



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA



Laisa Madureira da Silva

**CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO ECOSSISTEMA RECIFAL DE
TAMANDARÉ (APA COSTA DOS CORAIS): COMUNIDADE
FITOPLANCTÔNICA E VARIÁVEIS HIDROLÓGICAS**

RECIFE

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

LAISA MADUREIRRA DA SILVA

**CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO ECOSSISTEMA RECIFAL DE TAMANDARÉ
(APA COSTA DOS CORAIS): COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA E
VARIÁVEIS HIDROLÓGICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco (PPGO-UFPE), como um dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Oceanografia, Área de concentração: Oceanografia Biológica.

Orientador: **Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa**

Coorientador: **Prof. Dr. Manuel de Jesus Flores-Montes**

RECIFE

2015

Catálogo na fonte

Bibliotecária Maria Luiza de Moura Ferreira, CRB-4 / 1469

S586c Silva, Laisa Madureira da.

Condições ambientais do ecossistema recifal de Tamandaré (APA COSTA DOS CORAIS): comunidade fitoplanctônica e variáveis hidrológicas / Laisa Madureira da Silva. - Recife: O Autor, 2015.

72 folhas, il.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa.

Coorientador: Prof. Dr. Manuel de Jesus Flores-Montes.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-graduação em Oceanografia, 2015.

Inclui Referências.

CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO ECOSISTEMA RECIFAL DE TAMANDARÉ
(APA COSTA DOS CORAIS): COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA E
VARIÁVEIS HIDROLÓGICAS

Laisa Madureira da Silva

Dissertação aprovada no dia 11 de fevereiro de 2015 pela banca examinadora

Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa (Orientador) – Presidente
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

Prof. Dr. Manuel de Jesus Flores Montes (Coorientador)
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

Prof. Dr. José Zanon de Oliveira Passavante – Titular Interno
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

Dr. Marcos Honorato da Silva – Titular Externo
(Universidade Federal de Pernambuco - UFPE)

Profa. Dra. Maria Louise Koenig- Suplente Interno
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

Profa. Dra. Sigrid Neumann-Leitão - Suplente Interno
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

Prof. Dr. Mauro de Melo Júnior – Suplente Externo
(Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por ter me proporcionado esse momento tão feliz, e por ter me dado força para que eu pudesse concluir essa etapa na minha carreira profissional, sem Ele não chegaria até aqui.

Agradeço imensamente a minha família em especial meus pais, minha irmã, minha vó Severina e minha tia Luciene, pelo apoio, carinho e torcida.

Agradeço ao meu namorado Eduardo, por todo amor e carinho a mim dedicado, pela imensa paciência em me acompanhar em coletas, análises e principalmente por compreender desde a época da graduação, as minhas ausências sem se queixar de nada. Eu sei que não é fácil namorar comigo. Te amo!!!

Ao Professor Fernando Feitosa por ter me recebido tão bem em sua equipe, mesmo sem nunca ter me visto antes. Não tenho nem palavras para agradecer todo o apoio, paciência, incentivo e carinho nesses dois anos de parceria.

A querida Professora Dra. Maria Luise Koenig pela dedicação, disponibilidade com que me apresentou o mundo fantástico das microalgas e pelo carinho e amizade que construímos nesse pouco tempo.

Ao coorientador Dr. Manuel de Jesus Flores-Montes pelas valiosas contribuições nesse trabalho.

Aos professores Drs. Maria da Glória Silva-Cunha e Zanon Passavante pela ajuda no melhoramento da dissertação.

Aos professores Marcos Souto, Tereza, Silvio José de Macêdo, Carmem Medeiros pelos ensinamentos oceanográficos.

Ao amigos Drs. Marcos Honorato da Silva e Christiana Grego pelos inúmeros momentos de descontração, imensa contribuição científica, carinho e amizade.

Meus eternos agradecimentos as minhas amigas Nize, Amanda e Marina, pela imensa ajuda em todas as etapas da construção desse trabalho de dissertação, desde as coletas até as correções de referências. É muito bom saber que somos mais que uma equipe de trabalho e que podemos contar umas com as outras para tudo!!! Agradeço também pelos momentos deliciosos que tivemos juntas ao longo desses dois anos.

Aos queridos amigos do Labfito e do departamento Marcelinha, Eveline, Leo, Nani, Andressa, Keylinha, Josi, Lucas Silva, Felipe Gaspar, Bárbara, Renata, Simone Jorge, Simone Lira, Dany Melo, Flávio Almeida, Nathy, Hedy especialmente a Gleice e Lucas Figueiredo pelo carinho, apoio, torcida e amizade!

Não poderia deixar de agradecer aos funcionários e secretários do Departamento de Oceanografia, em especial a Myrna Lins pela enorme paciência e dedicação durante todo o mestrado principalmente no processo de defesa!

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa.

RESUMO

O ecossistema recifal de Tamandaré está localizado no litoral sul de Pernambuco, distando 110 km da capital, Recife, inserida na APA Costa dos Corais, constituindo um dos traços morfológicos mais característicos na plataforma continental interna da região nordeste, denominada de *beachrocks*. Esse sistema, presente na região costeira é fortemente influenciado por fatores sejam eles naturais (incidência de chuvas, descargas dos rios, ventos, ação de ondas), ou antrópicos (pisoteio, turismo, desagues de efluentes). O objetivo principal da presente pesquisa foi avaliar as condições ambientais da área recifal de Tamandaré, através de algumas variáveis ambientais e da composição da comunidade fitoplanctônica. As amostras de água foram coletadas na superfície, em três pontos fixos, no período chuvoso (junho, julho e agosto/2013) e estiagem (outubro, novembro e dezembro/2013), na baixa-mar e preamar, em maré de sizígia. A maioria dos parâmetros hidrológicos analisados, apresentaram diferença sazonal significativa, devido a interferência da pluma dos rios Una, Ilhetas e Mamucabas que alteram a sua vazão de acordo com a incidência de chuvas, aumentando os teores de clorofila *a*, nitrito, nitrato, silicato, material particulado em suspensão, taxa de saturação do oxigênio e profundidade, diminuindo a transparência. De acordo com a ACP, a pluviosidade foi a forçante física que mais influenciou as variáveis ambientais, estando diretamente relacionada com clorofila *a*, MPS, oxigênio dissolvido e nutrientes. A clorofila *a* variou tanto espacial como sazonalmente, havendo maior concentração no período chuvoso e a fração <20µm (pico e nanofitoplâncton) foi a que mais contribuiu para a referida área. A comunidade fitoplanctônica esteve representada por 148 táxons distribuídos entre as divisões Ochrophyta, com 115 táxons identificados, totalizando 77,70%, Dinophyta, com 26 táxons (17,56%), Cyanobacteria com 5 táxons (3,37%) e Chlorophyta com 2 táxons (1,35%). Não houve espécies dominantes, 21 delas foram classificadas como abundantes (14,18%) e 127 como raras perfazendo (85,81%). Quanto à frequência de ocorrência das espécies, 35 táxons foram classificados como muito frequentes registrando 23,65%, 36 espécies como frequentes (24,32%), 38 como pouco frequentes (25,68%) e 39 esporádicas totalizando 26,35%. A maioria das espécies encontradas na área de estudo foram, ticoplanctônica nerítica com 52 táxons (46,84%), seguidas das planctônica nerítica com 27 espécies (24,32%), planctônica oceânica com 23 táxons (20,72%), estuarinas com 4 espécies (3,60%) e dulcícolas com 4 táxons (3,60%). Prevalceu uma alta diversidade específica e equitabilidade. Levando-se em consideração o elevado número de táxons, boa distribuição das espécies

fitoplanctônicas, baixos teores de sais nutrientes, elevada taxa de saturação do oxigênio e baixa concentração clorofila *a* pode-se concluir que a área encontra-se isenta do processo de eutrofização.

Palavras-chave: Comunidade fitoplanctônica. Clorofila *a*. Variáveis ambientais. Sazonalidade.

ABSTRACT

The Tamandaré's reef ecosystem is located on the southern coast of Pernambuco, 110 km far from the capital, Recife. It is inserted in the APA Coral Coast, and is one of the most characteristic morphological features on the inner shelf of the northeastern region, called beachrocks. This coastal ecosystem is heavily influenced by factors, both natural (rainfall, river discharge, winds, action of waves) and anthropogenic (trampling, tourism, effluent discharge). The main objective of this research was to assess the environmental conditions of the reef area Tamandaré through some environmental variables and the composition of the phytoplankton community. The main goal of this research was to assess the environmental conditions of the Tamandaré's reef area through some environmental variables and the composition of the phytoplankton community. Water samples were collected on the surface, in three fixed points in the rainy season (June, July and August/2013) and dry season (October, November and December/2013), at low tide and high tide in spring tide. Most of the analyzed hydrological parameters showed significant seasonal differences, due to the interference of the plume of the Una, Ilhetas and Mamucabas Rivers, altering its flow according to rainfall, increasing the content of chlorophyll a, nitrite, nitrate, silicate, suspended particulate matter, oxygen saturation rate and depth, and decreasing the transparency. According to a PCA, the rainfall was the most influential physical forcing to the environmental variables, and was directly related to chlorophyll a, suspended particulate matter, dissolved oxygen and nutrients. The chlorophyll-a varied both spatially and seasonally, with higher concentration in the rainy season and the fraction $<20\mu\text{m}$ (pico and nanophytoplankton) was the largest contributor in the area. The phytoplankton community was represented by 148 taxa distributed among 4 divisions: the Ochrophyta division, with 115 taxa identified, totaling 77.70%, Dinophyta with 26 taxa (17.56%), Cyanobacteria with 5 taxa (3.37%) and Chlorophyta with 2 taxa (1.35%). There were no dominant species. 21 were classified as abundant (14.18%) and 127 as rare (85.81%). As for the frequency of occurrence of species, 35 taxa were classified as very common (23.65%), 36 species as common (24.32%), 38 as uncommon (25.68%) and 39 sporadic (26.35%). Most of the species found in the study area were neritic picoplankton with 52 taxa (46.84%), followed by the neritic plankton with 27 species (24.32%), oceanic plankton, with 23 taxa (20.72%), estuarine plankton, with 4 species (3.60%) and freshwater plankton, with 4 taxa (3.60%). High specific diversity and equitability prevailed. Considering the high number of taxa, good distribution of phytoplankton

species, low levels of nutrient salts, high oxygen saturation rate and low chlorophyll *a* concentration it was possible to conclude that the area is free of eutrophication.

