apresenta uma tonalidade bastante escura, “D6”, indicando uma condição saudável (Figura 32a). Durante os meses seguintes, observa-se que a coloração da colônia em estudo passa por mudanças gradativas em sua coloração (Figura 32b-f). A partir de dezembro, a colônia torna-se pálida apresentando um branqueamento moderado, “D4” (Figura 32c) e durante o último mês de PPC a colônia atinge a tonalidade “D2”, referente ao branqueamento intenso (Figura 32f).

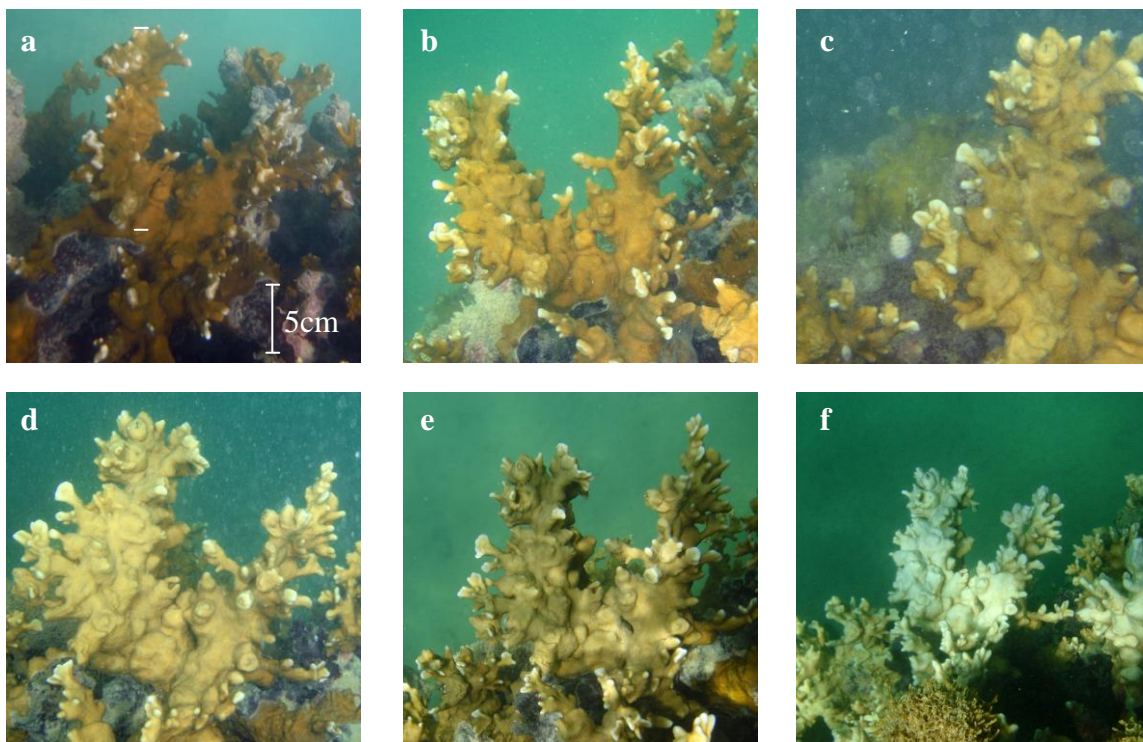


Figura 32. Colônia de *Millepora alcicornis* monitorada na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, nos períodos PS (a – Setembro de 2008; b – Outubro de 2008; c – Dezembro de 2008; d – Janeiro de 2009) e PPC (e – Março de 2009; f – Abril de 2009), com relação a mudanças no seu padrão de coloração de acordo com o *Coral Health Chart* (Foto: Amorim, T. P. L.).

Colônia 4

A colônia 4 também foi encontrada localizada perpendicularmente à ação das ondas, a cerca de 1,5 metros de profundidade. Apresenta forma de crescimento ramificada, com ramos algumas vezes soldados e não dicotômicos. A textura da colônia é lisa. O monitoramento dessa colônia foi efetuado durante dois períodos: PS (outubro e dezembro/08) e PPC (março e abril/09).

Não foram observadas grandes mudanças em relação à coloração durante os meses de monitoramento (Figura 33a-c), com exceção de abril, no qual a coloração dessa colônia tornou-se mais clara, “D2”, indicando o branqueamento intenso (Figura 33d).

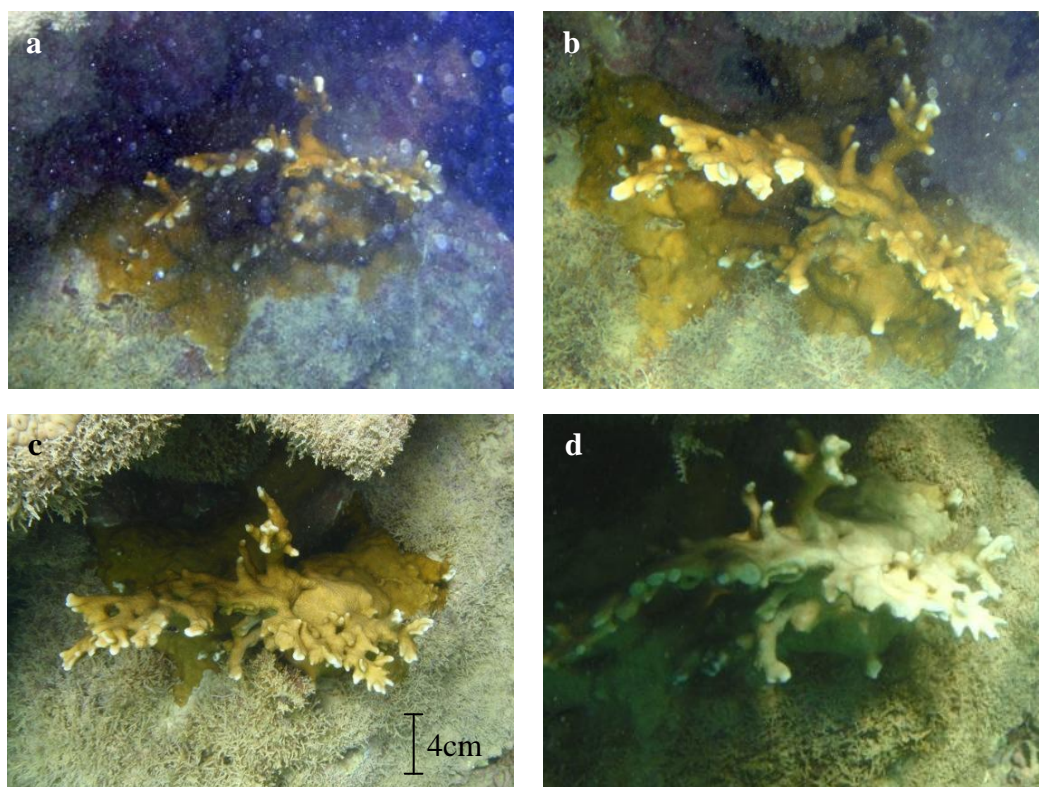


Figura 33. Colônia de *Millepora alcicornis* monitorada na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, nos períodos PS (a – Outubro de 2008; b – Dezembro de 2008) e PPC (c – Março de 2009; d – Abril de 2009), com relação a mudanças no seu padrão de coloração de acordo com o *Coral Health Chart* (Foto: Amorim, T. P. L.).

Colônia 5

A colônia 5 está localizada na borda do recife, em uma região onde há uma grande abundância do zoantídeo *Zoanthus sociatus* ao seu redor (Figura 34). A colônia apresenta textura lisa e a sua forma de crescimento não é vertical, como as demais, e sim, horizontal. O monitoramento dessa colônia foi efetuado a partir do PS (outubro, novembro, dezembro/08 e janeiro/09) até PPC (março e abril/09).

Durante o PS não foram observadas mudanças na coloração da colônia (Figura 34a-d). No entanto, outras lesões foram visualizadas, como: a quebra de ramificações e o assentamento de macroalgas. A partir do mês de dezembro foi observada a ausência de uma de suas ramificações, indicadas pela seta na Figura 34a-b.

A partir de março (PPC), a colônia começa a apresentar mudanças em sua coloração, tornando-se bastante pálida “D3”, apresentando algumas partes branqueadas (Figura 34e) e em abril, essa colônia atinge a tonalidade “D1” típica de um branqueamento intenso (Figura 34f).



Figura 34. Colônia de *Millepora alcicornis* monitorada na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, nos períodos PS (a – Outubro de 2008; b – Novembro de 2008; c – Dezembro de 2008; d – Janeiro de 2009) e PPC (e – Março de 2009; f – Abril de 2009), com relação a mudanças no seu padrão de coloração de acordo com o *Coral Health Chart* (Foto: Amorim, T. P. L.).

Colônia 6

Esta colônia também foi encontrada na borda da superfície, próximo a uma colônia de *Zoanthus sociatus*. Apresenta textura lisa e forma de crescimento ramificada, sendo que seus ramos terminais não estão dispostos dicotomicamente. Alguns deles apresentam forma arredondada, devido à presença de cracas nas suas extremidades. Essa colônia foi monitorada a partir de PS, durante os meses de setembro, outubro, novembro/08 e janeiro/09, até PPC, março e abril/09.

O acesso a colônia é bastante difícil já que a mesma encontra-se numa região onde o número de outras colônias dessa espécie é bastante abundante. Além disso, durante os meses em que a maré encontrava-se mais baixa, o acesso a área também se tornava mais difícil. Desse modo, durante esses meses, a colônia 6 não foi fotografada sob o mesmo ângulo.

Em todos os meses observa-se a presença de cicatrizes indicando que houve a quebra de algumas de suas ramificações. A presença de macroalgas colonizando a superfície da colônia também pode ser observada durante todos os meses (Figura 35).

Em setembro, início de PS, a colônia apresentava tonalidade “D6”. No entanto, algumas lesões puderam ser observadas durante esse mês: duas delas já foram citadas (ramificações quebradas “RQ” e assentamento de macroalgas “AM”), a outra corresponde a cicatrizes de predação do tipo LC (listras claras) (observar seta na Figura 35a). A partir de outubro, a coloração da colônia começa a mudar gradativamente, tornando-se pálida (Figura 35b-f), e, em novembro, observam-se alguns pontos branqueados no centro dessa colônia. Concomitantemente ao aumento do número e tamanho destes pontos de branqueamento observados nestas colônias, há também um crescimento elevado de macroalgas na área afetada.

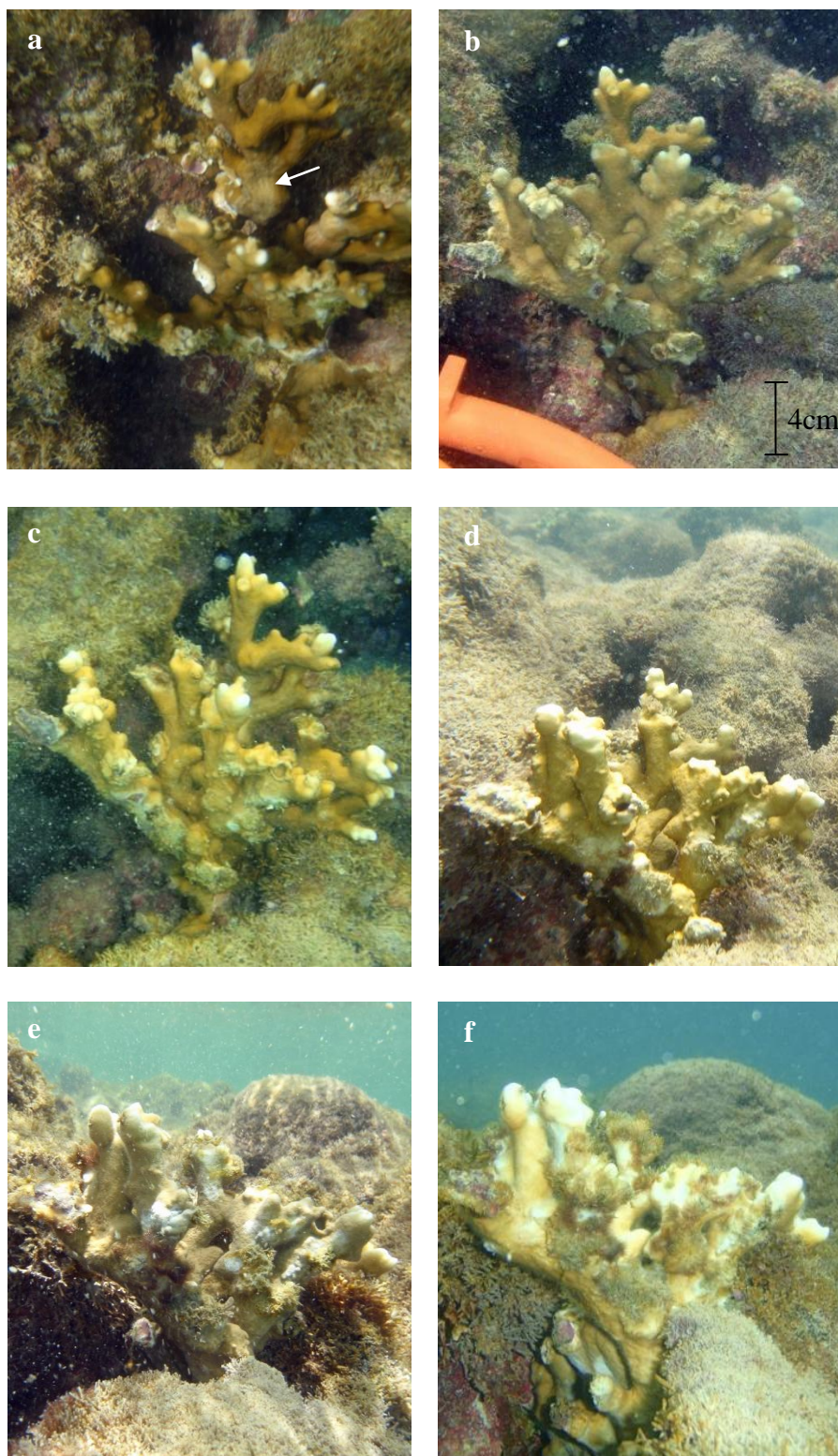


Figura 35. Colônia de *Millepora alcicornis* monitorada na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, nos períodos PS (a – Setembro de 2008; b – Outubro de 2008; c – Novembro de 2008; d – Janeiro de 2009) e PPC (e – Março de 2009; f – Abril de 2009), com relação a mudanças no seu padrão de coloração de acordo com o *Coral Health Chart* (Foto: Amorim, T. P. L.).