Keywords: Phytoplankton community. Chlorophyll *a*. Environmental variables. Seasonality.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

Figura 1: Área recifal de Tamandaré contendo os pontos de coleta. Tamandaré, Pernambuco, Brasil. (Fonte: Google Earth, 2014)23

Figura 2: Pluviosidade (mm), correspondente à média mensal de chuvas dos últimos 14 anos (1999-2013) e a média mensal, do ano em que foram realizadas as coletas (2013). (Fonte: Agência Pernambucana de Águas e Climas – APAC, 2014)24

Figura 3: (A) Material Particulado em Suspensão e (B) Taxa de Saturação do Oxigênio, no período chuvoso e de estiagem em ambos estágios de maré, registrados no ecossistema recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil26

Figura 4: (A) Concentrações de clorofila *a* total e (B) clorofila *a* fracionada, no período chuvoso e de estiagem em ambos os estágios de maré, registradas no ecossistema recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil27

Figura 5: Análise de Componentes Principais (ACP) das variáveis ambientais analisadas no ecossistema recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil, para duas componentes principais. (A) Ordenação das variáveis ambientais (Profundidade, pluviometria, concentração, temperatura, salinidade, material particulado em suspensão, N-amoniaco, nitrato, nitrito, fosfato, silicato e clorofila *a*; (B) Ordenação das amostras28

Capítulo II

Figura 1: Área recifal de Tamandaré contendo os pontos de coleta. Tamandaré, Pernambuco, Brasil. (Fonte: Google Earth, 2014)44

Figura 2: Participação relativa dos principais filos do fitoplâncton identificados no ecossistema recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil46

Figura 3: Diversidade (A) e Equitabilidade (B) do fitoplâncton no ecossistema recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil	51
--	----

Figura 4: Análise de agrupamento em relação aos diferentes períodos climáticos no ecossistema recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil	54
--	----

Figura 5: Análise de agrupamento em relação nas diferentes pontos de amostragem no ecossistema recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil	54
---	----

Figura 6: Análise de agrupamento em relação aos diferentes estágios de maré no ecossistema recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil	55
---	----

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1: Variáveis biótica e abiótica nos períodos chuvoso e de estiagem (mínimo, máximo, média, desvio padrão) e o teste ANOVA fatorial com valores de p para os vários tratamentos (sazonais, espaciais e marés), * $p \leq 0,05$	28
--	----

Capítulo II

Tabela 1: Sinopse dos táxons identificados no ecossistema recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil	47
Tabela 2: Ecologia das espécies encontradas no ecossistema recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 Objetivo geral.....	17
2.2 Objetivos específicos	17
3 CAPÍTULO I	19
3.1 RESUMO	19
3.2 ABSTRACT	19
3.3 INTRODUÇÃO	20
3.4 ÁREA DE ESTUDO	21
3.5 MÉTODOS	22
3.6 RESULTADOS	24
3.7 DISCUSSÃO	29
3.8 CONCLUSÕES	34
3.9 REFERÊNCIAS	34
 4 CAPÍTULO II	 40
4.1 RESUMO	40
4.2 ABSTRACT	41
4.3 INTRODUÇÃO	42
4.4 ÁREA DE ESTUDO	43
4.5 MÉTODOS	44
4.6 RESULTADOS	46
4.6.1 Composição taxonômica do fitoplâncton	46
4.6.2 Abundância relativa	50
4.6.3 Frequência de ocorrência	50
4.6.4 Diversidade específica	51
3.6.5 Equitabilidade	51
3.6.6 Ecologia das espécies	52
3.6.7 Análise de agrupamento	53
4.7 DISCUSSÃO	55

4.8 CONCLUSÕES	59
4.9 REFERÊNCIAS	59
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO GERAL

A plataforma continental do estado de Pernambuco está inserida na margem continental nordeste-leste do Brasil, com aproximadamente 187 km de extensão norte-sul, situa-se entre os paralelos de 07°32' e 08°55'30" Lat. Sul e os meridianos 34°49'30" 35°09'30" Long. Oeste, esta dividida em três segmentos perfeitamente identificáveis, denominadas de plataforma interna (até a isóbata de 20m) média (de 20 a 40m) e externa (de 40 a 60m) (COUTINHO, 1976; ARAÚJO *et al.*, 2004).

Apresenta, na sua quase totalidade, reduzida largura (média de 35 km), pouca profundidade, declive suave, quebra da plataforma entre 50 e 60m, águas relativamente quentes, salinidade elevada e cobertura sedimentar composta por sedimentos terrígenos e carbonáticos biogênicos, sendo banhada pela Corrente do Brasil (MANSO *et al.*, 2004).

A sua largura reduzida pode estar associada com o baixo índice de erosão continental e pequena taxa de sedimentação marinha, enquanto que a pouca profundidade pode ser explicada pela ineficiência de processos marinhos nos últimos períodos geológicos (MANSO *et al.*, 2004).

A plataforma interna tem um dos traços morfológicos mais característicos do litoral nordestino, denominada de *beachrocks*, essas estruturas crescem paralelas à costa, sendo constituídas por bancos de arenito recobertos por corais, algas e moluscos vermetídeos (MAIDA e FERREIRA, 2006), tendo função semelhante recifes de corais presentes no mundo.

Os recifes suportam diversas comunidades com estruturas taxonômicas distintas e padrões de distribuição geográfica (KOHN, 1997), são considerados como o ecossistema mais rico em biodiversidade dos oceanos (BRUCKNER, 2007). Além da diversidade destaca-se o alto índice de produtividade primária, que se deve ao fitoplâncton e ao fitobentos (SOROKIN, 1990).

As microalgas fitoplantônicas estão entre os principais organismos produtores primários de matéria orgânica, tornando-as indispensáveis ao funcionamento dos ecossistemas marinhos, visto que, destes organismos vão depender de forma direta e indireta os demais níveis tróficos (GREGO *et al.*, 2009; REYNOLDS, 2006; BEHRENFELD *et al.*, 2006; STEINACHER *et al.*, 2009), sendo responsáveis por cerca

de 95% da produção de matéria orgânica dos oceanos (NYBAKKEN, 2001) e liberando oxigênio para o mar e atmosfera.

A produção primária está sempre em dependência dos efeitos sinérgicos dos fatores meteorológicos, físicos, químicos e biológicos que limitam ou estimulam a atividade dos organismos planctônicos clorofilados, indicando seu estado trófico. Em regiões costeiras a produção do fitoplâncton é mais elevada, pois esses organismos se desenvolvem em função das contribuições continentais, sendo caracterizadas como eutróficas e mesotróficas, ocorrendo uma redução da mesma em direção a zona oceânica, que apresenta-se como oligotróficas (PASSAVANTE e FEITOSA, 2004).

Através de estudos sobre produtividade primária e clorofila *a* pode-se quantificar, o estado fisiológico do fitoplâncton, tornando esses parâmetros indispensáveis para os casos de monitoramento ambiental (SMITH, 2007).

Os organismos que compõem a comunidade fitoplanctônica podem apresentar características distintas em função das condições ambientais. Devido a sua fisiologia, algumas espécies se desenvolvem melhor em ambientes com altos teores de nutrientes, enquanto que outras preferem zonas com quantidades menores, sendo mundialmente usados como bioindicadores da qualidade da água e de seu estado trófico (ESKINAZI-LEÇA *et al.*, 2004; COELHO *et al.*, 2004; KOENING *et al.*, 2009) tornando-se uma valiosa ferramenta na gestão ambiental das zonas costeiras (PASSAVANTE e FEITOSA, 2004; PEREIRA *et al.*, 2005; CLOERN & JASSBY, 2008).

Organismos fitoplanctônicos também podem ser usados como indicadores de massas d'água (DODGE & MARSHALL, 1994; KOENING *et al.*, 2009), uma vez que ocorrem em latitude e profundidade diferentes. Além disso, microalgas são capazes de absorver o dióxido de carbono presente na água do mar, um dos gases responsáveis pelo efeito estufa. Quanto mais acentuada for a fotossíntese maior será o consumo de CO₂, modulando a temperatura superficial da água do mar (CHISHOLM, 2000), na qual a absorção do carbono pode chegar a absorver 1,8 Gt/ano (HALLEGRAEFF, 2010).

Estudos sobre a comunidade fitoplanctônica da plataforma continental de Pernambuco foram realizados por: Passavante e Eskinazi-Leça (1972); Passavante (1979); Silva (1982); Eskinazi-Leça e Koenig (1985/ 1986); Passavante *et al.*, (1987/89); Moura e Passavante (1994/95); Resurreição (1996); Eskinazi-Leça *et al.*, (1997); Campelo *et al.*, (1999); Medeiros *et al.*, (1999); Moreira-Filho *et al.*, (1999); Koenig e Lira (2005); Chaves *et al.*, (2006); Koenig *et al.*, (2009); Borges *et al.*, (2012); Melo *et al.*, (2013); Cordeiro *et al.*, (2014) e Otsuka *et al.*, (2015).

De acordo com Sorokin (1990) e Sassi *et al.* (1990), os trabalhos sobre a estrutura da comunidade fitoplanctônica em áreas recifais, ainda não são suficientes para avaliar o seu papel no referido sistema. Sendo sugerido pelos autores que haja um maior esforço de trabalho nessa área.

No nordeste do Brasil, pesquisas sobre o fitoplâncton dos sistemas recifais foram desenvolvidos por Moura (1991) na Baía de Tamandaré; Melo Magalhães *et al.*, (1999) em Paripueira (AL); Feitosa e Passavante, (2004) na reserva biológica Atol das Rocas; Costa Jr (2007) no estado da Bahia; Feitosa e Bastos (2007) e Mayal *et al.*, (2009) nos parrachos de Maracajaú (litoral do Rio Grande do Norte); Ferreira *et al.*, (2010) na área recifal de Boa Viagem; Bastos *et al.*, (2011) na Zona Costeira de Ipojuca-PE e no ambiente recifal de Maracaípe; Jales *et al.*, (2013) em Serrambi; Machado *et al.*, (2014) em Porto de Galinhas e Ferreira *et al.*, (2015) no sistema recifal São José da Coroa Grande.

Em Tamandaré, alguns trabalhos já foram realizados sobre a comunidade fitoplanctônica podendo-se destacar em área recifal: Moura e Passavante (1994/1995) e Amancio (2005). Em áreas estuarinas por Losada *et al.*, (2003) e Rosevel da Silva *et al.*, (2005) nos estuários dos rios Ilhetas e Mamucabas; Honorato da Silva *et al.*, (2004) no rio Formoso; Grego *et al.*, (2009) no rio Arinquiná e Aquino *et al.*, (2012) no rio dos Passos. Levando-se em conta a relevância do local (APA Costa dos Corais), o presente trabalho teve como objetivo principal, ampliar os conhecimentos sobre a estrutura da comunidade fitoplanctônica e hidrologia local procurando qualificar a condição ambiental do referido sistema.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral:

- Avaliar as condições ambientais da área recifal de Tamandaré através da estrutura da comunidade fitoplânctônica e variáveis hidrológicas.

2.2 Objetivos específicos:

- Identificar a composição florística, quando possível em menor nível taxonômico específico e infra-específico;

- Determinar, a abundância relativa, frequência de ocorrência, diversidade específica e equitabilidade;
- Avaliar a distribuição espacial e sazonal da biomassa fitoplanctônica nos diferentes estágios de maré;
- Interpretar a comunidade e o ambiente em função dos padrões ecológicos das espécies;
- Analisar as variações sazonal e espacial das variáveis ambientais nos diferentes estágios de maré;
- Correlacionar a clorofila *a* com as variáveis ambientais.

3 CAPÍTULO I:

Efeito da pluviosidade sobre as variáveis ambientais de um recife tropical (Tamandaré-Pernambuco-Brasil)

3.1 RESUMO

As áreas costeiras do nordeste brasileiro, são banhadas por águas mornas, transparentes e com baixos teores de nutrientes dissolvidos, tornando-se dependente da contribuição continental para a elevação da produtividade. A praia de Tamandaré está localizada no litoral sul de Pernambuco, distando 110 km da capital, Recife, inserida na APA Costa dos Corais, encontrando-se em processo de urbanização e intensa atividade turística. O presente estudo teve como objetivo principal, avaliar a influência da pluviosidade e antrópica sobre algumas variáveis ambientais do sistema recifal de Tamandaré. As amostras de água foram coletadas na superfície, em três pontos fixos, no período de chuvoso (junho, julho e agosto/2013) e de estiagem (outubro, novembro e dezembro/2013), na baixa-mar e preamar, em maré de sizígia. A transparência máxima foi de 4,5 m, a temperatura variou entre 26°C e 29°C, salinidade entre 35 e 40, taxa de saturação do oxigênio entre 91.97% e 218.89%. O material particulado em suspensão – MPS, variou de 0.10 a 15.2 mg L⁻¹, a clorofila *a* entre 0.14 e 2.25 mg m⁻³, os nutrientes dissolvidos como N-amoniaco variou de não detectável a 0.25 µmol L⁻¹, o nitrito de não detectável a 0.14 µmol L⁻¹, o nitrato de 1.04 a 5.86 µmol L⁻¹, o fosfato de 0.02 a 0.29 µmol L⁻¹ e o silicato de 1.91 a 20.8 µmol L⁻¹. Os teores de clorofila *a*, nitrito, nitrato, silicato e MPS apresentaram diferença sazonal significativa, com maiores concentrações no período chuvoso. De acordo com a ACP, a pluviosidade foi a forçante física que mais influenciou as variáveis ambientais, estando diretamente relacionada com clorofila *a*, MPS, oxigênio dissolvido e nutrientes. O ecossistema caracterizou-se como raso, com águas claras, oligotróficas e com baixa influência antrópica.

Palavras-chave: *Precipitação pluviométrica, clorofila a, hidrologia, oligotrófico.*

3.2 ABSTRACT

The seashore of Brazilian northeast are bathed in warm, transparent and with low quantities of dissolved nutrients waters, what make them dependent of continental

contribution to elevate their productivity. Tamandare beach is located on the southern seashore of the state of Pernambuco, 110 km from its capital, Recife. This city is part of the Coral Coast Preservation Area, suffers an urbanization process and has intense touristic activity. This study had as main objective to evaluate the rainfall and the anthropic (man induced) influence on some environmental variables of the Tamandare's coral reef system. Water samples were collected on surface, in three fixed points, during the rainy season (June, July and August/2013) and in the dry season (October, November and December/2013), at low and high tide, at spring tide. The higher transparency was 4,5 m, the temperature varied between 26°C and 29°C, the salinity was measured between 35 e 40, and the oxygen saturation rate was between 91.97% and 218.89%. Suspended particulate material (SPM) varied from 0.10 to 15.20 mg L⁻¹, and the chlorophyll-*a* between 0.14 and 2.25 mg m⁻³. Dissolved nutrients as ammonia-N varied from not detectable to 0.25 µmol L⁻¹, nitrite from not detectable to 0.14 µmol L⁻¹, nitrate from 1.04 to 5.86 µmol L⁻¹, phosphate from 0.02 to 0.29 µmol L⁻¹ and silicate from 1.91 to 20.8 µmol L⁻¹. Chlorophyll-*a*, nitrite, nitrate, silicate and SPM levels presented a significant seasonal difference, with higher concentrations during the rainy season. According to ACP, rainfall was the physical factor that mostly influenced the environmental variables, and was directly related to the chlorophyll-*a*, SPM, dissolved oxygen and nutrients. The ecosystem was characterized as shallow, with clear and oligotrophic water, and with low man induced influence.

Additional index words: *Rainfall, chlorophyll-a, hydrology, oligotrophic.*

3.3 INTRODUÇÃO

Os ambientes recifais oferecem uma variedade de bens e serviços às pessoas, fornecendo alimento para as comunidades costeiras servindo de fonte para as suas atividades pesqueiras, suportam o turismo, práticas recreativas e realizam a proteção da linha costeira contra a energia das ondas, diminuindo a erosão marinha (Brander, Beukering, e Cesar, 2007), quase 500 milhões de pessoas (cerca de 8% da população mundial) dependem diretamente desses ambientes (Veron *et al.*, 2009; Wilkinson, 2002).

Além da relevância econômica e social, destaca-se a elevada produtividade primária dos sistemas recifais, essa produção se deve ao fitoplâncton e ao fitobentos que sustentam toda teia trófica pelágica e ainda exporta matéria orgânica dissolvida para as comunidades do local e promovendo consequentemente o desenvolvimento dos demais organismos (Chen *et al.*, 2005; Fitt *et al.*, 2009; Sorokin, 1990).

A comunidade fitoplanctônica, as concentrações da clorofila *a* e a produtividade primária são ferramentas mundialmente usadas para estimar a qualidade da água em ecossistemas costeiros (Otero e Carbery, 2005; Smith, 2007).

A maior incidência de chuvas em uma determinada região tem a capacidade de provocar alterações nos parâmetros hidrológicos como temperatura, salinidade, distribuição dos nutrientes dissolvidos atuando de forma direta na distribuição e desenvolvimento das microalgas planctônicas (Eskinazi-Leça, Koenig, e Silva-Cunha, 2004; Koenig e Macêdo, 1999; Melo *et al.*, 2013).

Devido à proximidade com a costa, sistemas recifais do mundo vem sofrendo com o processo de eutrofização, provocado principalmente pelo input de nutrientes que chegam as zonas costeiras em decorrência da lixiviação do solo e descargas dos rios. A diminuição na qualidade das águas que banham os recifes, provoca uma série de alterações, dentre elas estão a perda da diversidade de corais, o crescimento desordenado das macroalgas e o desequilíbrio ecológico (Brodie *et al.*, 2011).

Diversas pesquisas foram realizados no litoral de Tamandaré, podendo-se citar Moura e Passavante (1994/1995), Maranhão *et al.* (2000), Leão, Kikuchi, e Testa (2003), Amancio (2005), Rosevel da Silva *et al.* (2005), Araújo, Santos, e Costa (2006), Magalhães e Araújo (2006), Steiner *et al.* (2006), Araújo e Costa (2007), Macedo (2009), Feitosa *et al.* (2012) e Vila Nova (2014). Levando-se em conta a relevância do local e a escassez dos estudos com ênfase no fitoplâncton, o presente trabalho teve como objetivo principal, avaliar a influência da pluviosidade e antrópica sobre algumas variáveis ambientais do sistema recifal de Tamandaré.

3.4 ÁREA DE ESTUDO

A praia de Tamandaré encontra-se em um município que recebe o seu nome, localizada no estado de Pernambuco, distando cerca de 110 km ao sul da capital Recife,

sob as coordenadas 8°47'20" S e 35°06'45" W. As formações recifais presentes na referida zona costeira, são constituídas por bancos de arenito recobertos por corais, algas e moluscos vermetídeos. A área do estudo possui uma das mais extensas linhas de recifes (tipo *beachrocks*) da região nordeste, essa formação inicia-se no litoral sul do estado de Pernambuco e se estende até norte de Alagoas, estando inserida dentro Área de Preservação Ambiental Costa dos Corais - APACC, sendo a maior unidade de conservação marinha do Brasil (Maida e Ferreira, 2006).

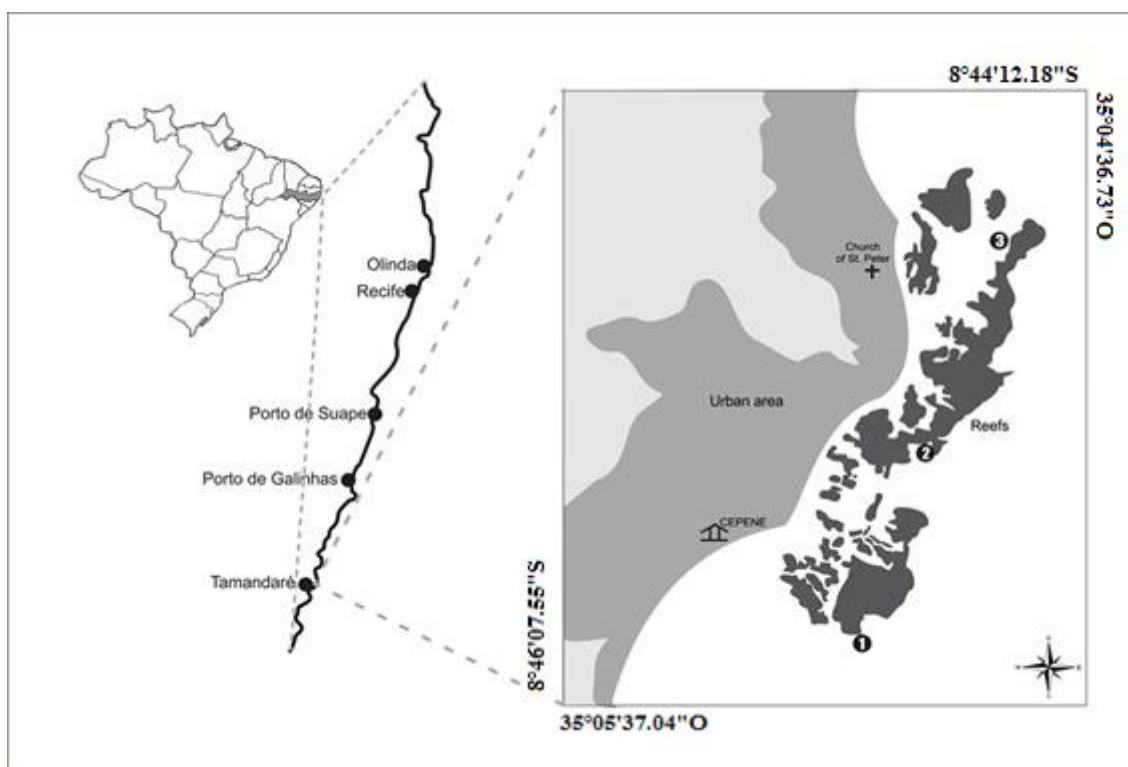
O clima da região é do tipo As' segundo a classificação de Köppen, caracterizado como quente e úmido, com um período chuvoso (março a agosto) e o de estiagem (setembro a fevereiro). Segundo Maida e Ferreira (1997), a temperatura do ar pode chegar a 22 °C no inverno e aos 30°C no verão. A temperatura da água do mar atinge valores de 24°C no período chuvoso a 30.5°C no de estiagem. O maior volume pluviométrico ocorre no mês de julho (~526 mm) e o menor em dezembro (~81 mm). A pluviosidade anual oscila entre 1.850 a 2.364 mm (Torres e Machado, 2011).

3.5 MÉTODOS

As amostras foram coletadas em três pontos fixos, no período chuvoso (junho, julho e agosto) e no de estiagem (outubro, novembro e dezembro) no ano de 2013, na superfície, na baixa-mar e preamar, durante a maré de sizígia.

Foram definidos três pontos de coleta, estabelecidos sobre os recifes, estando paralelos à costa. O ponto 1, localizado na baía de Tamandaré próximo a ilha da barra (8°46'02.42"S e 35°05'42.23"W); o ponto 2 (8°45'05.04"S e 35°05'13.83"W) na porção central e o ponto 3 (8°43'54.77"S e 35°05'08.42"O) em frente à igreja de São Pedro (Figura 1).

Figura 1: Área recifal de Tamandaré contendo os pontos de coleta. Tamandaré, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Google Earth, 2014.

Os dados de pluviosidade foram procedentes da estação meteorológica do Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, situada em Tamandaré e cedidas pela Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC, no ano de 2014 (Figura 2).

Variáveis hidrológicas e Clorofila a

A temperatura da água foi medida por um termômetro com escala entre -10°C a 60°C ; para a salinidade utilizou-se um refratômetro (ATAGO); a profundidade foi aferida com um cabo graduado em metros e um peso na extremidade; a transparência através da leitura do disco de Secchi; a determinação material particulado em suspensão – MPS foi estimado usando o método gravimétrico descrito por Baumgarten, Rocha, e Niencheski (1996); as concentrações de oxigênio dissolvido através da metodologia de Winkler modificado e descrito por Strickland e Parsons (1972); para a taxa de saturação do oxigênio utilizou-se a tabela da UNESCO (1973); os sais nutrientes dissolvidos (N-amoniacal, nitrito, nitrato e fosfato) foram avaliados segundo o método de Strickland e Parsons (1972) e silicato, pelo de Grasshoff, Ehrhant, e Kremling (1983); a clorofila *a* foi quantificada pelo método espectrofométrico da UNESCO (1966), e calculada a partir da fórmula de Parsons e Strickland (1963), sendo os resultados expressos em mg m^{-3} .