Colônia 7

A colônia 7 encontra-se na superfície da plataforma, próxima à colônia 5. Apresenta forma de crescimento arborescente e bastante compacta com pequenas ramificações que surgem no topo, apresentando formato arredondado e uma grande quantidade de cracas. Essa colônia foi registrada em meses representativos de apenas dois períodos: dezembro/08 e janeiro/09 (PS) e março e abril/09 (PPC) (Figura 36).

Apenas no último mês de monitoramento, abril (PPC), verificou-se uma mudança na coloração desta colônia (Figura 36d), que atingiu a tonalidade “D2” (branqueamento intenso). Também foram observados pequenos pontos de branqueamento no centro da colônia em todos os meses. Outros sinais em forma de estrias brancas (EB) foram encontrados durante o mês de abril.

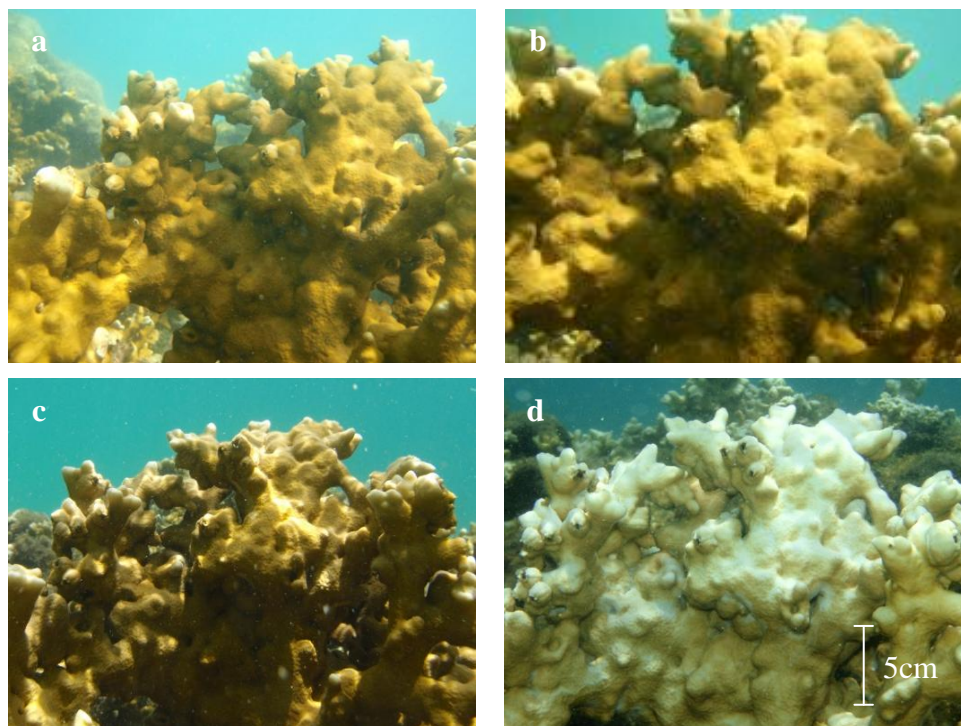


Figura 36. Colônia de *Millepora alcicornis* monitorada na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, nos períodos PS (a – Dezembro de 2008; b – Janeiro de 2009) e PPC (c – Março de 2009; d – Abril de 2009), com relação a mudanças no seu padrão de coloração de acordo com o *Coral Health Chart* (Foto: Amorim, T. P. L.).

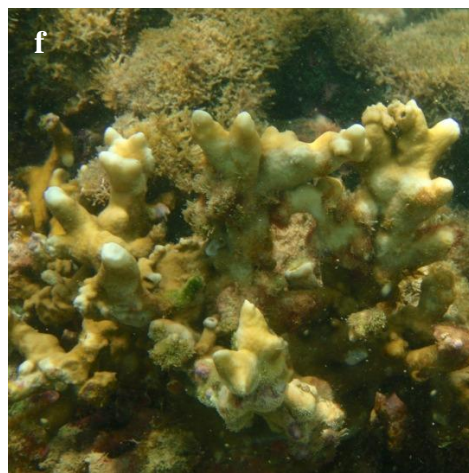
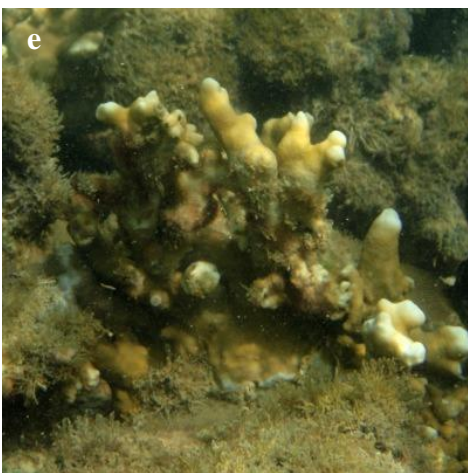
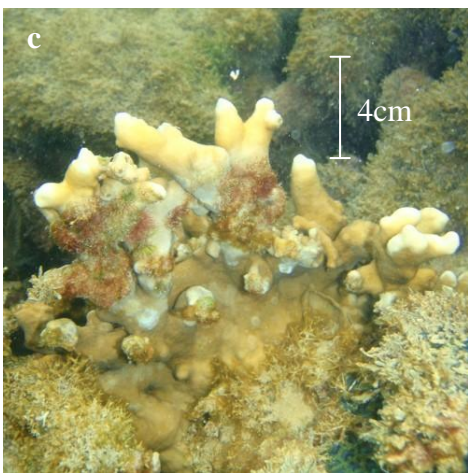
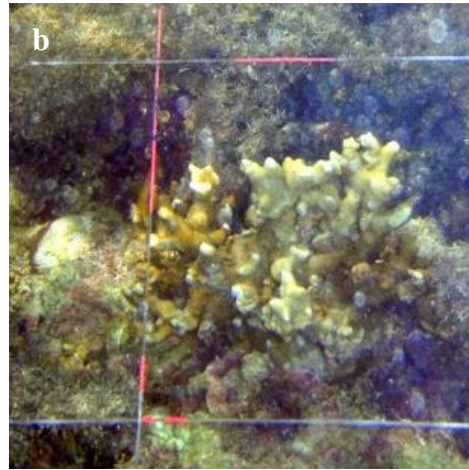
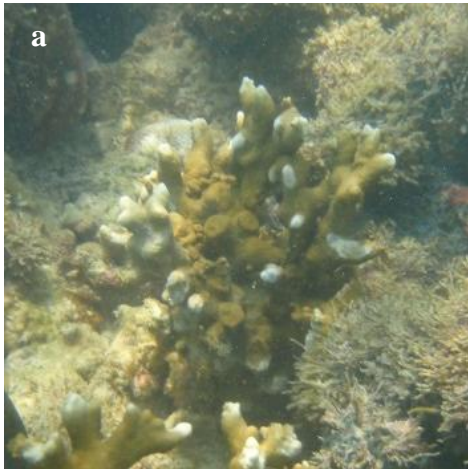
Colônia 8

A colônia 8 está localizada na superfície da plataforma recifal. Apresenta forma de crescimento arborescente e sua textura é lisa. Essa colônia foi monitorada durante os períodos PS (setembro, outubro, novembro e dezembro/08) e PPC (março e abril/09) (Figura 37).

De novembro a abril, as colônias foram fotografadas em dois ângulos: face voltada para frente recifal (lado 1) e face voltada para costa recifal (lado 2). O mês de outubro foi fotografado apenas no lado 2, já o mês de setembro em um ângulo diferente de ambos citados.

Observa-se que durante o mês de setembro, a colônia 8 (Figura 37a) apresenta tonalidade “D6”, apesar da coloração pálida visualizada em algumas de suas partes (a observação foi feita sem levar em consideração o topo dos ramos terminais). No entanto, a comparação desse mês com os demais não pode ser realizada devido à diferença do ângulo em que a colônia foi registrada.

Em outubro, a colônia apresentava suas ramificações branqueadas (Figura 37b). A partir de novembro, essas áreas branqueadas aumentaram em tamanho e, como consequência, houve um crescimento na colonização por macroalgas (Figura 37c,d). Estas lesões aumentaram a cada mês, em ambos os lados observados (Figura 37c-j). Durante o PPC (março e abril) o assentamento dessas macroalgas tornou-se muito mais evidente, já que a superfície da colônia encontrava-se quase completamente coberta por esses organismos, comprometendo seriamente o seu estado de saúde (Figura 37g-j).



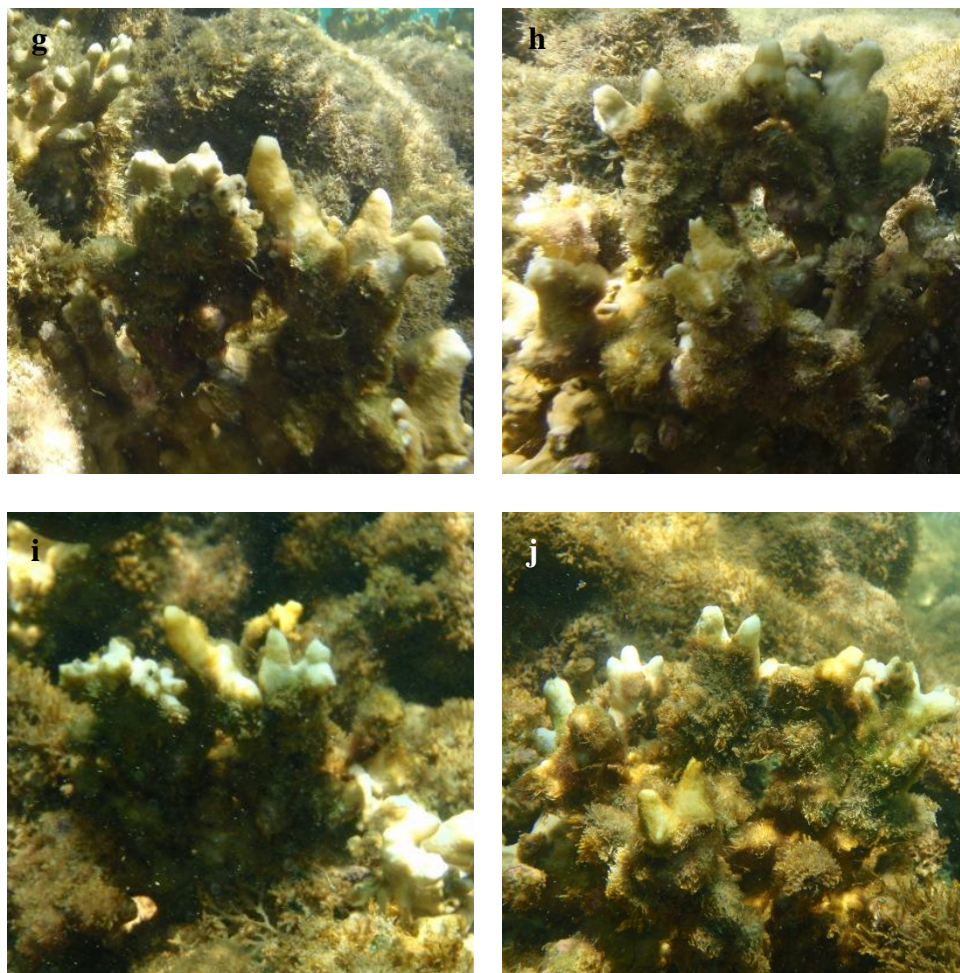


Figura 37. Colônia de *Millepora alcicornis* monitorada na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, nos períodos PS (a – Setembro de 2008; b – Outubro de 2008; c – Novembro de 2008 (lado 1); d – Novembro de 2008 (lado 2); e – Dezembro de 2008 (lado 1); f – Dezembro de 2008 (lado 2);) e PPC (g – Março de 2009 (lado 1); h – Março de 2009 (lado 2); i – Abril de 2009 (lado 1); j – Abril de 2009 (lado 2)), com relação a mudanças no seu padrão de coloração de acordo com o *Coral Health Chart* (Foto: Amorim, T. P. L.).

Colônia 9

A colônia 9, localizada cerca de 2 metros de profundidade, apresenta forma de crescimento com base incrustante de onde partem vários ramos com crescimento vertical e horizontal. Alguns desses ramos são finos e delicados e outros são mais grossos. O monitoramento dessa colônia foi efetuado durante os períodos: PC

(maio/08), PS (janeiro/09) e PPC (março e abril/09), conforme a Figura 38.

Em maio de 2008, a colônia se recuperava de um período de branqueamento. Na figura 38a, observa-se que a colônia começa a retomar a sua coloração e que “EB” surgem em sua base. Em janeiro e março, a coloração da colônia torna-se pálida “D3”, indicando um período de branqueamento moderado (Figura 38b,c). Por fim, durante o mês de abril, a colônia atinge uma tonalidade mais clara, “D1”, indicando o período de branqueamento intenso (Figura 38d).