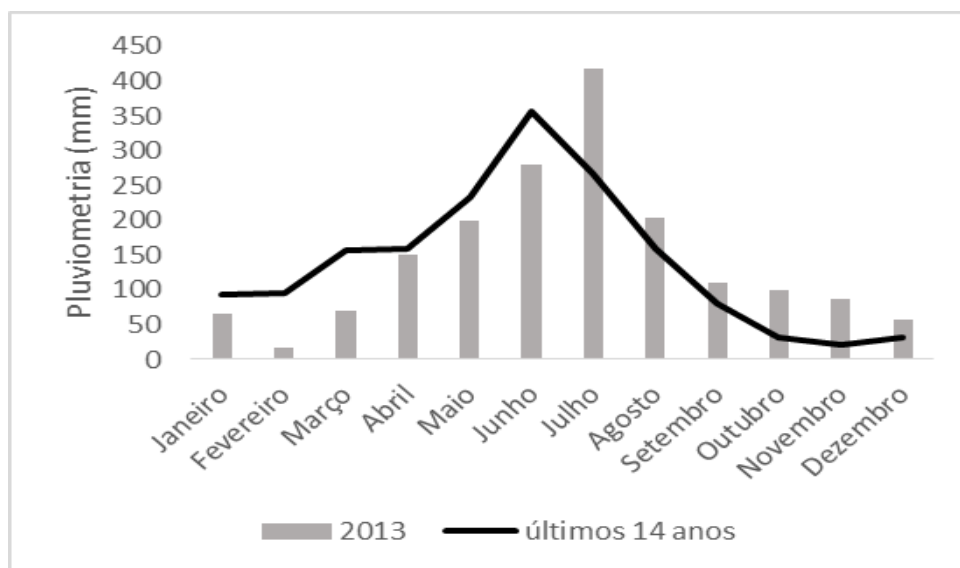
Tratamento estatístico dos dados

Para análise estatística, a homogeneidade dos dados foi testada utilizando o teste de Levene. A normalidade dos dados através do teste de Shapiro-wilk e foi realizado o teste ANOVA fatorial para verificar variações espaciais, sazonais e maré, considerando significativo os valores de $p \leq 0,05$. Para a análise multivariada foi utilizada a Análise de Componentes Principais (ACP), em ambas utilizou-se o programa computacional STATISTIC 6®.

3.6 RESULTADOS

O regime de chuva no período estudado, esteve dentro do padrão observado nos últimos 14 anos. Os meses de julho a dezembro/13 estiveram acima desta média. O volume total de chuva do ano de 2013 foi de 1.756 mm com máximo de 418.20 mm (julho) e mínimo de 16.8 mm (fevereiro). Enquanto que nos últimos 14 anos, foi registrado um total anual de chuvas de 1.687 mm (Figura 2, Tabela 1).

Figura 2: Pluviosidade (mm), correspondente à média mensal de chuvas dos últimos 14 anos (1999-2013) e a média mensal, do ano em que foram realizadas as coletas (2013).



Fonte dos dados: Agência Pernambucana de Águas e Climas – APAC, 2014.

A temperatura da água variou entre 26°C (agosto/baixa-mar) e 29°C (junho/baixa-mar, dezembro/preamar). Apresentando uma amplitude térmica de 3°C entre os períodos estudados. Não houve diferença significativa para este parâmetro (Tabela 1).

A salinidade foi típica de uma região costeira tropical, com valor mínimo de 35 e máximo de 40. A média da estiagem foi 36.97 e de 36.61 no período chuvoso. Não sendo evidenciada diferença significativa para espacialidade, sazonalidade e maré (Tabela 1).

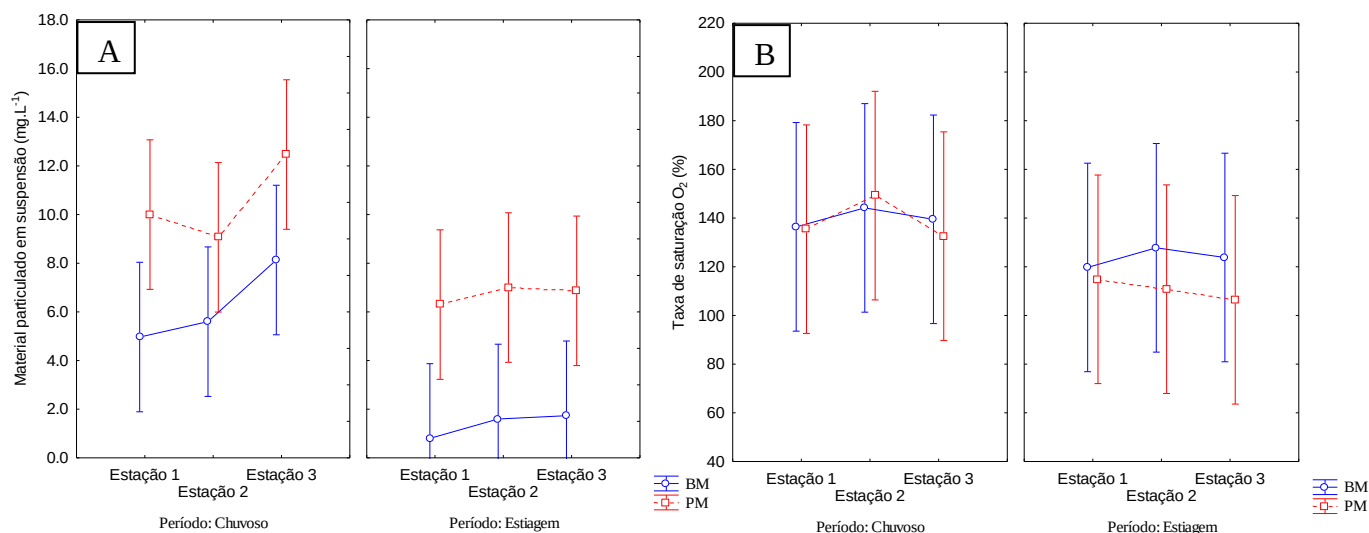
Quanto a profundidade valor mínimo foi registrado no ponto 3 (1.8 m), nos meses de agosto e dezembro na baixa mar e máximo no ponto 2 (8.0 m) em julho em preamar. Foi verificado diferença significativa em relação à espacialidade (sempre maior no ponto 2) e estágio de maré (mais elevado em preamar) (Tabela 1).

A transparência variou de 1.3 m no ponto 3 (junho) e 4.5 m no ponto 1 (dezembro) ambos em preamar (Tabela 1). Em virtude da elevada transparência da água, a leitura do disco de Secchi coincidiu, algumas vezes, com a profundidade local, apresentando variação significativa sazonal (menor no período chuvoso) e espacial.

Os valores de MPS, no período de estiagem oscilaram entre 0.10 mg L⁻¹ no ponto 1 (novembro/baixa-mar) e 8.60 mg L⁻¹ no ponto 2 (dezembro/preamar). Enquanto que no período chuvoso variaram de 0.60 mg L⁻¹ no ponto 1 (junho/baixa-mar) e 15.20 mg L⁻¹ no ponto 3 (agosto/preamar). Este parâmetro mostrou diferença significativa para sazonalidade (maior no período chuvoso) e maré (mais elevado em preamar) (Figura 3a, Tabela 1).

Em relação ao oxigênio dissolvido e a sua taxa de saturação, o menor teor ocorreu no período de estiagem registrando 4.17 ml L⁻¹ e 91.97% no ponto 3 (outubro/baixa-mar). O maior teor foi observado no período chuvoso apresentando 9.81 ml L⁻¹ e 218.89% no ponto 2 (junho/preamar). Não houve diferença significativa para a espacialidade, sazonalidade e estágio de maré (Figura 3b, Tabela 1).

Figura 3: (A) Material Particulado em Suspensão e (B) Taxa de Saturação do Oxigênio, no período chuvoso e de estiagem em ambos estágios de maré, registrados no ecossistema recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil.



As concentrações do N-amoniaco variaram de não detectável a $0.25 \mu\text{mol L}^{-1}$. O maior valor foi de observado no ponto 1 (junho/baixa-mar) (Tabela 1).

Os valores de nitrito variaram de não detectável a $0.14 \mu\text{mol L}^{-1}$. Os menores valores registrados no período de estiagem em ambos estágios de maré e o maior no ponto 1 (julho/baixa-mar) (Tabela 1).

Para o nitrato foram registrados valores de $1.04 \mu\text{mol L}^{-1}$ no ponto 3 (outubro/preamar) a $5.86 \mu\text{mol L}^{-1}$ no ponto 1 (agosto/baixa-mar) (Tabela 1).

As concentrações do fosfato variaram de $0.02 \mu\text{mol L}^{-1}$ no ponto 2 (novembro/preamar) a $0.29 \mu\text{mol L}^{-1}$ no ponto 1 (agosto/baixa-mar) (Tabela 1).

O valor mínimo de silicato foi $1.91 \mu\text{mol L}^{-1}$ no ponto 3, (dezembro/preamar) e máximo $20.8 \mu\text{mol L}^{-1}$ no ponto 3 (julho/baixa-mar) (Tabela 1).

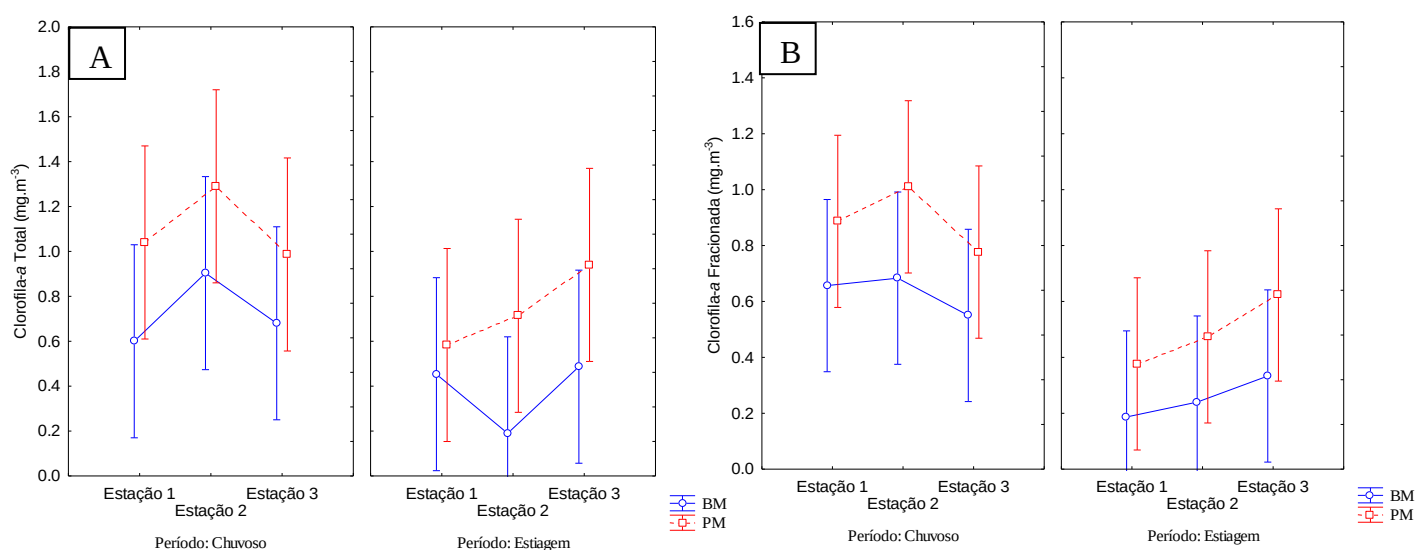
Estatisticamente, o N-amoniaco e o fosfato não apresentaram diferença significativa sazonal, espacial e intermareal. Entretanto, os teores de nitrito, nitrato e silicato variaram significativamente somente em relação à sazonalidade (apresentando valores mais elevados no período chuvoso) (Tabela 1).

A clorofila *a* total variou de 0.14 mg m^{-3} no ponto 2, (novembro/baixa-mar) a 2.25 mg m^{-3} no ponto 2, (junho/preamar). Considerando os períodos analisados verificou-se diferença significativa em relação à sazonalidade e regime de maré (Figura

3a, Tabela 1). As maiores concentrações foram observadas no período chuvoso com média de 0.91 mg m^{-3} e as menores no período de estiagem com média de 0.56 mg m^{-3} (Figura 4a, Tabela 1)

A fração ($<20 \mu\text{m}$) representada pelo pico e nanofitoplâncton registrou valores entre 0.07 mg m^{-3} ponto 1 (dezembro/preamar) e 1.65 mg m^{-3} ponto 2 (junho/preamar). Em 94.45% das amostras analisadas o pico e nanofitoplâncton ($<20 \mu\text{m}$) foi a fração que mais contribuiu com o ecossistema estudado (Figura 4b, Tabela 1).

Figura 4: (A) Concentrações de clorofila *a* total e (B) clorofila *a* fracionada, no período chuvoso e de estiagem em ambos os estágios de maré, registradas no ecossistema recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil.



De acordo com a Análise de Componentes Principais, os dois primeiros componentes explicaram 47,58% da ordenação das variáveis ambientais. O primeiro componente explicou 25,87% correlacionando diretamente o silicato, nitrato, nitrito, profundidade e fósforo e inversamente com a temperatura. A segundo componente explicou 21,72% com correlação direta entre pluviosidade, clorofila *a* e N-amoniacal e indireta com a transparência e a salinidade. Foi observado a formação de dois grupos distintos influenciados pela pluviosidade, sendo um grupo que corresponde as amostras do período chuvoso que tiveram uma maior correlação com o N-amoniacal, nitrato, nitrito, fosfato, silicato, profundidade, clorofila *a* e oxigênio dissolvido. Enquanto o

segundo grupo, referente ao período de estiagem, esteve correlacionado com salinidade, Secchi e a temperatura (Figura 5).

Figura 5: Análise de Componentes Principais (ACP) das variáveis ambientais analisadas no ecossistema recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil, para duas componentes principais. (A) Ordenação das variáveis ambientais (Profundidade, pluvimetria, concentração, temperatura, salinidade, material particulado em suspensão, N-amoniaco, nitrato, nitrito, fosfato, silicato e clorofila *a*; (B) Ordenação das amostras.

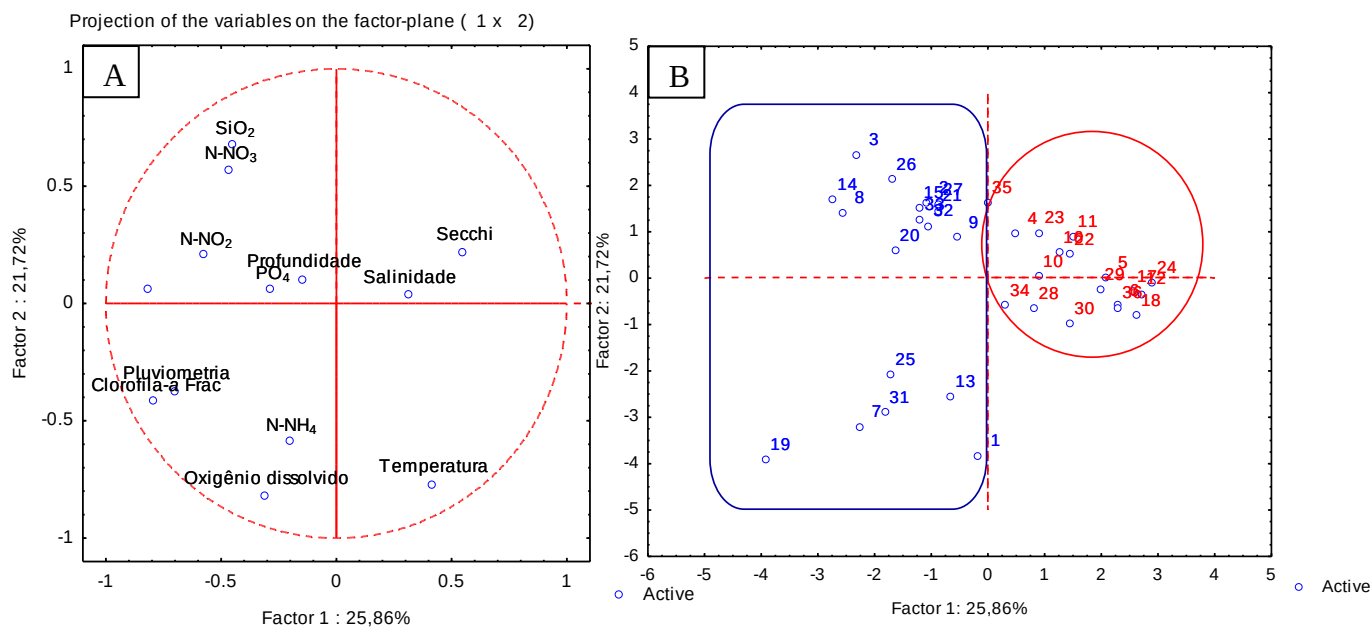


Tabela 1: Variáveis biótica e abiótica nos períodos chuvosos e de estiagem (mínimo, máximo, média e desvio padrão) e o teste ANOVA fatorial com os valores de p para os vários tratamentos (sazonais, espaciais e marés) * $p \leq 0,05$.

Parâmetros	Período de Estiagem		Período Chuvoso		ANOVA Fatorial (p)		
	Max/Min	Média/D.P.	Max/Min	Média/D.P.	Espacial	Sazonal	Maré
Pluviosidade (mm)	100.4/56.8	80.22/±22.29	418.20/202.8	304.4/±109.13	-	-	-
Temperatura (°C)	29/27	27.86/±0.65	29/26	27.27/±1.00	0.945	0.082	0.594
Salinidade	40/35	36.97/±1.59	39/35	36.61/±1.19	0.839	0.485	0.094
Profundidade (m)	6.7/1.8	3.66/±1.26	8/1.8	3.85/±1.45	0.000*	0.474	0.000*
Secchi (m)	4.5/1.8	3.01/±0.73	4/1.3	2.2/±0.74	0.009*	0.000*	0.585
MPS (mg L ⁻¹)	8.6/0.1	4.05/±3.05	15.2/0.6	8.37/±3.83	0.197	0.000*	0.000*
Oxigênio dissolvido (ml L ⁻¹)	6.32/4.17	5.22/±0.68	9.81/4.76	6.29/±1.73	0.857	0.051	0.462
Taxa de Saturação O ₂ (%)	145.91/91.97	117.22/±16.91	218.89/103.85	139.54/±40.36	0.888	0.086	0.491
N-amoniaco (μmol L ⁻¹)	0.10/0.00	0.02/±0.03	0.25/0.00	0.05/±0.06	0.22	0.128	0.141
Nitrito (μmol L ⁻¹)	0.09/0.00	0.03/±0.02	0.14/0.03	0.08/±0.03	0.597	0.000*	0.061
Nitrato (μmol L ⁻¹)	2.85/1.04	1.90/±0.46	5.86/1.34	2.59/±1.00	0.847	0.015*	0.446
Fosfato (μmol L ⁻¹)	0.25/0.02	0.19/±0.04	0.29/0.19	0.22/±0.02	0.371	0.075	0.211
Silicato (μmol L ⁻¹)	16.06/1.91	5.28/±3.92	20.8/2.26	8.30/±4.68	0.713	0.039*	0.854
Clorofila-a Total (mg m ⁻³)	1.3/0.14	0.56/±0.33	2.25/0.37	0.91/±0.43	0.73	0.002*	0.001*
Clorofila-a Fracionada (mg m ⁻³)	0.79/0.07	0.37/±0.21	1.65/0.34	0.76/±0.31	0.725	0.000*	0.004*

3.7 DISCUSSÃO

Em regiões costeiras tropicais as chuvas são consideradas responsáveis pela variabilidade de alguns parâmetros hidrológicos. Este padrão de influência já foi constatado em áreas costeiras do nordeste brasileiro por Sassi *et al.* (1990) na Ponta do Seixas (PB), Resurreição (1990) e Eskinazi-Leça *et al.* (1997) na plataforma continental de Pernambuco e Fonseca *et al.* (2002) nos recifes de Porto de Galinhas (PE).

De acordo com Eskinazi-Leça, Koenig, e Silva-Cunha (2004), a plataforma interna do estado de Pernambuco é fortemente influenciada pelo regime de chuvas, podendo promover alterações em algumas variáveis ambientais tais como a temperatura, a salinidade, o material particulado em suspensão e as concentrações dos nutrientes dissolvidos, favorecendo o desenvolvimento fitoplanctônico.

Na área recifal de Tamandaré, observou-se que no período chuvoso, houve um aumento das concentrações de clorofila *a*, dos nutrientes dissolvidos (nitrito, nitrato e silicato), MPS e oxigênio dissolvido. Entretanto, não influenciou de forma significativa a transparência, a temperatura e a salinidade. Por se tratar de uma região costeira, rasa e com presença de piscinas naturais, que se formam entre as linhas do recife, constatou-se que durante a baixa mar, há uma elevação da temperatura, maior evaporação da água e conseqüentemente aumento da salinidade. Padrão semelhante foi encontrado por Jales *et al.* (2012) nos recifes de Serrambi (PE), onde a pluviosidade mostrou correlação direta com o MPS, nitrito e nitrato e inversa com relação a temperatura, transparência e salinidade.

Em regiões tropicais a temperatura apresenta uma discreta variação sazonal, o seu efeito sinérgico com outros parâmetros pode influenciar a comunidade fitoplanctônica (Passavante e Feitosa, 2004). Normalmente, as águas que banham os recifes são quentes, transparentes e pobres em nutrientes inorgânicos dissolvidos.

No presente estudo, a temperatura da água não apresentou variação significativa entre os períodos analisados, havendo uma certa estabilidade térmica no meio, fato este também observado nos Parrachos de Maracajaú (RN) (Feitosa e Bastos, 2007). Entretanto, Nascimento-Vieira *et al.* (2010) trabalhando na baía de Tamandaré, verificaram diferença sazonal na temperatura, em virtude de um fenômeno climatológico denominado de Distúrbios de Ondas de Leste – DOL, que no ano de 2010 contribuiu consideravelmente com o aumento de chuvas na região.

Variação sazonal quanto à temperatura também foi evidenciada em outras áreas costeiras do litoral Pernambucano (Bastos *et al.*, 2011; Jales *et al.*, 2012; Machado *et al.*, 2014). O mesmo foi observado por Costa Jr. *et al.* (2000) nos recifes costeiros do norte da Bahia. Portanto, essa oscilação térmica na região costeira é dependente de algumas situações geográficas como, por exemplo, deságues de rios, condições meteorológicas dentre outras.

A plataforma continental de Pernambuco se caracteriza por apresentar águas mornas e com elevada salinidade (Costa, Queiroz, e Macêdo, 1985) o que também foi observado em Tamandaré e na área recifal do norte da Bahia por Costa Jr. *et al.* (2000), como consequência da pequena influência fluvial na região costeira, associada a presença das piscinas naturais que favoreceram uma maior evaporação.