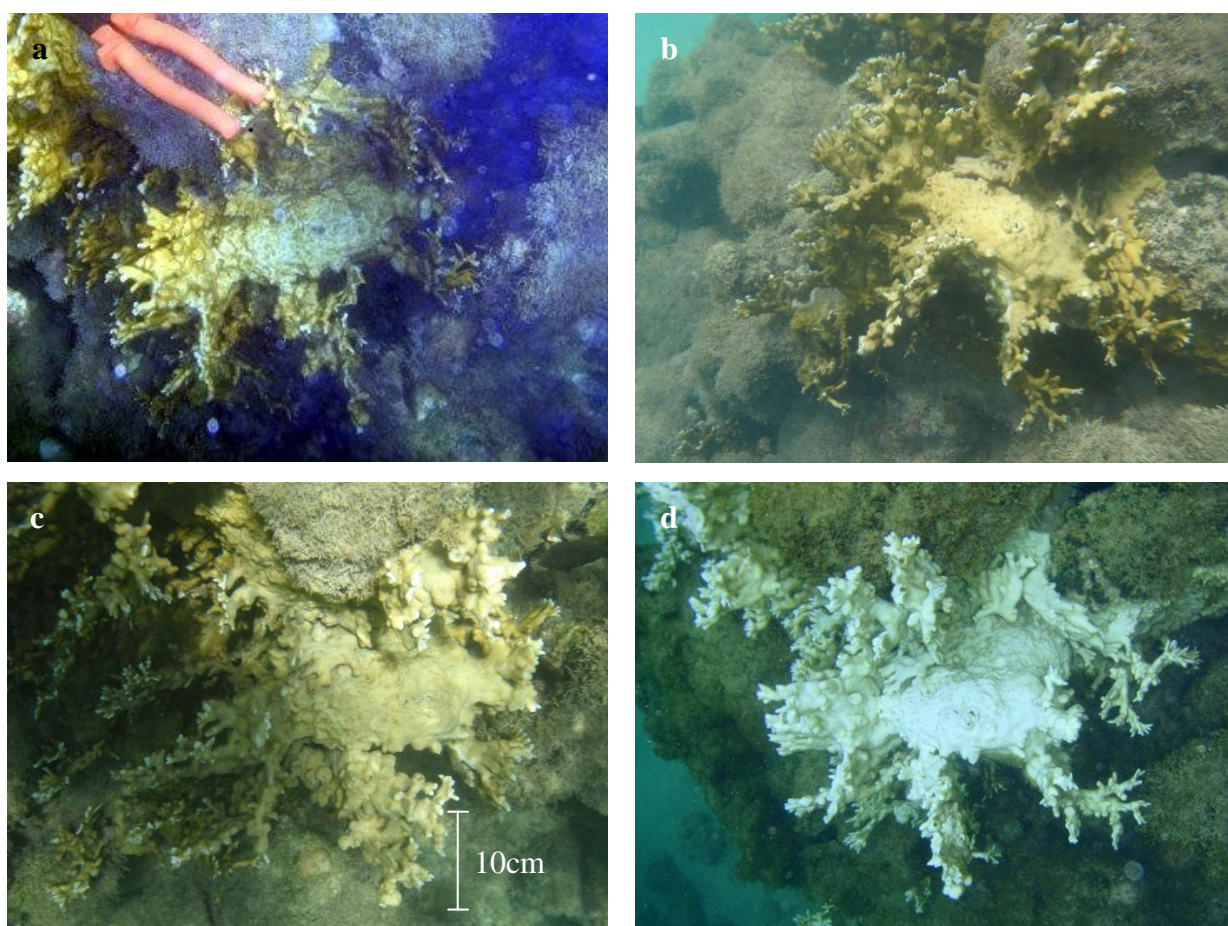


Figura 38. Colônia de *Millepora alcicornis* monitorada na área recifal de Picãozinho, João Pessoa – PB, nos períodos PC (a – Maio de 2008); PS (b – Janeiro de 2009) e PPC (c – Março de 2009; d – Abril de 2009), com relação a mudanças no seu padrão de coloração de acordo com o *Coral Health Chart* (Foto: Amorim, T. P. L.).

7. Discussão

O litoral nordeste do Brasil é caracterizado por apresentar condições climáticas bem definidas, com um período chuvoso que vai de março a setembro e um período seco de outubro a fevereiro (Batista, 2006). Segundo Sassi (1987) durante esses períodos, observam-se também mudanças sazonais em alguns parâmetros hidrológicos, como: a temperatura, a salinidade e a transparência da água, combinados com o ciclo pluviométrico anual.

No presente estudo, foram observados índices pluviométricos acima de 250 mm em todos os meses do período chuvoso, enquanto que no período seco, esses índices ficaram abaixo de 90 mm. Tais resultados confirmam a regularidade sazonal típica dessa região. No entanto, apesar dessa regularidade, pode haver diferenças nos índices pluviométricos de um ano para outro, como verificado nos estudos de Costa. C., (2006).

A massa d'água do infralitoral apresenta maior estabilidade durante o dia em algumas variáveis ambientais comparadas as regiões de entremarés, principalmente as poças de maré (Sassi *et al.*, 1988). Desse modo, apenas alterações mensais podem ser percebidas e estas quase sempre estão associadas às condições climatológicas (Eloy, 2005).

Uma dessas variáveis é a temperatura da água, que segue um padrão de ambientes tropicais com valores altos e pequenas variações durante o ano (Costa C., 2006). Dados do presente trabalho confirmam esse padrão ao longo do ciclo anual estudado.

A salinidade também apresentou essa mesma característica nos meses estudados, o que pode indicar que os organismos do infralitoral não estão submetidos a fortes estresses salinos, contrariamente ao que se observa em áreas expostas e poças de maré (Eloy, 2005).

Nesse trabalho, a salinidade apresentou uma correlação inversamente proporcional aos índices de chuva, corroborando observações de outros autores (Sassi, 1987; Eloy, 2005; Souza, 2009).

O material em suspensão presente no ambiente pode ocasionar mudanças na qualidade óptica da água, além do soterramento de organismos bentônicos do infralitoral (Costa C., 2006). Dados do presente trabalho mostraram uma grande variação na quantidade de material em suspensão nos recifes de Picãozinho, durante o período estudado. Mas esta variável não apresentou correlação com a pluviometria, fato este também observado por Eloy (2005) e Souza (2009). Desse modo, conclui-se que existem outros fatores que podem estar relacionados com a quantidade de material em suspensão nessas áreas, como por exemplo, o hidrodinamismo local.

No presente estudo, os teores de oxigênio dissolvido na água mostraram correlação direta com as chuvas e inversa com a temperatura. Segundo Sassi (1987), a massa d'água local é sempre muito oxigenada e geralmente supersaturada, fato este muito mais dependente das forças hidrodinâmicas, como a turbulência da água resultante da ação das ondas sobre a superfície recifal, do que com a produção biológica pela fotossíntese (Sassi, 1987, Eloy, 2005).

Cnidários zooxantelados, como os corais, os zoantídeos e os hidróides calcários, encontram-se de preferência em águas rasas, onde a incidência da luz solar é maior, a turbidez da água é menor e a salinidade se mantém em torno de 35. Nessas condições, as zooxantelas presentes nesses organismos podem absorver com maior intensidade a luz solar e realizar fotossíntese (Vaughan e Wells, 1943). Alterações nesses parâmetros podem desestabilizar a associação entre as zooxantelas e seus hospedeiros levando ao desequilíbrio de todo o ecossistema recifal. O branqueamento dos corais, a proliferação de doenças em organismos recifais, assim como a extinção de algumas espécies são algumas das prováveis consequências que resultam desse desequilíbrio.

Estudos sobre o estado de conservação e saúde dos ambientes recifais a partir de sua microbiota é de grande importância já que esses organismos são biomarcadores de condições ambientais. E nesses estudos usualmente tem-se considerado dados de densidade, índice mitótico, diâmetro celular e pigmentos fotossintetizantes.

A densidade populacional das zooxantelas pode variar entre 0,6 a $8,5 \times 10^6$ células por cm^2 , dependendo do hospedeiro, da anatomia do mesmo (Trench 1997), além da profundidade onde as espécies são encontradas (Dustan 1979, Wilkerson *et al.* 1988). Entretanto, dados apresentados por Drew (1972) mostraram que as densidades das zooxantelas podem estar correlacionadas com a área dos pólipos dos corais e não com a intensidade luminosa ou profundidade.

No presente trabalho, a densidade das zooxantelas de *Millepora alcicornis* apresentou uma média anual de $1,02 \pm 0,32 \times 10^6$ células/ cm^2 . O valor encontrado foi menor que o observado nos estudos de Amaral e Costa (1998) e Amaral (1997), cuja densidade média de zooxantelas encontradas para a mesma espécie foi de $1,44 \pm 0,84 \times 10^6$ células/ cm^2 . No entanto, esses trabalhos apresentam algumas diferenças em relação ao método utilizado, como a de extração das zooxantelas (através da raspagem de 1cm^2 da área da colônia), o número de colônias observadas e a extensão do período de coleta.

A densidade média de zooxantelas por cm^2 para outras espécies de hidróides calcários endêmicos do Brasil mostram valores bem menores: $0,45 \times 10^6$ células/ cm^2 para *Millepora braziliensis* e $0,33 \times 10^6$ células/ cm^2 para *Millepora nitida* (Amaral 1997; Amaral *et al.* 2008). Ressalta-se, entretanto, que os baixos valores de densidade de zooxantelas encontradas nessa última espécie, podem ser devido ao método usado, já que a mesma foi congelada antes da extração do tecido para análise.

Estudos anteriores mostram que a densidade de zooxantelas presente em mileporas é geralmente menor que as estimativas para os escleractínios (Lewis, 2006). Dados sobre a densidade de zooxantelas

em escleractínios coletados em recifes brasileiros confirmam essa estimativa: *Favia gravida* com $1,74 \times 10^6$ células/cm² (Amaral e Costa 1998); *Montastrea cavernosa* com $2,6 \times 10^6$ células/cm² (Costa 2001, Costa *et al.* 2004b); *Mussismilia harttii* com $3,76 \times 10^6$ células/cm², *Mussismilia hispida* com $3,78 \times 10^6$ células/cm² (Costa, 2001) e *Siderastrea stellata* com médias entre $1,85$ a $2,2 \times 10^6$ células/cm² (Costa *et al.*, 2001a).

Segundo Costa C., (2006), a densidade de zooxantelas registrada em determinada espécie de escleractínio, durante um mês ou mesmo em um ciclo anual estudado, não se repete necessariamente e obrigatoriamente no ano seguinte. Diferenças interanuais na densidade de zooxantelas foram registradas por: Costa *et al.* (2004b e 2005) para os corais *M. cavernosa*, *M. harttii* e *M. hispida*, e em Costa C. (2006) para o coral *Siderastrea stellata*.

A densidade das zooxantelas de *M. alcicornis* apresentou diferença durante os períodos: chuvoso e seco, sendo que as maiores densidades foram observadas no período seco. Ao contrário do comportamento observado para zooxantelas de outros cnidários, segundo: Stimson (1997), Fitt *et al.* (2000), Costa *et al.* (2004b), Costa *et al.* (2005).

Do mesmo modo que a densidade de zooxantelas, o índice de divisão celular desses dinoflagelados também apresentou uma variação significativa entre os períodos seco e chuvoso. No período chuvoso, as zooxantelas apresentaram maior número de divisões celulares, com pico durante o mês de junho de 2008. O inverso ocorreu no período seco, quando em fevereiro de 2008, as zooxantelas apresentaram o menor índice do período estudado. Durante esses dois meses citados, observa-se também o maior e o menor índice pluviométrico registrado, respectivamente. Tal observação sugere que existem períodos favoráveis, relacionados com a incidência das chuvas, para a reprodução desses dinoflagelados, possivelmente devido ao aumento das concentrações de nutrientes pela drenagem continental. A propósito, Sassi (1987), em estudo realizado nos recifes do Cabo

Branco, demonstrou que as concentrações de nutrientes aumentavam na época de maiores chuvas.

Nos trabalhos realizados por Souza (2009), o elevado número de células em divisão também ocorreu durante o período chuvoso para o zoantídeo *Protopalythoa variabilis*. Enquanto que, no trabalho de Eloy (2005), *Palythoa caribbaeorum* apresentou comportamento inverso. Já para outros cnidários, a diferença entre os períodos: chuvoso e seco não foram significativos, é o caso do zoantídeo *Zoanthus sociatus* (Souza, 2009) e do escleractínio *Siderastrea stellata* (Costa, C., 2006).

A temperatura superficial da água do mar é considerada um dos fatores mais importantes para alteração da estabilidade na relação entre as zooxantelas e seus hospedeiros. Fitt *et al.* (2000) demonstraram um aumento nos parâmetros das zooxantelas quando a temperatura da água diminuía, e que o inverso podia ser letal aos hospedeiros.

O fenômeno no qual a temperatura superficial da água excede o máximo anual alcançado num período de 10 anos, em uma determinada área é denominado de *hotspot* (Goreau e Hayes, 1994). Quando esta anomalia persiste por um mínimo de quatro semanas, o branqueamento de corais torna-se inevitável (Wilkinson *et al.*, 1999, Wilkinson e Souter, 2008).

Durante o ciclo anual estudado, a temperatura superficial da água não ultrapassou o valor máximo dos últimos dez anos (Costa, 2001; Costa C., 2006). No entanto, nos meses de fevereiro e março de 2008, essa variável atingiu o maior índice registrado durante esse estudo, 31°C. Como resposta, foi observada que no primeiro mês não ocorreu nenhuma mudança no número de zooxantelas em seu hospedeiro, mas o índice de divisão celular foi mais baixo que nos períodos anteriores. Já no mês seguinte, o comportamento desses microssimbiontes foi contrário: houve uma queda no número de zooxantelas e um maior índice de zooxantelas em divisão. Assim, parece certo que o aumento da temperatura superficial da água, e a

persistência de temperatura alta por um período mais longo, leve o hospedeiro a um estresse capaz de expulsar as zooxantelas de seus tecidos, tornando-se susceptível ao branqueamento.

Segundo Baghdasarian e Muscatine (2000), fatores que interferem no padrão de divisão das zooxantelas, como a temperatura, pode intervir no padrão de expulsão das mesmas. Dessa forma a expulsão das zooxantelas pode estar associada a um mecanismo básico de manutenção da densidade desses dinoflagelados no interior da colônia (Wilkerson *et al.*, 1988).

As zooxantelas apresentaram correlação com a salinidade e a pluviometria. A salinidade apresentou uma correlação inversamente proporcional ao número de divisões celulares. Já a pluviometria apresentou correlação inversa com a densidade das zooxantelas e direta com o índice mitótico dessas células. Fagoonee *et al.* (1999), relataram que algumas variáveis ambientais contribuem mais do que outras na regulação das zooxantelas no interior de seus hospedeiros, e que mais que um fator pode atuar simultaneamente na regulação dessa relação simbiótica.

Além dos fatores ambientais, fatores internos também podem regular a divisão celular e o crescimento populacional desses dinoflagelados. Os mecanismos de expulsão das zooxantelas do tecido dos seus hospedeiros ainda não estão claros, mas parece que eles estão relacionados à habilidade do hospedeiro de acomodar o crescimento algal (Baghdasarian e Muscatine 2000). Além da expulsão dos microssimbiontes extras, também pode ocorrer digestão desses organismos pelos próprios hospedeiros (Fitt *et al.*, 2000; Leletkin, 2000).

As zooxantelas presentes no hidróide calcário estudado apresentaram características morfológicas típicas de *Symbiodinium* sp., com forma arredondada, e a presença de uma parede celular espessa e cloroplastos densos de coloração marrom-amarelados. As mesmas apresentaram um diâmetro variando de 5,85 μm a 27,3 μm com média de $11,42 \pm 0,36 \mu\text{m}$. Nos trabalhos realizados por Amaral e Costa (1998)

e Amaral (1997) foram registrados uma média de diâmetro maior que a do presente estudo: 13,62 μm e 12,5 μm , respectivamente. No entanto, Amaral (1997) obteve uma menor variação entre valores mínimos e máximos do diâmetro desses dinoflagelados (7,9 μm a 26,2 μm .)

A variação observada nas dimensões das zooxantelas pode estar relacionada com aspectos específicos de cada hospedeiro (Costa 2001, Costa e Amaral 2002), como também das adaptações das espécies às diferentes condições onde são encontradas, principalmente condições fóticas (Costa C. 2006), além das linhagens de zooxantelas distintas que podem existir dentro do hospedeiro (Baker 2001; Baker e Rowan 1997)

Comparando os resultados obtidos para as zooxantelas da espécie estudada, observa-se uma maior similaridade ao diâmetro médio encontrado para espécies pertencentes ao grupo dos escleractínios.

Costa C. (2006) constatou que as zooxantelas presentes no coral *S. stellata* se distribuem regularmente ao longo de todo o tecido do hospedeiro, não havendo diferença na densidade, índice mitótico e diâmetro das zooxantelas quando diferentes partes de uma mesma colônia são comparadas. Desse modo, a análise de zooxantelas pode ser realizada a partir de uma amostragem retirada de qualquer local (bordas ou centro) do hospedeiro. No entanto, para corais ramificados, Wilkerson *et al.* (1998) observaram que existem diferenças significativas no diâmetro e índice mitótico das zooxantelas obtidas no topo e na base dos ramos.

Levando em consideração a observação feita para os corais ramificados e tendo em vista que o hidróide calcário em estudo, *Millepora alcicornis*, é caracterizado por ser um cnidário ramificado, todas as amostras foram retiradas das ramificações apicais, a fim de minimizar possíveis erros durante as análises. Não se sabe exatamente a porção de onde foi retirado o tecido para análise da microbiota nos trabalhos de Amaral (1997) e Amaral e Costa (1998). Caso os mesmos tenham sido retirados de porções diferentes aos realizados no presente

trabalho, diferenças no diâmetro celular desses microssimbiontes poderiam ser explicadas.

A maior parte da produção primária nos ambientes recifais se deve às zooxantelas, que apresentam um alto padrão fotossintético quando associadas a seus hospedeiros (Scott e Jitts, 1977). Diferenças no conteúdo fotossintético desses dinoflagelados podem acarretar uma variação na sua capacidade de fotossíntese (Gil-Turnes e Corredor, 1981).

Os pigmentos fotossintetizantes das zooxantelas apresentam relação com as condições ambientais. Desse modo, sob condições de baixa intensidade luminosa, há o aumento do conteúdo de clorofila e outros pigmentos presentes nessas microalgas (Titlyanov, 1981).

Comparado a concentração de clorofila-a das zooxantelas de *M. alcicornis* com as dos escleractínios, estudados por Costa (2001), *Mussismilia hispida*, *Mussismilia harttii* e *Siderastrea stellata*, observa-se uma maior similaridade em relação ao último hospedeiro. A média anual de clorofila para esse coral foi menor que para os demais. No entanto, as zooxantelas presentes no hidróide calcário estudado apresentam uma grande concentração de outros pigmentos fotossintetizantes.

Costa *et al.* (2004a) observaram uma maior concentração de clorofila-a durante o período seco, assim como observado nesse estudo. Segundo estes autores, a baixa concentração fotossintética durante o período chuvoso pode estar relacionada à grande turbidez da água.

O carbono é assimilado pelas zooxantelas durante a fotossíntese, cuja intensidade depende da intensidade da luz ativa. Já o nitrogênio é assimilado da água de duas maneiras: da água do mar que o cerca ou na forma de sais de amônia (Leletkin, 2000). O crescimento dos hospedeiros e suas zooxantelas requerem uma quantidade de carbono e nitrogênio em pelo menos a mesma proporção que eles são acumulados em seus tecidos (Leletkin, 2000).

O conteúdo de carbono e nitrogênio e a sua relação têm sido estimados para diversos organismos planctônicos, inclusive para dinoflagelados. Menden-Deuer e Lessard (2000) estudaram o biovolume de dinoflagelados, diatomáceas e outros protistas planctônicos e observou que uma pequena variação na densidade de carbono entre dinoflagelados tecados e fotossintetizantes e dinoflagelados atecados e heterotróficos, com menores valores para esse último grupo. No entanto, a relação C:N apresentou-se similar para os dinoflagelados e outros protistas planctônicos. A relação C:N obtida para as zooxantelas de *M. alcicornis* apresentou uma média de 5,27 com pequenas variações durante o ciclo estudado. Essa relação foi similar aos índices obtidos para os dinoflagelados planctônicos fototróficos e heterotróficos, principalmente para as espécies *Glenodinium foliaceum* (fototrófica) e *Oxyrrhis marina* (heterotrófica), cujos índices médios foram 5,26 e 5,27, respectivamente.

Outros microssimbiontes, além das zooxantelas, têm sido encontrados em associação a cnidários e outros animais bênticos (Trench, 1993; Wild *et al.*, 2004, Costa *et al.*, 2001b, 2004a). Essa relação ocorre inclusive em protozoários loricados oligotriquídeos (Sassi *et al.*, 1989). No entanto, ainda não se sabe claramente qual o papel dessa relação entre esses organismos e seus hospedeiros. Mas a quantidade desses epibiontes presentes nos corais e em zoantídeos é superior a quantidade que foi encontrada em *M. alcicornis*.

Eloy (2005) apresenta duas hipóteses para a explicação da presença desses outros microssimbiontes associados a cnidários. A primeira é que esses organismos são membros permanentes da microbiota desses cnidários, e a segunda, é que a presença desses organismos é casuística, na qual os mesmos representam exemplares que habitualmente vivem na massa d'água, mas que foram capturados pelo muco dos cnidários.

Se a segunda hipótese levantada por Eloy (2005) for verdadeira, tal característica pode ocorrer devido à suspensão do muco secretado

pelos escleractínios e zoantídeos, capturando esses microorganismos, assim como substâncias fundamentais para a sua nutrição. Nos hidróides calcários, a nutrição não é realizada a partir da secreção do muco, e sim, pela captura de organismos através dos dactilozóides e a sua ingestão pelos gastrozoóides (Kruijf, 1975; Hetzel e Castro, 1994).

Nos escleractínios, o muco juntamente com a sua camada epitelial basal e nematocistos formam a primeira linha de defesa do animal. Tal substância atua como uma barreira física que limita a entrada de microorganismos e protege a integridade do epitélio (Jatkar, 2008). Uma grande diversidade de microorganismos é encontrada aderida a camada superficial do muco. Alguns desempenham um importante papel na nutrição e resistência a doenças em corais saudáveis (Rosenberg et al. 2007). Estudos têm demonstrado que uma alta percentagem das bactérias que colonizam a camada mucosa de corais rígidos produz antibióticos, sugerindo que as bactérias associadas a corais inibem a invasão de patógenos e contribuem ativamente para a resistência a doenças infecciosas (Ritchie, 2006).

As colônias de *M. alcicornis* mostraram uma diferença expressiva na quantidade de microssimbiontes encontrados em espécimes coletados em um único mês. Desse modo, o estudo da variação sazonal desses microssimbiontes como o que usualmente é realizado para as zooxantelas, torna-se inapropriado, visto que o desvio padrão muitas vezes é maior que a própria média. Tal fato evidencia que a presença desses organismos pode estar relacionada muito mais com as características do hospedeiro, do que com as condições do meio.

Muitos desses organismos não estão necessariamente envolvidos em uma relação simbiótica do tipo mutualística, como ocorre com as zooxantelas. Alguns deles podem estar associados a esses organismos, de forma oportunista, agindo como estrategistas-r, recebendo condições favoráveis para sua sobrevivência (Costa *et al.*, 2004a). Segundo, Piyakarnchana *et al.* (1986) esse pode ser o caso das diatomáceas associadas aos corais, que se caracteriza como um grupo muito

frequente e abundante. As diatomáceas foram maioria entre os microssimbiontes encontrados nas colônias de *M. alcicornis* estudadas, corroborando assim com os dados de Eloy (2005) para o zoantídeo *P. caribbaeorum*.

A microbiota associada às colônias de *M. alcicornis* foi considerada bem diversificada. O mesmo foi observado por Costa *et al.*, 2004a e Costa 2006 no coral *Siderastrea stellata* e Eloy, no zoantídeo *Palythoa caribbaeorum*. Além de diatomáceas, outros microssimbiontes também foram encontrados, embora em quantidades bem menores. Além disso, as microalgas em sua maioria foram encontradas em um bom estado fisiológico, como aqueles encontrados no zoantídeo *P. caribbaeorum* nos estudos de Eloy (2005). Essa observação é realizada com base no estado em que os plastos dessas algas foram encontrados: íntegros e bem consistentes. A presença desses organismos em um cnidário tão tóxico pode estar relacionada com a associação de epibiose, desse modo essas microalgas encontram-se presentes nesses hidróides calcários para obter vantagens dos mesmos, não proporcionando benefício algum em troca.

O monitoramento dos recifes de corais tem se tornado uma prática bastante frequente nos estudos de conservação desses ambientes. Para isso, varias técnicas são utilizadas para obtenção desses resultados. Uma delas é o estudo dos microssimbiontes associados a esses indivíduos, com base na sua densidade e conteúdo de clorofila, como foi realizado no presente estudo. Outras técnicas também têm sido frequentemente utilizadas em diferentes partes do globo, entre elas: a observação das colônias a partir do senso visual ao longo de transectos e quadrados (Rogers *et al.*, 1983; Dutra, 2000; Francini-Filho *et al.*, 2008), a utilização de vídeos transectos (Rogers e Miller, 2001), o registro do ambiente em estudo a partir de fotografias (Francini-Filho *et al.*, 2008) e técnicas bastante dispendiosas, como o sensoriamento remoto (Dustan *et al.*, 2000).

Métodos baseados apenas na observação da coloração de corais tendem a ser muitos subjetivos, o que pode ocasionar algumas influências na interpretação desses dados (Siebeck *et al.*, 2006). Devido a tais problemas, deve-se, preferencialmente, adotar procedimentos que permitam uma maior precisão na interpretação desses resultados. Desse modo, os dados de coloração da colônia de *Millepora alcicornis* obtidos a partir do registro de colônias, analisados a partir do *Coral Health Chart*, baseado nas cores atuais dos corais branqueados e saudáveis (Siebeck *et al.*, 2006), é considerado um método bastante interessante por não ser invasivo, e por permitir que qualquer pessoa: cientistas, turistas e até mesmo crianças em idade escolar participem do monitoramento desses ambientes (CoralWatch <http://www.coralwatch.org/>).

Estudos realizados por Siebeck *et al.* (2006), mostraram que cada tonalidade presente nesse cartão corresponde a uma concentração de zooxantelas presentes no hospedeiro. E que mudanças na escala de duas ou mais unidades refletem uma alteração na densidade de simbiontes e de seu conteúdo de clorofila (Siebeck *et al.*, 2006).

Fabricius (2006) também utilizou esse método, em laboratório, para quantificar a pigmentação das colônias de *Acropora millepora*. Em seu estudo, ele relata que a coloração escura pode variar muito, mesmo dentro de cada espécie. Em um recife com águas claras, as colônias apresentaram uma pigmentação mais clara, enquanto que em recifes com águas mais turvas, as colônias encontradas tinham tonalidade mais escura. Tais dados sugerem diferentes concentrações de pigmentos em colônias de águas claras e escuras, possivelmente em decorrência da necessidade de fotoadaptação às condições do meio para garantir a maior eficiência fotossintética possível.

Outros trabalhos também têm utilizado o *Coral Health Chart* e conseguido bons resultados. Entre eles, estão os trabalhos de: Smith e Birkeland (2007) que analisaram a coloração dos corais do gênero *Porites* mantidos às elevadas temperaturas e diferentes níveis de

irradiação; e Frisch *et al.* (2007) que utilizaram esse método para verificação de mudanças na coloração do coral *Pocillopora damicornis* diante da exposição ao cravo-da-índia, anestésico utilizado para capturar peixes demersais em ambientes recifais.