O contrário foi registrado por Nascimento-Vieira *et al.* (2010) na baía de Tamandaré (sobre influência do DOL, fenômeno climatológico citado anteriormente) Bastos *et al.* (2011) em Maracáipe, Jales *et al.* (2012) em Serrambi, assim como nos Parrachos de Maracajaú (RN) por Mayal *et al.* (2009), locais com forte influência de aporte fluvial.

Devido à proximidade com a praia o ambiente estudado caracterizou-se como sendo raso, permitindo uma maior interação entre o sedimento e a coluna d'água, coincidindo com observado por Jales *et al.* (2012) em Serrambi e Machado *et al.* (2014) em Porto de Galinhas ambos no litoral sul de Pernambuco, sendo também evidenciado por Costa Jr. (2007) em recifes próximos à costa no sul da Bahia e por Feitosa e Bastos (2007) no Parrachos de Maracajaú (RN).

O ponto 2 destacou-se dentre os demais por possuir maior profundidade, estando localizado em uma abertura entre os recifes (canalzinho) o que favoreceu um maior hidrodinamismo local.

A transparência da água varia em função da drenagem terrestre e dos processos de ressuspensão, aumentando o MPS, sendo fator limitante para a penetração da luz na coluna d'água e alterando a produtividade (Figueiredo *et al.*, 2007).

Particularmente, o ambiente recifal de Tamandaré, apresentou águas transparentes, permitindo uma boa penetração de luz em toda coluna d'água. Entretanto, no período chuvoso, há uma maior entrada de MPS no sistema, e de acordo com as imagens de satélite obtidas por Macedo (2009), a pluma do rio Una também contribui de forma

significativa para a diminuição deste parâmetro. Além disso, deve-se levar em consideração o aumento da turbulência com ressuspensão de sedimentos carbonáticos e terrígenos gerados presença de embarcações (lanchas, catamarãs), de turistas e principalmente pelo embate das ondas sobre os recifes.

No ambiente marinho o estudo do material particulado em suspensão é de grande importância para identificação de influência terrígena, além de indicar áreas de ressurgência (Melo *et al.*, 1975). O aumento do MPS pode diminuir a penetração de luz na coluna d'água, sendo um fator limitante para organismos fotossintetizantes (Eskinazi-Leça *et al.*, 2004).

De modo geral, o MPS em Tamandaré esteve baixo, o que já é esperado em ambientes recifais, sendo compatíveis com o que foi observado por Feitosa e Bastos (2007), no ecossistema recifal de Maracajaú (RN), Bastos *et al.* (2011), em Macaraípe, Jales *et al.* (2012) em Serrambi e Machado *et al.* (2014) em Porto de Galinhas, sendo esses três últimos no litoral sul de Pernambuco. Apesar dos baixos valores, esses estiveram mais elevados no período chuvoso, em virtude de uma maior contribuição terrígena, que chega ao local do estudo.

No que se refere aos estágios de maré, é comum haver maior concentração em baixa-mar, entretanto, em Tamandaré, os maiores valores ocorreram em preamar. Esse fato é explicado, porque em baixar mar a pluma dos rios (Una, Ilhetas e Mamucabas) que desaguam na região, se encontrava do lado de fora dos recifes (em direção ao mar aberto) banhando o referido sistema, em estágio de preamar. Além disso, deve-se considerar o aumento do embate das ondas nos recifes, provocando ressuspensão do sedimento.

A concentração de oxigênio dissolvido e sua taxa de saturação, são parâmetros dependentes da interface entre a lâmina d'água e a atmosfera, da taxa fotossintética, e da biodegradação da matéria orgânica (Figueiredo *et al.*, 2007) sendo essencial para os organismos (Gardner, Kjerve, e Petrecca, 2006). São considerados parâmetros excelentes na avaliação da qualidade ambiental (Flores-Montes, 1996). Vale ressaltar que o ecossistema recifal de Tamandaré apresentou águas saturadas em oxigênio, fato este também observado no Atol das Rocas (Feitosa e Passavante, 2004), no ecossistema recifal de Macarajaú (Feitosa e Bastos, 2007), em Serrambi (Jales *et al.*, 2012) e nos

recifes de Porto de Galinhas (Machado *et al.*, 2014), evidenciando o bom estado de conservação ambiental.

As altas concentrações do oxigênio, estão associadas com atividade fotossintética das microalgas planctônicas, macroalgas bentônicas e as zooxantelas presentes em vários organismos recifais. Segundo Lesser (2004), as microalgas endossimbiontes são as principais responsáveis pelos mecanismos metabólicos dos corais, produzindo oxigênio e matéria orgânica uma vez que, são organismos fotossintetizantes.

Pesquisas realizadas por Fonseca *et al.* (2002) e Machado *et al.* (2014) nos recifes de Porto de Galinhas, também atribuíram as microalgas simbiontes e as macroalgas as altas concentrações do oxigênio. Além disso, deve-se levar em consideração os processos físicos inerentes à região costeira como, ação das ondas, dos ventos e turbulência.

Levando-se em consideração a classificação de Macêdo e Costa (1978) para a taxa de saturação do oxigênio, em Tamandaré, o ambiente registrou valores sempre saturados, sendo indicativo de uma área ainda isenta do processo de eutrofização antrópica.

Compostos fosfatados (fosfato), nitrogenados (N-amoniaco, nitrato e nitrito) e silicato são nutrientes essenciais ao crescimento do fitoplâncton e quando em baixas concentrações, podem limitar o desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica (Eszinazi-Leça, Koenig, e Silva-Cunha, 2004; Macêdo, Muniz, e Flores-Montes, 2004).

As concentrações dos nutrientes inorgânicos estiveram sempre mais elevadas no período chuvoso, entretanto, foram característicos de um ambiente oligotrófico. O silicato foi o que apresentou maior concentração seguido por nitrato, fosfato, N-amoniaco e nitrito. Dessa forma, ficou evidenciado a contribuição terrígena, no período chuvoso.

O padrão sazonal dos nutrientes também foi registrado em áreas recifais por Sassi *et al.* (1990) em Ponta do Seixas (PB), Costa Jr. (2007) nos recifes de corais de Porto Seguro (BA), Feitosa e Bastos (2007), nos Parrachos de Maracajaú (RN) e Brodie *et al.* (2007; 2011) na grande Barreira de Corais da Austrália.

As concentrações de nutrientes de Tamandaré estiveram ligeiramente acima das encontradas nos sistemas recifais caribenhos (Duyf *et al.*, 2002), nos recifes de Okinawa (Japão) (Tada *et al.*, 2003), no Atol das Rocas (Feitosa e Passavante, 2004) e no sistema recifal de Maracajaú (Feitosa e Bastos, 2007).

A maior incidência de chuvas na região de estudo, contribuiu para a elevação das concentrações dos nutrientes dissolvidos que estiveram diretamente relacionados com a concentração de oxigênio, clorofila *a*, em virtude da maior atividade fotossintética dos organismos fitoplantônicos, e com o MPS em função do desague dos rios.

A clorofila *a* é um parâmetro muito utilizado e essencial para diagnosticar a qualidade de corpos d'água no mundo (Brotas, 2010; Brodie *et al.*, 2011; Cox, Ribes, e Kinzie, 2006; Duyf *et al.*, 2002; Figueiredo *et al.*, 2007) pois, o fitoplâncton responde rapidamente às variações ambientais, dentre elas as características nutricionais, auxiliando na avaliação do funcionamento do ecossistema (Costa, 1991; Sorokin, 1990).

No presente estudo, a clorofila *a* esteve diretamente relacionada com a pluviosidade, sendo os maiores valores revelados no período chuvoso, coincidindo com uma maior atividade fotossintética pelos organismos fitoplanctônicos. Este mesmo processo foi evidenciado em outros sistemas recifais do nordeste do Brasil por Sassi *et al.* (1991) em Ponta do Seixas (PB), Moura e Passavante (1994/1995) na Baía de Tamandaré, Costa Jr. (2007) em Porto Seguro (BA), Machado *et al.* (2014) em Porto de Galinhas, e em outros locais do mundo por Duyf *et al.* (2002) nos recifes caribenhos e Brodie *et al.* (2007; 2011) na Grande Barreira de Corais da Austrália.

Os baixos teores de clorofila *a* encontrados em Tamandaré foram compatíveis com os obtidos em outras áreas recifais como nos recifes de Curaçao no Caribe (Duyf *et al.*, 2002), em Okinawa (Japão) (Tada *et al.*, 2003) e na Grande Barreira de Corais da Austrália (Brodie *et al.*, 2007; 2011), sendo característico de um ambiente oligotrófico.

No que se diz respeito ao fracionamento da clorofila *a*, na área estudada, verificou-se que a fração menor que 20 μm (pico e nanofitoplâncton) foi a que mais contribuiu para a produtividade local, com percentuais acima de 50%. Nos recifes de Okinawa (Japão) (Tada *et al.*, 2003) registraram que os organismos fitoplanctônicos correspondentes a fração de 0.2 a 2.0 μm (picofitoplâncton) contribuíram com 52%, seguidos pelo nanofitoplanctôn (2.0 a 20 μm) com 37%, e o microfitoplanctôn com 11%. A maior contribuição feita pela fração menor que 20 μm é consequência da

condição de oligotrofia ambiental fato este também relatado por Kocum & Sutcu (2014) na costa leste da Índia e por Sabetta et al., (2008) na Península de Salento no sudoeste da Itália.

Em outras áreas recifais do litoral pernambucano, foi verificado que a maior contribuição para biomassa fitoplanctônica foi da fração menor que 20 μm por Bastos *et al.* (2011) na zona costeira de Maracáipe, Jales *et al.* (2012) em Serrambi e Ferreira *et al.* (2015) em São José da Coroa Grande (AL). No Atol das Rocas (Feitosa e Passavante, 2004) observaram que a fração do nanofitoplâncton foi a que mais contribuiu com a produtividade deste ecossistema. O contrário foi observado nos recifes caribenhos em Curaçao (Duyf *et al.*, 2002) onde a fração maior que 20 μm (microfitoplâncton, compostas por diatomáceas cêntricas) foi a que mais contribuiu em termos de clorofila *a*.

3.8 CONCLUSÕES

De acordo com que foi exposto anteriomente é possível constatar que a área recifal de Tamandaré possui águas claras, salinas, tipicamente oligotróficas, sendo influenciada pela forçante física pluviosidade, elevando as concentrações de clorofila *a*, MPS, nutrientes inorgânicos, oxigênio dissolvido no período chuvoso. Por apresentar baixos teores de clorofila *a*, água bem saturada em oxigênio e baixas concentrações de nutrientes dissolvidos, é um ambiente ainda isento de processo de eutrofização antrópica.

3.9 REFERÊNCIAS

Amancio, F.C., 2005. *Interação entre o fitoplâncton e parâmetros ambientais: subsídio na gestão ambiental marinha*. Recife, Brasil: Universidade Federal de Pernambuco, Master's thesis, 88p.

APAC (Agência Pernambucana de Águas e Clima). 2014. <http://www.apac.pe.gov.br/>. Acessado em 10 de setembro de 2014.

Araújo, M.C.B. and Costa, M.F., 2007. Visual diagnosis of solid waste contamination of a tourist beach: Pernambuco, Brazil. *Waste Management*, 27, 833-839.