Em regiões temperadas, observa-se a presença de quatro estações bem definidas: primavera, verão, outono e inverno. Mas a área estudada localiza-se na região tropical onde essas quatro estações não são bem definidas. O clima local apresenta apenas duas estações bem marcadas: o período seco, que abrange a primavera e o verão, e o período chuvoso, que engloba o outono e o inverno. Assim, a região está fortemente influenciada por mudanças entre o regime seco (Período de Verão) e o chuvoso (Período de Inverno), e entre os dois um momento de quebra nessa ritimicidade que ocorre quando chegam as primeiras chuvas (Período de Pré-Chuvas). A propósito, as condições de saúde das colônias de *M. alcicornis* monitoradas nesses três períodos mostraram alterações bastante visíveis em seu padrão de coloração, evidenciando que realmente a chegada das primeiras chuvas age como fator de estresse sobre a espécie estudada, reduzindo a sua imunidade e tornando-a susceptível ao branqueamento e/ou ao aparecimento de doenças.

Williams e Bunkley-Williams (1990); Fitt e Warner, (1995); Fitt *et al.* (2000) e Franklin *et al.* (2006), também observaram mudanças que levaram ao branqueamento das colônias de corais durante esse período denominado por eles como pós-verão. Costa C. (2006) e Leão *et al.* (2008) também registraram a ocorrência desse fenômeno na Paraíba e na Bahia, respectivamente, durante esse período.

Costa C. (2006) constatou que o comportamento inicial do branqueamento no escleractínio *Siderastrea stellata*, nos recifes costeiros do Cabo Branco, ocorria na maioria dos casos a partir da borda da colônia.

Durante todos os períodos de monitoramento efetuados em Picãozinho com o hidróide calcário *Millepora alcicornis* (PS, PC e PPC)

foram observadas colônias apresentando porções branqueadas: base, centro e ápice, sendo os dois primeiros tipos os mais freqüentes. Mas o branqueamento iniciado a partir do ápice das colônias foi mais frequente durante o Período de Pré-Chuvas (PPC), em colônias com forma mais compacta e ramificações curtas e arredondadas, e que estavam localizadas no topo da plataforma recifal. Desse modo, pode-se concluir que tal fato ocorre devido às colônias estarem localizadas onde há uma maior exposição à radiação solar.

A maioria das porções branqueadas apresentou uma área menor que 25% em todos os períodos. No entanto, áreas branqueadas maiores que 25% apresentaram um número bem maior durante o PPC, quando também foi registrada uma grande quantidade de colônias apresentando as tonalidades mais claras (D1 e D2) do *Coral Health Chart*.

O branqueamento dos cnidários zooxantelados é definido por muitos autores como a perda de seus dinoflagelados simbiotes em resposta ao estresse sofrido devido a mudanças climáticas. Esse fato é bem considerado por diversos autores (Glynn, 1993; Brown 1997, Fitt *et al.* 2000; Douglas, 2003), apesar de que neste caso, nenhuma correlação significativa foi encontrada entre os parâmetros das zooxantelas estudadas e as variações dos fatores ambientais que usualmente provocam essas alterações em colônias saudáveis como, por exemplo, a temperatura, a salinidade, e a quantidade de material em suspensão.

Presume-se assim, que mais de um fator atuam conjuntamente provocando estresses ao animal. O efeito sinérgico de vários fatores resulta em danos aos tecidos ou alteração de funções, produzindo sintomas fisiológicos ou microscópicos visíveis. Por esse motivo, o fenômeno de branqueamento encaixa-se precisamente na definição de doença.

Doenças de corais são uma das principais causas do declínio que estes organismos vêm sofrendo nas últimas décadas (Dustan, 1999,

Porter *et al.*, 2001). Há relatos de epizooticos para várias espécies de corais. Essas doenças estão associadas à patógenos, como bactérias, cianobactérias, fungos e protistas e também a fatores estressantes abióticos, como temperatura elevada da água do mar, sedimentação, eutrofização, e poluição (Sutherland *et al.*, 2004).

A correlação entre a elevação da temperatura da água marinha e uma doença infecciosa pode ser o resultado do aumento da sensibilidade do hospedeiro ao patógeno, aumento na virulência do patógeno, aumento na frequência de transmissão via um vetor, ou alguma combinação dos três fatores (Rosenberg e Ben-Haim, 2002). Corais e outros invertebrados utilizam mecanismos imunes inatos, como barreiras físico-químicas e celulares e defesas humorais contra patógenos (Sutherland *et al.* 2004).

Algumas das lesões presentes na base das colônias estudadas no presente trabalho eram semelhantes à doença White Plague II, ocasionada pelo patógeno *Aurantimonas coralicida*. Esta doença é encontrada tanto nos recifes do Caribe como também do Indo-Pacífico, que afeta a porção basal do animal, semelhante ao que foi registrado durante o monitoramento de algumas colônias de *Millepora alcicornis*, realizado nesse estudo.

No Caribe, essa doença foi registrada afetando a espécie *Millepora alcicornis* (Garzón-Ferreira *et al.*, 2001; Sutherland *et al.*, 2004), além de anomalias no esqueleto (Sutherland *et al.*, 2004). Para outras espécies de *Millepora* também foram registradas doenças ocasionadas por fungos (Bruckner, 2002).

No presente trabalho, também foram registradas, durante o mês de março de 2009 (PPC), duas colônias apresentando lesões semelhantes aos sintomas da doença White pox. Essa doença tem sido observada ao longo de todo o Caribe (Porter *et al.*, 2001), no entanto há registros apenas para a espécie *Acropora palmata*. É causada pela enterobactéria fecal *Serratia marcescens* (Patterson *et al.*, 2002), um membro comum da microbiota intestinal humana. São caracterizadas

por manchas brancas distintas de forma irregular de esqueleto recentemente exposto, rodeado por uma frente necrótica de tecido vivo pigmentado (Sutherland *et al.*, 2004).

Durante o período chuvoso, colônias apresentando estrias de coloração branca ao longo da sua superfície foram visualizadas em maior número. Esse comportamento se deve ao fato de que durante esse período, as colônias começam a se recuperar das mudanças acometidas pelo branqueamento e retomam a sua coloração natural.

As lesões ocasionadas pelo branqueamento e por algumas doenças podem ser regeneradas dependendo da duração e da severidade desses eventos. No entanto, essas áreas tornam-se bastante vulneráveis ao crescimento excessivo de algas, doenças e organismos de recifes que perfuram o esqueleto, ocasionando o enfraquecimento de suas estruturas (Westmacott *et al.*, 2000) e até a morte do indivíduo (Riegl e Velimirov, 1991).

O crescimento dessas algas pode frequentemente ser considerado como uma síndrome de danos secundária, uma vez que se sabe que algas colonizam prontamente partes mortas de colônias de corais (Riegl e Velimirov, 1991). À medida que o tecido destes animais é coberto por algas, mudanças na coloração ocorrem rapidamente: de branco, devido ao fenômeno do branqueamento, a um marrom acinzentado opaco, provenientes do assentamento dessas algas (Westmacott *et al.*, 2000). Essas mudanças podem ser tão severas quanto aquelas causadas por doenças, eutrofização ou pesca excessiva (Diaz-Pulido e McCook, 2002). Essas algas também são capazes de crescer excessivamente sobre tecido vivo de corais, embora esse comportamento seja restrito a poucos táxons (McCook *et al.*, 2001).

Durante o monitoramento realizado nesse trabalho, o assentamento dessas algas pôde ser acompanhado mensalmente em colônias de *Millepora alcicornis*. Primeiro, surgiu o aparecimento de sinais de branqueamento em alguns pontos dessas colônias e a partir daí as porções afetadas foram sendo recobertas por algas

gradativamente. No entanto, também foi observada a colonização dessas algas em partes do tecido onde não havia presença de anomalias, como também em áreas onde houve a quebra de partes do hidróide e o tecido encontrava-se exposto.

Além da colonização por algas, o estudo também mostrou que outros organismos também competiam com a espécie estudada: como ascídias, zoantídeos e outros organismos. Segundo Jackson e Buss (1975), o espaço é o recurso limitante mais importante para a sobrevivência de animais que vivem em substrato duro de ambientes marinhos. Desse modo, organismos marinhos sésseis exibem numerosos mecanismos para competir por espaço, entre os quais se incluem padrões estruturais e de crescimento que reduzem ou atrasam o crescimento excessivo, baixa suscetibilidade a recrutamento epizooico ("incrustamento"), comportamento agressivo (ex.: respostas quando organismos se alimentam dos corais), crescimento e suscetibilidade diferencial a perturbações.

Apesar da toxicidade da espécie estudada, já discutida anteriormente, o presente estudo também registrou a presença de cicatrizes em *M. alcicornis* provenientes da predação de outros organismos, assim como nos estudos de Young (1986) nessa mesma área de estudo. Esses predadores raspam as algas epizóicas presentes na superfície desse animal e acabam ocasionando lesões ao deixarem exposto o tecido desses indivíduos. Estas áreas tornam-se um substrato propício para a colonização por algas filamentosas (Diaz-Pulido e McCook, 2002), além de promover a entrada de larvas no esqueleto do animal (Garcia *et al.*, 2008).

Muitos organismos se refugiam em cnidários ramificados contra predadores (Caley e St. John, 1996). Essa epifauna também pode ser encontrada no hidróide calcário *M. alcicornis*, no entanto a diversidade destes é menor que a encontrada em escleractínios (Castro *et al.*, 2006). Dentre os organismos encontrados destacam-se várias espécies de ofiuros (Hendler *et al.*, 1995) e crustáceos decápodos (Gore y Abele,

1976; Castro *et al.*, 2006; Garcia *et al.*, 2008). Segundo Castro *et al.* (2006) essa baixa diversidade em relação aos corais pode ocorrer devido aos potentes nematocistos presentes em *Millepora*, que repelem estes organismos.

O sistema de defesa desse cnidário apresenta uma grande importância ecológica, pois o mesmo repele quimicamente predadores, parasitas e outros organismos que possam lhes ocasionar danos. Essa defesa funciona como uma potente arma adaptativa que possibilita o sucesso da espécie na colonização dos ambientes recifais. Entretanto, essas colônias são susceptíveis às mudanças ambientais que alteram os parâmetros das suas zooxantelas e as tornam vulneráveis ao branqueamento e outras doenças, como foi demonstrado nesse trabalho.

8. Conclusão

- O regime de chuvas que atua nos recifes costeiros de Picãozinho exerce particular influência sobre o comportamento sazonal da salinidade, mas não tem ação direta sobre outras variáveis ambientais, como oxigênio dissolvido e material em suspensão;
- A temperatura da água apresenta pequena amplitude anual de variação e segue o comportamento sazonal do regime de chuvas.
- Do ponto de vista do oxigênio dissolvido, o ambiente mostrou-se sempre supersaturado, sugerindo que a ação de processos físicos outros, além da fotossíntese das algas em geral e das zooxantelas em particular, tem grande importância na oxigenação da massa d'água local.
- O comportamento anual observado para os valores de material em suspensão sugere que forças hidrodinâmicas podem estar relacionadas às variações mensais observadas.
- Os parâmetros das zooxantelas de *M. alcicornis* estudados apresentaram diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso, indicando que mudanças no regime de chuvas exercem grande influência no ciclo anual desses simbiossomas.
- O período de chuvas se mostra mais favorável à reprodução das zooxantelas, visto que nessa época foram maiores os valores dos índices mitóticos.
- O período de seca se mostra mais favorável ao aumento de densidade das zooxantelas e da produção de clorofila-a, visto que os resultados dessas variáveis foram maiores nessa época do ano.
- A relação C/N das zooxantelas de *M. alcicornis* apresentou similaridade às encontradas para os dinoflagelados planctônicos fototróficos e heterotróficos, principalmente para as espécies *G. foliaceum* e *O. marina*, respectivamente.

- Os dados observados para a relação C/N indicam que altas variações nos biovolumes celulares produzem pequenas variações nos valores dessa relação, sugerindo grande estabilidade intracelular ao longo do período estudado.
- Além das zooxantelas, outros microssimbiontes também foram encontrados associados a *M. alcicornis*, dentre eles: diatomáceas, cianobactérias, foraminíferos, nemátodos e microcrustáceos. As diatomáceas, entretanto, foram as mais abundantes, correspondendo a 96% do total observado.
- As colônias de *M. alcicornis* mostraram diferenças acentuadas entre si nas quantidades de microssimbiontes em um único mês. Tal fato evidencia que a presença desses organismos pode estar relacionada muito mais com as características do hospedeiro, do que com as condições do meio.
- A chegada das primeiras chuvas age como fator de estresse sobre a espécie estudada, reduzindo a sua imunidade e tornando-as susceptíveis ao branqueamento e/ou ao aparecimento de doenças.
- Algumas colônias da espécie estudada apresentaram sintomas de doenças típicas de corais caribenhos, como a *White plague II* e a *White pox*.

9. Referências

- Acosta, A. (2001) Disease in Zoanthids: dynamics in space and time. *Hydrobiologia*, 460: 113–130.
- Addy, J. H. (2007) Red Sea Coral Contact Dermatitis. 2007. *Int. J. Dermatol.*, 30(4): 271 – 273.
- Amaral, F. D. (1991) Variação morfológicas dos esqueletos de *Montastrea cavernosa* (Linnaeus, 1767) e *Favia gravida* Verril, 1868 (Cnidaria, Scleractinia). Dissertação (Mestrado em Zoologia), Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ. 120p.
- Amaral, F. D. (1994) Morphological variation in the reef coral *Montastrea cavernosa* (Linnaeus, 1767) in Brazil. *Coral Reefs*, 13: 113-117.
- Amaral, F. D. (1995) Formas de crescimento de *Millepora* spp. do Brasil (Cnidaria, Hydrozoa), *In: Resumos do X Encontro de Zoologia do Nordeste*. João Pessoa-PB, p 3.
- Amaral, F. D. (1997) Milleporidae (Cnidaria, Hydrozoa) do Litoral Brasileiro. Tese (Doutorado em Zoologia), Universidade de São Paulo, São Paulo-SP. 204p.
- Amaral, F. D. e Chamixaes, C. B. C. C. (1996) Zooxantelas de hidrocorais (Cnidária, Hydrozoa) do litoral pernambucano. *In: Resumos do XXI Congresso Brasileiro de Zoologia*. Porto Alegre-RS, p 10.
- Amaral, F. D. e Costa, C. F. (1998) Zooxantelas dos hidrocorais *Millepora alcicornis* e *Millepora braziliensis* e dos corais *Favia gravida*

e *Siderastrea stellata* de Pernambuco. Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE., 26(1): 123-133.