- Araújo, M.C.B.; Santos, P.J.P., and Costa, M.F., 2006. Ideal width of transects for monitoring source-related categories of plastics on beaches. *Marine Pollution Bulletin*, 52, 957-961.
- Bastos, R.B.; Feitosa, F.A.N.; Koenig, M.L.; Machado, R.C.A., and Muniz, K., 2011. Caracterização de uma zona costeira tropical (Ipojuca-Pernambuco-Brasil): produtividade fitoplanctônica e outras variáveis ambientais. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 15(1), 01-10.
- Baumgarten, M. G. Z.; Rocha, J. M. B. and Niencheski, L. F. H., 1996. *Manual de análises em oceanografia química*. Rio Grande: Editora da FURG, 132p.
- Brander, M.L.; Beukering, P.V., and Cesar, H.S.J., 2007. The recreational value of coral reefs: A meta-analysis. *Ecological Economics*, 63, 209-218.
- Brodie, J.; De'ath, G.; Devlin, M.; Furnas, M., and Wright, M., 2007. Spatial and temporal patterns of near-surface chl a in the Great Barrier Reef lagoon. *Marine and Freshwater Research*, 58, 342-353.
- Brodie, J.E.; Devlin, M.; Haynes, D., and Waterhouse, J., 2011. Assessment of the eutrophication status of the Great Barrier Reef lagoon (Australia). *Biogeochemistry*, 106, 281-302.
- Chen, C.A.; Yang, Y.W.; Wei, N.V.; Tsai, W.S., and Fang, L.S., 2005. Symbiont diversity in scleractinian corals from tropical reefs and subtropical non-reef communities in Taiwan. *Coral Reefs*, 24, 11-22.
- Costa Jr. O.S., 2007. Anthropogenic nutrient pollution of coral reefs in Southern Bahia, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 55(4), 265-279.
- Costa, K. M. P., 1991. *Hidrologia e biomassa primária da região Nordeste do Brasil entre as latitudes de 8°00'00" e 2°44'30"S e as longitudes de 35°56'30" e 31°48'00"W*. Recife: Universidade Federal de Pernambuco. Master's thesis, 217p.
- Costa, K.M.P.; Queiroz, C.M., and Macêdo, S.J., 1985. Hidrologia e Plâncton da Plataforma Continental de Pernambuco 1. Variação das características físico-químicas da água. In: *Encontro Brasileiro de Gerenciamento Costeiro III*, Fortaleza, 337-371.
- Cox, F.E.; Ribes, M., and Kinzie, A., 2006. Temporal and spatial scaling of planktonic responses to nutrient inputs into a subtropical embayment. *Marine Ecology Progress Series*, 324, 18-35.
- Duyf, F.C.; Gast, G.J.; Steinhoff, W.; Kloff, S.; Veldhuis, M.J.V., and Bak, R.P.M., 2002. Factors influencing the short-term variation in phytoplankton composition and biomass in coral reef waters. *Coral Reefs*, 21, 293-306.
- Eskinazi-Leça, E.; Koenig, M.L., and Silva-Cunha, M.G., 2004. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica. In: Eskinazi-Leça, E.; Neumann-Leitão, S., and Costa, M. F. (eds.), *Oceanografia: Um Cenário tropical: Bagaço*, pp. 353-373.
- Eskinazi-Leça, E.; Silva-Cunha, M.G.; Koenig, M.L.; Macêdo, S.J., and Costa, K.M.P., 1997. Variação espaço temporal do fitoplâncton na plataforma continental de

Pernambuco-Brasil. *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco*, 25,1-16.

Feitosa, A.N.F. and Bastos, R.B., 2007. Produtividade fitoplanctônica e hidrologia do ecossistema costeiro de Maracajaú – RN. *Arquivos de Ciências do Mar*, 40(2), 26-36.

Feitosa, J.L.L.; Concentino, A.M., Teixeira, S.F., and Ferreira, B.P., 2012. Food resource use by two territorial damselfish (Pomacentridae: *Stegastes*) on South-Western Atlantic algal-dominated reefs. *Journal of Sea Research*, 70, 42-49.

Feitosa, F.A.N. and Passavante, J.Z.O., 2004. Produtividade fitoplanctônica e hidrologia do Atol das Rocas (Brasil). In: Chellappa, N.T. Chellappa, S., and Passavante, J.Z. O. (eds.), *Ecologia Aquática Tropical*. Natal, Brasil: ServGraf, pp. 143-156.

Ferreira, L.C.; Silva-Cunha, M.G.G.; Aquino, E. P.; Borges, G.C.P.; Feitosa, F.A.N.; Eskinazi-Leça, E., and Lima, J.C., 2015. Temporal and spatial variation of phytoplankton in a tropical reef area of Brazil. *Tropical Ecology* (56) 3, 367-382.

Fitt, W.K.; Gates, R.D.; Hoegh-Guldberg, O.; Bythell, J.C.; Jatkar, A.; Grottoli, A.G.; Gomez, M.; Fisher, P.; Lajuenesse, T.C.; Pantos, O.; Iglesias-Prieto, R.; Franklin, D.J.; Rodrigues, L.J.; Torregiani, J.M.; Woesik, R.V., and Lesser, M.P., 2009. Response of two species of Indo-Pacific corals, *Porites cylindrica* and *Stylophora pistillata*, to short-term thermal stress: The host does matter in determining the tolerance of corals to bleaching. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 373, 102–110.

Figueiredo, J.A.; Menor, E.A.; Noriega, C.E.D., e Branco, E.S., 2007. Evolução físico-química de águas do estuário do rio Timbó, Pernambuco: um caso de reavaliação ambiental (1984-2003). *Estudos Geológicos*, Recife, 17(1), 85-104.

Flores-Montes, M.J., 2006. *Variação nictimeral do fitoplâncton e parâmetros hidrológicos no canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE*. Recife, Brasil: Universidade Federal de Pernambuco, Master's thesis, 197p.

Fonseca, R.S.; Passavante, J.Z.O.; Maranhão, G.M.B., e Muniz, K., 2002. Ecossistema recifal da praia de Porto de Galinhas (Ipojuca, Pernambuco): biomassa fitoplanctônica e hidrologia. *Boletim Técnico-Científico do CEPENE*, 10(1), 9-26.

Gardner, L.R.; Kjerfve, B., and Petrecca, D.M., 2006. Tidal fluxes of dissolved oxygen at the North Inlet-Winayh Bay National Estuarine Research Reserve. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 67, 450-460.

Grasshoff, K.; Ehrhardt, M., and Kremling, K. (eds.), 1983. *Methods of Seawater Analysis*. Weinheim, Germany: Verlag Chemie, 419p.

Jales, M.C.; Feitosa, F.A.N.; Koenig, M.L.; Bastos, R.B., and Machado, R.C.A., 2012. O ecossistema recifal de Serrambi (Nordeste do Brasil): biomassa fitoplanctônica e parâmetros hidrológicos. *Rio Grande, Atlântica*, 34(2), 87-92.

Kocum, E., and Suctu, A., 2014. Analysis of Variations in Phytoplankton Community Size-Structure along a Coastal Trophic Gradient. *Journal Coastal Research*. v.30(4), p.777-184.

- Koenig, M.L. and Macêdo, S.J., 1999. Hydrology and phytoplankton community structure at Itamaracá-Pernambuco (Northeast Brazil). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, 42, 381-39.
- Leão, Z.M.A.N.; Kikuchi, R.K.P., and Testa, V., 2003. Coral and coral reefs of Brazil. *Latin American Coral Reefs*, Edited by Jorge Cortés, 9-52.
- Lesser, M.P. and Farrell, J.H., 2004. Exposure to solar radiation increases damage to both host tissues and algal symbionts of corals during thermal stress. *Coral Reefs*, 23(3), 367-377.
- Macêdo, S.J. and Costa, K.M.P., 1978. Estudos ecológicos da região de Itamaracá, Pernambuco – Brasil. Condições Hidrológicas do Estuário do Rio Botafogo. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 30(7), 346-368.
- Macêdo, J.S.; Muniz, K., and Flores-Montes, M.J., 2004. Hidrologia da região costeira e plataforma continental do estado de Pernambuco. In: Eskinazi-Leça, E.; Neumann-Leitão, S., and Costa, M. F. (Org.) *Oceanografia: Um Cenário tropical*. Editora Bagaço, 255-286.
- Macedo, E.C., 2009. *Um ensaio sobre a sedimentação e suas implicações ecológicas nos recifes costeiros da Baía de Tamandaré*. Recife, Brasil: Universidade Federal de Pernambuco, Master's thesis, 121p.
- Machado, R.C.A.; Feitosa, F.A.N.; Koenig, M.L.; Flores-Montes, M.J.; Bastos, R.B., and Jales, M.C., 2014. Phytoplankton Productivity and Hidrology of Porto de Galinhas Reef Ecosystem (Pernambuco, Brasil). *Journal Coastal Research*, 30(2), 371-378.
- Magalhães, S.E.F. and Araújo, M.C.B., 2012. Lixo marinho na praia de Tamandaré (PE-Brazil): caracterização, análise das fontes e percepção dos usuários da praia sobre o problema. *Tropical Oceanography*, 40, 227-242.
- Maida, M. and Ferreira, B.P., 1997. Coral reefs of Brazil: na overview. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium* (United States of America), pp. 263-273.
- Maida, M. and Ferreira, B.P., 2006. *Monitoramento dos Recifes de Coral do Brasil*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 114p.
- Mayal, E.M.; Neumann-Leitão, S.; Feitosa, F.A.N.; Schawamborn, R.; Silva, T.A., and Silva-Cunha, M.G.G., 2009. Hydrology, Plankton, and Corals of the Maracajaú Reefs (Northeastern Brazil) – an Ecosystem Under Severe Thermal Stress. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(3).
- Melo, V.; Summerhayes, C.D., and Toner, L.G., 1975. Metodologia para estudos do material em suspensão na água do mar. *Boletim Técnico da Petrobrás*, Rio de Janeiro, 18 (314), 115-127.
- Moura, R.T., 1991. *Biomassa, produção primária do fitoplâncton e alguns fatores ambientais na baía de Tamandaré, Rio Formoso, Pernambuco Brasil*. Recife, Brasil: Universidade Federal de Pernambuco, Master's thesis 290 folhas.

Moura, R.T. and Passavante, J.Z.O., 1994/1995. Biomassa fitoplanctônica da baía de Tamandaré, Rio Formoso-Pernambuco, Brasil. *Trabalho Oceanográfico*. Universidade Federal de Pernambuco, 23, 1-15.

Nascimento-Vieira, D.A.; Neumann-Leitão, S.; Porto-Neto, F.F.; Silva, T.A., and Silva, A.P., 2010. Mesozooplâncton de área recifal do Atlântico sudoeste tropical. *Tropical Oceanography*, 38(1) 47-59.

Otero, E., and Carbery, K. K., 2005. Chlorophylla *a* and turbidity patt <http://www.apac.pe.gov.br/erns> over coral reefs systems of La Parguera Natural Reserve, Puerto Rico. *Revista biologia tropical*, 53 (1).

Parsons, T.R. and Strickland, J.D.H., 1963. Discussion of spectrophometria determination of marine-plant pigments, with revised equations for ascertaining clorophyll *a* and carotenoids. *Journal of Marine Research*, 21(3), 155-163.

Passavante, J.Z.O. and Feitosa, F.A.N., 2004. Dinâmica da Produtividade Fitoplanctônica na Zona Costeira Marinha. In: Eskinazi-Leça, E.; Neumann-Leitão, S., and Costa, M. F. (Org.) *Oceanografia: Um Cenário tropical*. Editora Bagaço, 425-440.

Resurreição, M.G., 1990 *Variação anual da biomassa fitoplanctônica na plataforma continental de Pernambuco: Perfil em frente ao Porto da Cidade do Recife (08°03'38" Lat. S. a 34°52'00" Long. W.)*. Recife, Brazil: Universidade Federal de Pernambuco, Master's thesis, 306p.

Rosevel da Silva, M.; Silva-Cunha, M.G.G.; Feitosa, F.A.N., and Muniz, K., 2005. Estrutura da comunidade fitoplanctônica na baía de Tamandaré (Pernambuco, Nordeste do Brasil). *Tropical Oceanography*, 33, 161-181.