Amaral F. D., Silva R. S., Mauricio-da-Silva L. e Sole-Cava A. M. (1997) Molecular systematics of *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 and *M. braziliensis* Verrill, 1868 (Hydrozoa: Milleporidae) from Brazil. In: Proc 8th Int. Coral Reef Symp., (2): 1577–1580.

Amaral, F. D., Broadhurst, M. K., Cairns, S. D. e Schlenz, E. (2002a) Skeletal morphometry of *Millepora* occurring in Brazil, including a previously undescribed species. In: Proc of the Biological Society of Washington, 115(3): 681-695.

Amaral, F. D., Hudson, M. M. e Coura, M. F. (2002b) Levantamento preliminar dos corais e hidrocorais do Parque Estadual Marinho do Parcel do Manuel Luiz (MA). In: XIII Simpósio de Biologia Marinha. São Sebastião – SP, p 13.

Amaral, F. D., Steiner, A. Q., Broadhurst, M. K. e Cairns, S. D. (2008) An overview of the shallow-water calcified hydroids from Brazil. (Hydrozoa: Cnidaria), including the description of a new species. Zootaxa, 1930: 56–68.

Arar, J. A. e Collins, G. B. (1992) Method 445.0- *In vitro* determination of chlorophyll a and pheophytin a in marine and freshwater phytoplankton by fluorescence. In: USEPA Methods for determination of chemical substances in marine and estuarine environmental sample, p 1-2.

Araújo, P. G. (2002) Rodofíceas da área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Rio Tinto, Paraíba. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB. 131p.

- Baghdasarian, G. e Muscatine, L. (2000) Preferential expulsion of dividing algal cells as a mechanism for regulating algal-cnidarian symbiosis. *Biol. Bull.*, 199: 278-286.
- Baker, R. (2001) Reef corals bleach to survive change. Brief communications. *Nature*, 411: 765-766.
- Baker, A. C. e Rowan, R. (1997) Diversity of symbiotic dinoflagellates (zooxanthellae) in scleractinian corals of the Caribbean and Eastern Pacific. *In: Proc. 8th. Int. Coral Reef Symp.*, 2: 1295-1300.
- Banaszack, A. T., Ayala-Shiaffino, N., Rodríguez- Román, A., Enríquez, S. e Iglesias-Prieto, R. (2003) Response of *Millepora alcicornis* (Milleporina: Milleporidae) to two bleaching events at Puerto Morelos reef Mexican Caribbean. *Rev. Biol. Trop.*, 51(6): 57-66.
- Batista, J, H. A. J. (2006) Diversidade e aspectos bio-ecológicos de *Amphipoda gamaridea* (Crustacea – Malacostraca) do fital *Halimeda opuntia* (Clorophyta – Udotaceae) no litoral paraibano. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB. 55p.
- Branner, J. C. (1904) The stone reefs of Brazil, their geological and geographical relations, with a chapter on the coral Reefs. *Bull. Museum of Comparative Zoology, Geological Series*, (7): 1-285.
- Brown, B. E. (1997) Coral bleaching: causes and consequences. *Coral Reefs*, 16: 129-138.
- Bruckner, A. W. (2002) Priorities for effective management of coral diseases. Disponível em: <http://www.nmfs.noaa.gov/habitat/ead/ecosysdocs/ManagementPrioritiesforCoralDiseases.pdf>, acesso em 05 de maio de 2009.

- Calder, D. R. e Mañal, E. M. (1998) Dry season distribution of hydroids in a small tropical estuary, Pernambuco, Brazil. *Zool. Verh. Leiden*, 323: 69-78.
- Caley, M. J. e St. John, J. (1996) Refuge availability structures assemblages of tropical reef fishes. *J. Anim. Ecol.*, 65: 414-428.
- Castro, C. B. e Pires, D. O. (2001) Brazilian coral reefs: what we already know and what is still missing. *Bull. Mar. Sci.*, 69(2): 357-371.
- Castro, C. B. e Segal, B. (2001) The itacolomis: large and unexplored reefs at the arrival point of the first Europeans in Brazil. *Coral Reefs*, 20: 18.
- Castro, S. C., Monroy L. M. e Solano, O. D. (2006) Estructura de la comunidad epifaunal asociada a colonias de vida libre del Hidrocoral *Millepora alcicornis* Linnaeus 1758 en Bahía Portete, Caribe colombiano, *In: Boletín de investigaciones marinas y costeras*, 35: 195-206.
- Carricart-Ganivet, J. P. e Beltrán-Torres, A. U. (1993) Zooxanthellae and chlorophyll a responses in the scleractinian coral *Montastrea cavernosa* at Triangulos-W Reef, Campeche Bank, Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 41(3): 491-494.
- Chamixaes, C. B. C. C. e Amaral, F. D. (1995) Microflora e fauna associada ao hidrocoral *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 (Cnidária, Hydrozoa). *In: Resumos da XIX Reunião Nordestina de Botânica. Recife-PE*, p 128-129.
- CoralWatch (2009) Disponível em: <http://www.coralwatch.org/>. Acesso em 13 de junho de 2009.
- Cordeiro, C. A. M. M. (2009) Estrutura da comunidade de peixes dos recifes do litoral sul de João Pessoa. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB. 70p.

- Costa, C. F. (1998) Zooxantelas de algumas espécies de corais (Cnidaria, Scleractinia) da Praia de Gaibu e da praia de Tamandaré – PE. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE. 66p.
- Costa, C. F. (2001) 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-PB. 90p.
- Costa, C. F. (2006) Estudo eco-fisiológico e molecular dos dinoflagelados simbiontes de *Siderastrea stellata* Verrill, 1868 (Cnidaria, Scleractinia) dos recifes costeiros da Praia do Cabo Branco, Paraíba – Brasil. Tese (Doutorado em Zoologia), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB. 156p.
- Costa, C. F. e Amaral, F. D. (2002) Density and size differences in zooxanthellae from five reef-building coral species from Brazil. *In*: Proc. 9th Int. Coral Reef Symp., (1): 159-162.
- Costa, C. F. e Sassi, R. (2008) Evidências de branqueamento e doenças em corais escleractínios nos recifes costeiros da Paraíba, Brasil. *In*: Trabalhos do III Congresso Brasileiro de Oceanografia e I Congresso Ibero-Americano de Oceanografia. Fortaleza : AOCEANO Associação Brasileira de Oceanografia, p 1-3.
- Costa, C. F., Amaral, F. D. e Sassi, R. (2001a) Branqueamento em *Siderastrea stellata* (Cnidaria, Scleractinia) da Praia de Gaibu - Pernambuco, Brasil. *Rev. Nordestina Biol.*, 15(1): 15-22.
- Costa, C. F., Amaral, F. D., Sassi, R. e Eskinazi-Leça, E. (2001b) Some diatoms attached to Scleractinian Corals from Northeast Brazil. *Rev. Nordestina Biol.*, 15(1): 23-30.

- Costa, C. F.; Coutinho, C. S.; Sassi, R. e Brito, A. C. L. (2004a) Microsymbionts of *Siderastrea stellata* (Cnidaria, Scleractinia) in coastal reefs of Cabo Branco, State of Paraíba, Northeastern, Brazil. *Tropical Oceanogr.*, 32(2): 173-181.
- Costa, C. F.; Sassi, R. e Amaral, F. D. (2004b) Population density and photosynthetic pigment content in symbiotic dinoflagellates in the Brazilian scleractinian coral *Montastrea cavernosa* (Linnaeus, 1767). *Brazilian J. Oceanog.*, 52(2): 1-7.
- Costa, C. F.; Sassi, R. e Amaral, F. D. (2005) Annual cycle of symbiotic dinoflagellates from three species of scleractinian corals from coastal reefs of northeastern Brazil. *Coral Reefs*, 24: 191-193.
- Costa, C. F., Sassi, R., Costa, M. A. e Brito, A. C. L. 2007. Recifes costeiros da Paraíba, Brasil: usos, impactos e necessidades de manejo no contexto da sustentabilidade. *Gaia Scientia*, 1(1): 37-45.
- Costa, C. F.; Sassi, R., Gorlach-Lira, K. 2008a. Uma abordagem metodológica para o estudo das zooxantelas de corais do Brasil. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 21: 8394.
- Costa, M. A. J. 2006. O fital como instrumento gerador de parâmetros indicadores da influencia do turismo em ambientes recifais. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB. 87p.
- Cupp, E. E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. *Bul. Scripps Inst. Oceanogr. Univ. Calif.*, 5: 1-236, pls 1 – 05.
- Diaz-Pulido, G. e McCook, L. J. 2002. The fate of bleached corals: patterns and dynamics of algal recruitment *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 232: 115–128.

- Douglas, A. E. 2003. Coral bleaching – how and why? *Marine Pollution Bulletin*, 46: 385 – 392.
- Drew, E. A., 1972. The biology and physiology of alga-invertebrate symbiosis. II. The density of symbiotic alga cells in a number of hermatypic corals and alcyonarians from various depths. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 9: 71-75.
- Dustan, P. 1979. Distribution of zooxanthellae and photosynthetic chloroplast pigments of the reef-building coral *Montastraea annularis* Ellis and Solander in relation to depth on a west indian coral reef. *Bull. Mar. Sci.*, 29(1): 79-95.
- Dustan, P. 1999. Coral reefs under stress: sources of mortality in the Florida Keys. *Nat. Res. Forum*, 23: 147–155.
- Dustan, P., Chakrabarti, S. e Alling, A. 2000. Mapping and monitoring the health and vitality of coral reefs from satellite: a biospheric approach. *Life Support Biosph. Sci.*, 7: 149–159.
- Dutra, L. X. C. 2000. Branqueamento de corais hermatípicos, no litoral norte da Bahia, associado ao evento El Niño/98. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas), Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA. 78p.
- Dutra, L. X. C. 2003. Os efeitos do aporte de sedimento na vitalidade dos recifes de corais de Abrolho, Bahia. Dissertação (Mestrado em Geologia). Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA. 84p.
- Echeverría, C. A., Pires, D. O., Medeiros, M. S. e Castro, C. B. 1997. Cnidarians of the Atol das Rocas, Brazil. *In: Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.*, Panama. 1: 443-446.
- Edler, L. 1979. Recommendations on methods for marine biological studies in the Baltic Sea, Phytoplankton and Chlorophyll. *The Baltic Mar. Biol. Publ.*, 5: 1–38.

- Edmunds, P. J. 1999. The role of colony morphology and substratum inclination in the success of *Millepora alcicornis* on shallow coral reefs. *Coral Reefs*, 18: 133–140.
- Eloy, C. C. 2005. Estudo da microbiota simbiote de *Palythoa caribbaerum* (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. 100p.
- Eston, V. R., Migotto, A. E., Oliveira Filho, E. C., Rodrigues, S. A. e Freitas, J. C. 1986. Vertical distribution of benthic marine organisms on rocky coasts of the Fernando de Noronha Archipelago (Brazil). *Bolm. Inst. Oceanogr.*, 34: 37-53.
- Fabricius, K. E. 2006. Effects of irradiance, flow, and colony pigmentation on the temperature microenvironment around corals: Implications for coral bleaching? *Limnol. Oceanogr.*, 51(1): 30–37.
- Fagoonee, I., Wilson, H. B., Hassel, M. P. e Turner, J. F. 1999. The dynamic of zooxanthellae populations: a long-term study in the field. *Science*, 283: 843-845.
- Fensome, R. A., Taylor, F. J R., Norris, G., Sargent, W. A. S., Wharton, D. I. e Williams, G. L. 1993. A classification of living and fossil dinoflagellates. *Micropaleontology*, Special Publ. n°7.
- Fernandes de Carvalho, F. A. 1983. Bionomia bêmica do complexo recifal no litoral do Estado da Paraíba, com ênfase nas macrófitas. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo-SP. 184p.
- Fitt, W. K. 2000. Cellular growth of host and symbiont in a cnidarians-zooxanthellar symbiosis. *Biol. Bull.*, 198: 110-120.

- Fitt, W. K. e Warner, M. E. 1995. Bleaching patterns of four species of Caribbean Reef Corals Biol. Bull., 189: 298-307.
- Fitt, W. K., Spero, H. J., Halas, J., White, M. W. e Porter, J. W. 1993. Recovery of the coral *Montastrea annularis* in the Florida keys after the 1987 Caribbean “Bleaching event”. Coral Reefs, 12: 57-64.
- Fitt, W. K., McFarland, F. K., Warner, M. E. e Chilcoat, G. C. 2000. Seasonal patterns of tissue biomass and densities of symbiotic dinoflagellates in reef corals and relation to coral bleaching. Limnol. Oceanogr., 45 (3): 677-685.
- Francini-Filho, R. B., Moura, R. L., Thompson, F. L., Reis, R. M., Kaufman, L., Kikuchi, R. K. P. e Leão, Z. M. A. N. 2008. Diseases leading to accelerated decline of reef corals in the largest South Atlantic reef complex (Abrolhos Bank, eastern Brazil). Marine Pollution Bulletin, 56: 1008–1014.
- Franklin, D. J., Cedrés, C. M. M. e Hoegh-Guldberg. O. 2006. Increased mortality and photoinhibition in the symbiotic dinoflagellates of the Indo-Pacific coral *Stylophora pistillata* (Esper) after summer bleaching. Marine Biology, 149: 633–642.
- Frisch, A. J., Ulstrup, K. E. e Hobbs, J. P. A. 2007. The effects of clove oil on coral: An experimental evaluation using *Pocillopora damicornis* (Linnaeus) Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 345: 101-109.
- Gama, P. B. 2003. Aspectos ecológicos e biológicos de esponjas e de ascícias da região de entre-maré da Praia do Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba, Brasil. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB. 130p.

- Garcia, T. M., Matthews-Cascon, H. e Franklin-Junior, W. 2008. Macrofauna associated with branching fire coral *Millepora alcicornis* (Cnidaria: Hydrozoa). *Thalassas*, 24(1): 11-19.
- Garzón-Ferreira, J., Gil-Agudelo, D. L., Barrios, L. M. e Zea, S. 2001. Stony coral diseases observed in southwestern Caribbean reefs. *Hydrobiologia*, 460: 65-69.
- Gil-Turnes, S. e Corredor, J. 1981. Studies of photosynthetic pigments of zooxanthellae in Caribbean hermatypic corals. *In: Proc 4th Int. Coral Reef Symp.*, 2: 51-54.
- Glynn, P. W. 1993. Coral reef bleaching: ecological perspectives. *Coral Reefs*, 12: 1-17.
- Gore, R. H. e Abele, L. G. 1976. Shallow water porcelanid crabs from the Pacific coast of Panama and adjacent Caribbean waters (Crustacea: Anomura: Porcellanidae). *Smith. Contrib. Zool.*, 237: 1-30.
- Goreau, T. J. e Hayes, R. L. 1994. Coral bleaching and ocean hotspots. *Ambio*, 23(3): 176-180.
- Hartt, C. F. 1869. The cruise of the Abrolhos. *Amer. Natur.* 2: 85-93.
- Hasle, G. R. e Fryxell, G. A. 1970. Diatoms: cleaning and mounthing for light and electron microscopy. *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, 89(4): 469-474.
- Hendey, N. I. 1964. An introductory account of the smaller algae of Bristish coastal water, Part V, Bacillariophyceae (diatoms). *Fish. Invest. Ser. IV. H. M. S. O., London.* 317p.
- Hendler, G., Miller, J. E., Dawson, D. L. e Kier, P. M. 1995. Sea stars, sea urchins and allies: Echinoderms of Florida and the Caribbean. *Smithsonian Institution Press*, 390p.

- Hetzel, B. e Castro, C. B. 1994. Corais do Sul da Bahia. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 202p.
- Hoegh-Guldberg, O. 1999. Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. *Mar. Freshw. Res.*, 50: 839–866.
- Hudson, M. M. 2000. Hidrocorais e corais do Parcel do Manuel Luiz (MA) e corais do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE. 45p.
- Husted, F. 1961-1966. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft Geets e Portig K.G., 920p.
- Husted, F. 1959. Die Kieselalgen: Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft Geets e Portig K.G., 920 p.
- Husted, F. 1930. Die Kieselalgen: Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft Geets & Portig K.G., 920 p.
- Ilarri, M. D. I., Souza, S. A., Medeiros, P. R., Gempel, R. G. e Rosa, I. M. L. 2008. Effects of tourist visitation and supplementary feeding on fish assemblage composition on a tropical reef in the Southwestern Atlantic. *Neotropical Ichthyology*, 6(4): 651-656.
- Jackson, J. B. C. 1977. Competition on marine hard substrata: The adaptive significance of solitary and colonial strategies. *Am. Nat.*, 980: 743-767.

- Jackson, J. B. C. e Buss, L. 1975. Zoology Allelopathy and spatial competition among coral reef invertebrates (species interactions/community structure). *In: Proc. Nat. Acad. Sci. USA.*, 72(12): 5160-5163.
- Jatkar, A. 2008. Mucus Layer Properties and Dynamics in Reef Corals. Tese de PhD, Newcastle University, Inglaterra. 179p.
- Kaplan, E. H. 1982. A field guied to coral reefs Caribbean and Florida. Houghton Miffing Company, Boston. 289p.
- Karako-Lampert, S., Katcoff, D. J., Achituv, Y. Dubinsky, Z. e Stambler, N. 2004. Do clades of symbiotic dinoflagellates in scleractian corals of the Gulf of Eliat (Red Sea) differ from those of other coral reefs? 2004. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 311: 301-314.
- Kawaguti, S. 1944. On the physiology of reef corals. VIII. Zooxanthellae of the reef corals is *Gymnodinium* sp., Dinoflagellata; its culture in vitro. *Palao Trop. Biol.*, 2: 675-679.
- Kelmo, F. e De Santa-Isabel, L. M. 1998. The athecatae hydroids (Cnidaria, Hydrozoa) from Northern Bahía, Brazil. *Rev. Biol. Trop.*, 46 (supl.5): 61-72.
- Kikuchi¹, R. K. P., Leão, Z. M. A. N., Oliveira, M. D. M., Dutra, L. X. C. e Cruz, I. C. 2003. Branqueamento de corais nos recifes da Bahia associado aos efeitos do El Niño 2003. *In: II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa.*
- Kingie III, R. A. e Chee, G. S. 1979. The effect of different zooxanthellae on the growth of experimentally reinfected hosts. *Biol. Bull.*, 156: 315 – 327.

- Kruijf, H. A. M. 1975. General morphology and behaviour of gastrozooids and dactylozooids in two species of *Millepora* (Milleporina, Coelenterata). *Mar. Behav. Physiol.*, 3: 181-192.
- Kushmaro, A., Rosemberg, E., Fine, M. e Loya, Y. et al.: 1997. Bleaching of the coral *Oculina patagonica* by *Vibrio* AK- 1. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 147: 159-165.
- Laborel, J. 1969a. Madreporaires et hydrocoralliaires récifaux dès cotes brésiliennes. systematique, écologie, répartition verticale et géographique. *In: XXXVI Campagnes de la Calypso au large dès côtes Atlantiques de l'Amérique du Sud (1961-1962). Résultats scientifiques des campagnes de la "Calypso", fascicule IX, 229p.*
- Laborel, J. 1969b. Les peuplements de madréporaires des côtes tropicales du Brésil. *Annales de l'Université d'Abidjan. Serie E – II, fascicule 3, 260p.*
- Laborel, J. 1970. Madreporaires et hydrocoralliaires récifaux des cotes brésiliennes. *Rés. Sci. Camp. Calypso*, 9 (25): 171-229.
- LaJeunesse, T. C. 2001. Investigating the biodiversity, ecology, and phylogeny of endosymbiotic dinoflagellate in the genus *Symbiodinium* using the internal transcribed spacer region: in search of a "specie" level marker. *J. Phycol.*, 37: 866-80.
- LaJeunesse, T. C. 2005. "Species" radiations of symbiotic dinoflagellates in the Atlantic and Indo-Pacific since the Miocene-Pliocene transition. *Mol. Biol. Evol.*, 22: 570-81.
- LaJeunesse, T. C., Loh, W. K. W., van Woesik, R., Hoegh-Guldberg, O., Schmidit, G. W. e Fitt, W. K. 2003. Low symbiont diversity in southern Great Barrier Reef corals, relative to those of Caribbean. *Limnol. Oceanogr.* 48 (5), 2046-2054.

- LaJeunesse, T. C., Bhagooli, R., Hidaka, M., deVantier, L., Done, T., Schimidt, G. W., Fitt, W. K. e Hoegh-Guldberg, O. 2004a. Closely related *Symbiodinium* spp. Differ in relative dominance in coral reef host communities across environmental, latitudinal and biogeographic gradients. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 284: 147-161.
- LaJeunesse, T. C., Thornhill, D. J., Cox, E. F., Stanton, F. G., Fitt, W. K. e Schmidt, G. W. 2004b. High diversity and host specificity observed among symbiotic dinoflagellates in reef coral communities from Hawaii. *Coral Reefs*, 23: 596-603.
- LaJeunesse, T. C., Lambert, G., Andersen, R. A., Coffroth, M. A. e Glbraith, D. W. 2005 *Symbiodinium* (Pyrrhophyta) genome sizes (DNA Content) are smallest among dinoflagellates. *J. Phycol.*, 41: 880-886.
- Leão, Z. M. A. N. 1986. Guia para identificação dos corais do Brasil. Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geociência. Instituto de Geociencias. Universidade Federal da Bahia. 186p.
- Leão, Z. M. A. N. 1999. Abrolhos – o complexo recifal mais extenso do Oceano Atlântico Sul. Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Disponível em: <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio090/sitio090.htm>, acesso em 11 de janeiro de 2007.
- Leão, Z. M. A. N. e Dominguez, J. M. L. 2000. Tropical Coast of Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 41, (1-6): 112-122.
- Leão, Z. M. A. N., Kikuchi, R. K. P. e Testa, V. 2003. Corals and Coral Reefs of Brazil. In: J. Cortês (Ed.) *Latin America Coral Reefs*. Elsevier Publisher, Amsterdam, p 1-17.
- Leão, Z. M. A. N., Kikuchi, R. K. P. e Oliveira, M. D. M. 2008. Branqueamento de corais nos recifes da Bahia e sua relação com

eventos de anomalias térmicas nas águas superficiais do oceano. *Biota Neotrop.*, 8 (3), Jul./Set. 2008.

Leletkin, V. A. 2000. Trophic Status and Population Density of Zooxanthellae in Hermatypic Corals. *Russian Journal of Marine Biology*, 26 (4): 231-240.

Lesser, M. P., Mazel, C., Phinne, Y. D. e Yentsch, C. S. 2000. Light absorption and utilization by colonies of the congeneric hermatypic corals *Montastrea faveolata* and *Montastrea cavernosa*. *Limnol. Oceanogr.*, 45 (1): 76-86.

Lewis, J. B. 1989. The ecology of *Millepora*. *Coral Reefs*, 8: 99-107.

Lewis, J. B. 1991. Testing the coral fragment size dependent survivorship hypothesis in the calcareous hydrozoan *Millepora complanata*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 70: 101-104.

Lewis, J. B. 2006. Biology and ecology of the hidrocoral *Millepora* on coral reefs. *Adv. Mar. Biol.*, 50: 1-55.

Marsh, J. A. 1970. Primary productivity of reef-building calcareous red algae. *Ecology*, 51 (2): 255-263.

Maida, M. e Ferreira, B. P. 1997. Coral reefs of Brazil: an overview. *In Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.*, 1: 263-274.

Martins, G. J. M. 2007. O impacto do turismo sobre a composição e estrutura do fitobentos de recifes do litoral Paraibano, Nordeste do Brasil. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB. 35p.

Martins, I. Z. 2009. O uso do AHP no planejamento ambiental em Picãozinho, PB. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB. 51p.

- McCook, L. J., Jompa, J. e Diaz-Pulido, G. 2001. Competition between corals and algal on coral reefs a review of evidence and mechanisms. *Coral Reefs*, 19: 400-417.
- Medeiros, P. R., Gempel, R. G., Souza, A. T., Ilarri, M. I. e Sampaio, C. L. S. 2007. Effects of recreation activities on the fish assemblage structure in a northeastern Brazilian reef. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 2 (3): 288 – 300.
- Melo, R. S. 2006. Planejamento turístico – recreativo dos ambientes recifais das praias do Seixas, Penha e Arraial (PB). Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 79p.
- Menden-Deuer, S. e Lessard, E. J. 2000. Carbon to volume relationships for dinoflagellates, diatoms, and other protist plankton. *Limnol. Oceanogr.*, 45 (3): 569–579.
- Migotto, A. E., 1997. Anthozoan bleaching on the southeastern coast of Brazil in the summer of 1994. Intern. Conference on Coelenterate Biology, 6. Leeuwenhorst, 1995. *In: Proceedings ICCB*, p 329-335.
- Morberg, F. e Folke, C. 1999. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecol. Econ.*, 29: 215-233.
- Muller-Parker, G. e D'Elia, C. F. 1997. Interactions between corals and their symbiotic algae. Chapter 5 *In: Life and death of coral reefs*. Birkeland, C. (ed.) Chapman e Hall, New York, 535p.
- Muscatine, L. 1974. Endosymbiosis of cnidarians and algae. *In: Muscatine, L. e Lenhoff, H. M. (Eds.) Coelenterate Biology. Reviews and new perspectives*, Academic Press, New York, p 359-389.
- Obura, D., Fenner, D., Hoeksema, B., Devantier, L. e Sheppard, C. 2008. *Millepora alvicornis*. *In: IUCN 2009. IUCN Red List of*

Threatened Species. Version 2009.1. <www.iucnredlist.org>. Acessado em 30 de junho de 2009.

- Oigman-Pszczol, S. S., Marcia A. de O. Figueiredo, M. A. O. e Creed, J. C. 2004. Distribution of Benthic Communities on the Tropical Rocky Subtidal of Armação dos Búzios, Southeastern Brazil. *Marine Ecology*, 25 (3): 173–190.
- Olenina, I., Hajdu, S., Edler, L., Andersson, A., Wasmund, N., Busch, S., Göbel, J., Gromisz, S., Huseby, S., Huttunen, M., Jaanus, A., Kokkonen, P., Ledaine, I. e Niemkiewicz, E. 2006. Biovolumes and size-classes of phytoplankton in the Baltic Sea HELCOM Balt. Sea Environ. Proc., n° 106, 144p.
- Oliveira, M. D. M., Leão, Z. M. A. N. e Kikuchi, R. K. P. 2008. Cultivo de *Millepora alcicornis* como uma ferramenta para Restauração e Manejo dos Ecossistemas Recifais do Nordeste do Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada*. 8 (2):183-201.
- Pacobahyba, L. D. 1992. Diatomáceas (Bacillariophyceae) epífita na fanerogama marinha *Halodule wrightii* Aschers, coletada no ambiente costeiro de Itamaracá – PE. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE. 140p.
- Patterson K. L., Porter J. W., Ritchie K. B., Polson S. W., Mueller E, Peters E. C., Santavy D. L. e Smith G. W. 2002. The etiology of white pox a lethal disease of the Caribbean Elkhorn coral *Acropora palmata*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 99: 8725–8730.
- Pendleton, L. H. 1995. Valuing coral reef protection. *Ocean Coastal Manag*, 26 (2): 119-131.
- Peragallo, H. e Peragallo, M. 1897/1908. Diatomée marine de France et desdistricts maritimes voisine. Amsterdam: J. Tempere, 491p.

- Pires, D. O., Castro, C. B., Migotto, A. E. e Marques, A. C. 1992. Cnidários bentônicos do Arquipélago de Fernando de Noronha, Brasil. Bolm Mus. nac. Rio de Janeiro, Zool., 354: 1- 21.
- Pitombo, F. B., Ratto, C. C. e Belém, M. J. C. 1988. Species diversity and zonation pattern of hermatypic corals at two fringing reefs at Abrolhos Archipelago, Brazil. In: Proc. 6th Int. Coral Reef Symp., Australia, 2: 817-820.
- Piyakarnchana, T., Wissessang, S., Pholpunthin, P., Phadung, Y., Rungsupa, S. 1986. Dinoflagellates and diatoms on the surface of the seven species of corals from the Sichang Islands, the Gulf of Thailand. Galaxea, Okinawa, 5(1): 123-128.
- Pochon, X., LaJeunesse, T. C. e Pawlowski, J. 2004. Biogeographic partitioning and host specialization among foraminiferan dinoflagellate symbionts (*Symbiodinium*; Dinophyta). Mar. Biol., 146:17-27.
- Porter, J. W, Dustan P, Jaap W. C., Patterson K. L., Kosmynin V, Meier O. W., Patterson M. E. e Parsons, M. 2001. Patterns of spread of coral disease in the Florida Keys. Hydrobiologia, 460: 1-24.
- Prasad, G. V., Vincent, L., Hamilton, R. e Lim, K. 2006. Minimal change disease in association with fire coral (*Millepora* species) exposure, Am. J. Kidney Dis., 47: 15-16.
- Prates, A. P. L. 2003. Atlas dos Recifes de Coral nas Unidades de Conservação Brasileiras. 1.ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 180 p.
- Radwan, F. F. 2002. Comparative toxinological and immunological studies on the nematocyst venoms of the Red Sea fire corals *Millepora dichotoma* and *M. platyphylla*. Comparative Biochemistry and Physiology Part C, 131: 323-334.

- Razak, T. B. e Hoeksema, B. W. 2003. The hydrocoral genus *Millepora* in Indonesia. *Zool. Verh. Leiden*, 345, 313-336.
- Ricard, M. 1987. Atlas du phytoplancton marin. Vol 2: Diatomophycées. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris. 297p.
- Riegl, B. e Velimirov, B. 1991. How many damaged corals in Red Sea reef systems? A quantitative survey. *Hydrobiologia*, 216/217: 249-256.
- Ritchie, K. B., 2006. Regulation of microbial populations by coral surface mucus and mucus-associated bacteria. *Marine Ecology Progress Series*, 322:1-14.
- Rocha, L. A., Rosa, I. L. e Rosa, R. S. 1998. Peixes recifais da costa da Paraíba, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, 15 (2): 553-566.
- Rodrigues, F. M. A. 2007. Taxonomia, Biologia reprodutiva e parasitas em *A. armillatus* H. Milne Edwards, 1837 (Crustacea: Decapoda: Caridea), na região de entre-marés da praia do Cabo Branco, Paraíba, Brasil. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB. 115p.
- Rodriguez-Lanetty, M. 2003. Evolving lineages of Symbiodiniumlike dinoflagellates based on ITS1 rDNA. *Mol. Phylogen. Evol.*, 28: 152-168.
- Rogers, C. S. e Miller, J. 2001. Coral bleaching, hurricane damage, and benthic cover on coral reefs in St. John, US Virgin Islands: a comparison of surveys with the chain transect method and videography. *Bull. Mar. Sci.*, 69 (2): 459-470.
- Rogers, C. S., Gilnack, M. e Fitz, H. C. 1983. Monitoring of Coral Reefs with linear transects: a study of storm damage. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 66: 285-300.

- Rosa, R., Rosa, I. L. e Rocha, L. A. 1997. Diversidade da ictiofauna de poças de maré da praia do Cabo Branco, João Pessoa, PB, Brasil. *Rev. Bra. Zool.*, 14: 201-212.
- Rosenberg, E. e Ben-Haim, Y., 2002. Microbial diseases of corals and global warming. *Environmental Microbiology*, 4: 318–326.
- Rosenberg, E., Koren, O., Reshef, L., Efrony, R. e Zilber-Rosenberg, I. 2007. The role of microorganisms in coral health, disease and evolution. *Nat. Rev. Microbiol.*, 5 (5): 355-62.
- Rowan, R. e Knowton, N. 1995. Intraspecific diversity and ecological zonation in coral-algal symbiosis. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 92: 2850-2853.
- Rowan, R. e Powers, D. A. 1991. Molecular genetic identification of symbiotic dinoflagellates (zooxanthellae). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 71: 65-73.
- Rowan, R. e Powers, D. A. 1992. Ribosomal RNA sequences and the diversity of symbiotic dinoflagellates (Zooxanthellae). *Proc. Natn, Acad, Sci.*, 89: 3639-3643.
- Rowan, R., Knowton, N., Baker, A. e Jará, J. 1997. Landscape ecology of algal symbionts creates variation in episodes of coral bleaching. *Nature*, 388: 265-269.
- Ruppert, E. E. e Barnes, R. D. 1996. *Zoologia dos Invertebrados*. 6ª edição, São Paulo, Roca. 1179p.
- Santos, M. G. 2003. 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, João Pessoa-PB. 97p.

- Santos, C. L. A., Vital, H., Amaro, V. E. e Kikuchi, R. K. P. 2007. Mapeamento de recifes submersos na costa do Rio Grande do Norte, NE Brasil: Macau e Maracajau. *Revista Brasileira de Geofísica*, 25 (Supl. 1): 27-36.
- Sassi, R. 1987. Fitoplâncton da formação recifal da Ponta dos 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 Ciências), Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo-SP. 163p.
- Sassi, R. e Melo, G. N. 1989. Hyaline Tintinnina (Protozoa-Ciliophora-Oligotrichida) from northeast Brazilian coastal reefs. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, 37 (1): 59-74
- Sassi, R., Kutner, M. B. B. e Moura, G. F. 1988. Studies on the decomposition of drift seaweed from the northeast Brazilian coastal reefs. *Hidrobiologia* 157: 187-192.
- Sassi, R., Kutner, M. B. e Pompeu, M. 1999. First record of the ciliate *Eutitinus apertus* with the attached diatom *Chaetoceros tetrastichon* in neritic waters of southwestern Atlantic. *Ver. Nor. Biol.*, 13 (2): 47-60.
- Scott, B. D. e Jitts, H. R. 1977. Photosynthesis of phytoplankton and zooxanthellae on a coral reef. *Mar. Biol.*, 41: 307-315.
- Shimabukuro, V., Marques, A. C. e Migotto, A. E. 2006. Fauna de hidrozoários atecados (Hydrozoa, Anthoathecata) da costa do Estado do Ceará, Brasil. *Biota Neotropica*, 6 (3): 1-13.
- Siebeck, U. E., Marshall, E. N. J., Klüter, A. e Hoegh-Guldberg, O. 2006. Monitoring coral bleaching using a colour reference card. *Coral Reefs*, 25: 453-460.
- Silva, C. H. T. 2007. Variação espaço-temporal da estrutura da comunidade macrobêntica em recifes do litoral central e sul da

- Paraíba. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB. 76p.
- Silva-Cunha, M. G. G. S. e Eskinazi-Leça, E. 1990. Catálogo de Diatomáceas (Bacillariophyceae) da plataforma continental de Pernambuco. SUDENE – DPG/PRN/PE, UFPE, Recife. 308p.
- Smith, L. W. e Birkeland, C. 2007. Effects of intermittent flow and irradiance level on *Porites* corals at elevated seawater temperatures. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 341 (2): 282-294.
- Sorokin, Y. I. 1993. Coral reef ecology. *Ecological Studies*, 102: 4-28.
- Souter, D. W. e Lindén, O. 2000. The health and future of coral reef systems. *Ocean Coastal Manag.*, 43: 657-688.
- Souza, G. D. C. 2008. Turismo Sustentável Como Alternativa de Desenvolvimento e Conservação do Meio Ambiente em Picãozinho Município de João Pessoa – PB. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB. 130p.
- Souza, G. P. 2009. Microbiota associada aos zoantídeos *Zoanthus sociatus* (Ellis, 1767) e *Protopalythoa variabilis* (Duerden, 1898) (Cnidaria, Zoanthidade) da Praia de Cabo Branco, João Pessoa, PB. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB. 34p.
- Spurgeon, J. P. G. 1992. The economic valuation of coral reefs. *Mar Pollut Bull*, 4 (11): 529-536
- Steiner, A. Q., Eloy, C. C., Amaral, J. R., Amaral, F. M. D. e Sassi, R. 2006. O turismo em áreas de recifes de coral: considerações acerca da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (Estados de Pernambuco e Alagoas). *Revista OLAM Ciência e Tecnologia*, 6(2): 281-296.

- Stimson, J. 1997. The annual cycle of density of zooxanthellae in the tissue of field and laboratory held *Pocillopora damicornis* (Linnaeus). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 214: 35-48.
- Strickland, J. D. H. e Parsons, T. R. 1960. A manual of seawater analysis. *Bulletin of Fish Research Bd. Can.*, 125: 1-187.
- Strickland, J. D. H. e Parsons, T. R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Res. Bd. Can.*, 167: 1-311.
- Sutherland, K. P., Porter, J. W. e Torres, C. 2004. Disease and immunity in Caribbean and Indo-Pacific zooxanthellate corals *Mar Ecol. Prog. Ser.*, 266: 273–302.
- Teixeira, C. e Kutner, M. B. B. 1963. Plankton studies in a mangrove environment. In *First assessment of the standing – stock and principal factors*. *Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo*, 12 (3): 101-124.
- Thompson, F. L., Iida, T. e Swings, J. 2004. Biodiversity of Vibrios. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 68 (3): 403–431.
- Titlyanov, E. A. 1981. Adaptation of reef-building corals to low light intensity. *Proc 4th Int. Coral Reef Symp.*, 2: 39-43.
- Tomas, C. R. 1997. *Identifying marine phytoplankton*. San Diego: Academic Press, 858 p.
- Trench, R. K. 1993. Microalgal-invertebrate symbioses. *In: Taylor, F. J. R., (Ed.) The biological of dinoflagellates, botanical monographs*. Blackwell Scientific publications Oxford, 21: 531-570.
- Trench, R. K. 1997. Diversity os symbiotic dinoflagellates and the evolution os microalgae-invertebrate symbioses. *8th Proc. Int. Coral Reef Symp.*, 2: 1275-1286.

- UNESCO. 1996. Determination of photosynthetic pigments in seawater. *Monographs on Oceanographic Methodology*, UNESCO, Paris, 1:11-18.
- Vago, R., Achituv, Y., Vaky, L., Dubinsky, Z., Kizner, Z. 1998. Colony architecture of *Millepora dichotoma* Forskal. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 224: 225-235.
- Van Oppen, M. J. H., Mahiny A. J., Done T. J. 2005. Geographic distribution of zooxanthella types in three coral species on the Great Barrier Reef sampled after the 2002 bleaching event. *Coral Reefs*, 24: 482-487.
- Vaughan, T. W. e Wells, J. W. 1943. Revision of the suborders, families and genera of the Scleractinia. *Spec. Pap. Geol. Soc. Am.*, 44: 1-63.
- Vuelta, C. B. 2000. A ictiofauna e a presença do turismo no Recife do Picãozinho Paraíba, Brasil. Dissertação (Mestrado em Zoologia) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB. 163p.
- Wahle C. M. 1980. Detection, pursuit, and overgrowth of tropical gorgonians by milleporid Hydrocorals: *Perseus* and *Medusa* revisited. *Science*, 209: 689-691.
- Westmacott, S., Teleki, K., Wells, S., e West, J. M. 2000. Management of Bleached and Severely Damaged Coral Reefs, IUCN, Gland, Switzerland. 36p.
- Wild, C.; Huettel, M., Klueber, A., Kremb, S. G., Rasheed, M. Y. M. e Jorgensen, B. B. 2004. Coral mucus functions as an energy carrier and particle trap in the reef ecosystem. *Letters to Nature*, p. 66-69.
- Wilkerson, F. P., Kobayashi, D. e Muscatine, L. 1988. Mitotic index and size of symbiotic algae in Caribbean Reef corals. *Coral Reefs.*, 7:29-36.

- Wilkinson, C. e Souter, D. 2008. Status of Caribbean coral reefs after bleaching and hurricanes in 2005. Global Coral Reef Monitoring Network – GCRMN. Australian Institute of Marine Science, Townsville, p. 3-13.
- Wilkinson, C., Lauden, O., Cesar, H., Hodgson, G., Rubens, J. e Strong, A. 1999. Ecological and socioeconomic impacts of 1998 coral mortality in the Indian Ocean. An ENSO impact and a warning of future change? *Ambio*, 28(4): 188-196.
- Wilkinson, C. (ed.). 2004. Status of the Coral Reefs of the World: 2004. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Queensland.
- Williams, E. H. Jr. e Bunkley-Williams, L. 1990. The world-wide coral reef bleaching cycle and related sources of coral mortality. *Atoll Res. Bull.*, 335:1-71.
- Work, T. M. e Aeby, G. S. 2006. Systematically describing gross lesions in corals. *Dis. Aquat. Org.*, 70: 155-160.
- Young, P. S. 1984. Análise qualitativa e quantitativa da fauna associada aos corais hermatípicos *Mussismilia hartti*, *M. hispida* e *Siderastrea stellata* (Coelenterata: Scleractinia) nos recifes de João Pessoa, PB. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB. 180p.
- Young, P. S. 1986. Análise qualitativa e quantitativa da fauna associada a corais hermatípicos dos recifes de João Pessoa, PB. *Revista Brasileira de Biologia*, 46 (1): 99-126.
- Xavier, J. H. A. 2009. Uso de micro-habitats pela ictiofauna na área estuarino-recifal da APA Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB. 89p.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)