Sabetta, L.; Basset, A.; Spezie, G. 2008. Marine phytoplankton size-frequency distributions: Spatial patterns and decoding mechanisms. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 80, p. 181-192,.

Sassi, R.; Veloso, T.M.G.; Melo, G.N., and Moura, G.F., 1990. Variações diurnas do fitoplâncton e parâmetrtos hidrológicos em recifes costeiros do nordeste do Brasil. *Anais do IV Encontro Brasileiro de Plâncton*, 61-96.

Smith, V.H., 2007. Using primary productivity as na index of coastal eutrophication: the units of measurement matter. *Journal of Plankton Research*, 29, 1-6.

Sorokin, Y.I., 1990. Plankton in the reef ecosystems. In: Dubinsky, Z. (ed.), *Ecosystems of the word: coral reefs*. Oxford: Elsevier, 24, 291-327.

Steiner, A.Q.; Eloy, C.C.; Amaral, J.R.B.C.; Amaral, F.D., and 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). *OLAM Ciência e Tecnologia*, 6, 281-296.

Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R., 1972. A practical handbook of sea water analysis. 2nd ed. *Bulletin Fisheries Research Board of Canada, Ottawa*, 167, 207-211.

Tada, k.; Sakai, K.; Nakano, Y.; Takemura, A., and Montani, S., 2003. Size-fractionated phytoplankton biomass in coral reef waters off Sesajo Island, Okinawa, Japan. *Journal of Plankton Research*, 25(8), 991-997.

Torres, F.T.P. and Machado, P.J.O., 2011. *Introdução à Climatologia*. São Paulo, Brasil: Cengage Learning, 256p.

UNESCO (United Nations Educational Scientific, and Cultural Organization), 1966. *Determinations of Photosynthetic Pigments in Sea Water: Reporto of SCOR-UNESCO, Working Group 17*. Paris: United Nations Education, 69p.

UNESCO, 1973. *International Oceanographis Table*. Hertfordshire, UK:Wormly, 2, 141p.

Veron, J.E.N.; Hoegh-Guldberg, O.; Lenton, T.M.; Lough, J.M.; Obura, D.O.; Pearce-Kelly, P.; Sheppard, C.R.C.; Spalding, M.; Stafford-Smith, M.G., and Rogers, A.D., 2009. The coral reef crisis: The critical importance of <350 ppm CO₂. *Marine Pollution Bulletin*, 58, 1428–1436.

Vila-Nova, L.L.M., 2014. Estudo de população do coral de fogo *Millepora alcicornes* (LINNAEUS, 1758) no complexo recifal de Tamandaré (recife da ilha da Barra- zona de preservação da vida marinha, e recife do Pirambu) Pernambuco-Brasil. *Tropical Oceanography*, 42(2), p.226-237.

Wilkinson, C., 2002. Status of Coral reefs of the World: 2002. *Townsville, Australia: Australian Institute of Marine Science and Global Coral Reef Monitoring Network*, 378 p.

4 CAPÍTULO II:

Composição fitoplanctônica de um ecossistema recifal (Tamandaré-Pernambuco-Brasil)

4.1 RESUMO

Alterações nas características ambientais podem provocar respostas diretas na comunidade fitoplanctônica, através da modificação na composição florística, riqueza, abundância e diversidade. Localizada no litoral sul do estado de Pernambuco e distando cerca de 110 km de distância da capital Recife, a praia de Tamandaré possui uma extensa linha de recifes de arenito, denominado de *beachrocks*, essa estrutura serve de abrigo para inúmeras espécies marinhas favorecendo o aumento da biodiversidade local. O presente estudo teve como objetivo principal avaliar as condições ambientais da referida área, através da comunidade fitoplanctônica. As amostras para análise do fitoplâncton foram coletadas no período chuvoso (junho, julho e agosto) e no de estiagem (outubro, novembro e dezembro) no ano de 2013, na baixa-mar e preamar, durante a maré de sizígia. Foram realizados arrastos superficiais horizontais e circulares, com duração de 5 minutos com o barco em marcha lenta (≈ 1 nó), sempre em sentido contrário a corrente de maré, realizados com uma rede de plâncton cônica de 1 m de comprimento, 20 cm de boca e abertura de malha de 20 μ m. Em seguida, as amostras foram fixadas em formol neutro a 4%. A comunidade fitoplanctônica esteve representada por 148 táxons distribuídos entre as divisões Ochrophyta, com 115 espécies identificadas, totalizando 77.70%, Dinophyta, com 26 táxons (17.56%), Cyanobacteria com 5 táxons (3.37%) e Chlorophyta com 2 táxons (1.35%). Em relação aos descritores da comunidade, foram identificados como espécies abundantes e muito frequentes *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve, *Psammodyctyon panduriforme* W. Gregory, *Rhabdonema adriaticum* Kützing, *Surirella fastuosa* Ehrenberg, *Prorocentrum micans* Ehrenberg e *Protoperdinium brevipes* (Paulsen) Balech. A maioria das espécies encontradas na área de estudo foi ticoplanctônica nerítica com 52 táxons (46.84%) seguidas das planctônicas nerítica com 27 espécies (24.32%), planctônicas oceânica com 23 táxons (20.72%), estuarinas com 4 espécies (3.63%) e dulcícolas com 4 táxons (3.63%). Prevaleceu uma alta diversidade específica e equitabilidade. De acordo com MDS, não houve variação sazonal nem espacial, e sim entre os diferentes estágios de maré. O elevado número de táxons, ausência de espécies

dominantes e distribuição equitativa das mesmas, refletem a situação de boa qualidade ambiental da área estudada.

Palavras-chave: *Zona costeira, diatomácea, diversidade, equitabilidade, ecologia.*

4.2 ABSTRACT

Changes in environmental features can cause direct answers in the phytoplankton community, through the change in floristic composition, richness, abundance and diversity. Located in the south coast of the state of Pernambuco and lying about 110 km away from the capital Recife, beach Tamandaré has an extensive line of sandstone reefs, called *beachrocks*, this structure serves as a shelter for numerous marine species favorencendo increased local biodiversity. This study aimed to assess the environmental conditions of this area through the phytoplankton community. Samples for analysis of phytoplankton were collected in the rainy season (June, July and August) and the dry season (October, November and December) in 2013, during low tide and high tide during the spring tide. Horizontal and circular surface trawls were conducted, lasting 5 minutes with the boat at idle (≈ 1 knot), always in the opposite direction of tidal current, performed with a network of conical plankton 1 m long, 20 cm mouth and aperture of 20 μ m. Then, the samples were fixed in 4% neutral formalin. The phytoplankton community was represented by 148 taxa distributed among the Ochrophyta divisions, with 115 species identified, totaling 77.70%, Dinophyta with 26 taxa (17.56%), Cyanobacteria with 5 taxa (3.37%) and Chlorophyta with 2 taxa (1.35%). Regarding community descriptors were identified as abundant species and very common *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve, *Psammodictyon panduriforme* W. Gregory, *Rhabdonema adriaticum* Kützing, *Surirella fastuosa* Ehrenberg, *Prorocentrum micans* Ehrenberg and *Protoperidinium brevipes* (Paulsen) Balech. Most of the species found in the study area was ticoplanctônica neritic with 52 taxa (46.84%) followed by the neritic plankton with 27 species (24.32%), oceanic planktonic taxa with 23 (20.72%), estuarine 4 species (3.63%) and freshwater with 4 taxa (3.63%). Prevailed a high diversity and evenness specific. According to MDS, there was no seasonal or spatial variation, but between the different stages of the tide. The high number of taxa, the absence of dominance and equitable distribution thereof, reflect the situation of environmental quality of the area studied.

Additional index words: *Coastal area, diatom, diversity, evenness, ecology.*

4.3 INTRODUÇÃO

A comunidade fitoplanctônica é basicamente formada por microalgas representadas, principalmente, pelas cianofíceas, euglenofíceas, dinoflagelados, diatomáceas e algumas clorofíceas, apresentando-se de forma isolada, colonial ou filamentosa, podendo ter hábitos flutuantes (planctônicas), estarem aderidas a diversos substratos (epifitas, epizóicas, epipélicas, epilíticas, etc.), ou vivendo diretamente em contato com o sedimento do fundo (bentônicas) (Hoek, Mann e Jahns, 1995).

Esses organismos são de grande importância para a manutenção dos demais seres nos ecossistemas marinhos, sendo um dos principais responsáveis pela produção de matéria orgânica, transmitindo aos demais níveis tróficos parte da sua energia adquirida, permitindo assim o funcionamento dos ecossistemas (Baliarsingh *et al.*, 2013).

Alterações das condições ambientais provocadas por causas naturais ou antrópicas, podem causar mudanças na composição florística, riqueza, abundância e diversidade (Santiago *et al.*, 2010). A capacidade de responder de forma rápida a flutuações espaciais e temporais do ambiente faz com que a comunidade fitoplanctônica seja considerada bioindicadora, sendo, portanto uma excelente ferramenta na gestão ambiental de corpos hídricos (Livingston, 2001).

Além disso, podem ser usados como indicadores de massas d'água (Dodge e Marshall, 1994; Koenig, Wanderley e Macêdo, 2009), uma vez que ocorrem em latitude e profundidade diferentes. As microalgas também exercem um importante papel ecológico, pois, sequestram o dióxido de carbono, modulando a temperatura superficial da água do mar, através da absorção da radiação solar afetando o clima global (Chisholm, 2000; Hallegraeff, 2010 e Marzeion e Timmermann, 2005)

No nordeste do Brasil as pesquisas sobre fitoplâncton se concentram em regiões estuarinas, sendo pouco explorado na região nerítica (Eskinazi-Leça, Koenig e Silva-Cunha, 2004) tendo como foco principal a hidrologia local, densidade e biomassa algal (Medeiros *et al.*, 1999). Considerando que os trabalhos sobre o fitoplâncton em área

recifal encontra-se em fase inicial, faz-se necessário aumentar as informações, a fim de desvendar o seu papel ecológico nesse ecossistema (Sorokin; Sassi, 1990).

Entre os trabalhos relacionados à comunidade fitoplanctônica, realizados no nordeste do Brasil pode-se citar: Passavante *et al.*, 1987/1989); Moura (1991) e Moura e Passavante (1994/1995) na Baía de Tamandaré; Melo Magalhães *et al.*, (1999) em Paripueira (AL); Feitosa e Passavante, (2004) na reserva biológica Atol das Rocas; Amancio (2005) em um recife costeiro de Tamandaré; Costa Jr (2007) no estado da Bahia; Feitosa e Bastos (2007) e Mayal *et al.*, (2009) nos parrachos de Maracajaú (litoral do Rio Grande do Norte); Ferreira *et al.*, (2010) na área recifal de Boa Viagem; Bastos *et al.*, (2011) na Zona Costeira de Ipojuca-PE e no ambiente recifal de Maracáipe; Jales *et al.*, (2013) em Serrambi; Machado *et al.*, (2014) em Porto de Galinhas; Ferreira *et al.*, (2015) no sistema recifal São José da Coroa Grande.

O presente estudo teve como objetivo principal avaliar as condições ambientais do complexo recifal de Tamandaré, através da estrutura da comunidade fitoplanctônica.

4.4 ÁREA DE ESTUDO

Tamandaré está localizada no litoral Sul do estado de Pernambuco, a 110 km da cidade do Recife (8°47'20" S e 35°06'45" W) (Figura.1). Encontra-se inserida na Área de Preservação Ambiental APA Costa dos Corais – APACC, criada em 1997, possui cerca de 120 km de extensão e abrange 10 municípios do litoral de Pernambuco e Alagoas (Losada, Feitosa e Lins 2003; Maida e Ferreira, 2006).

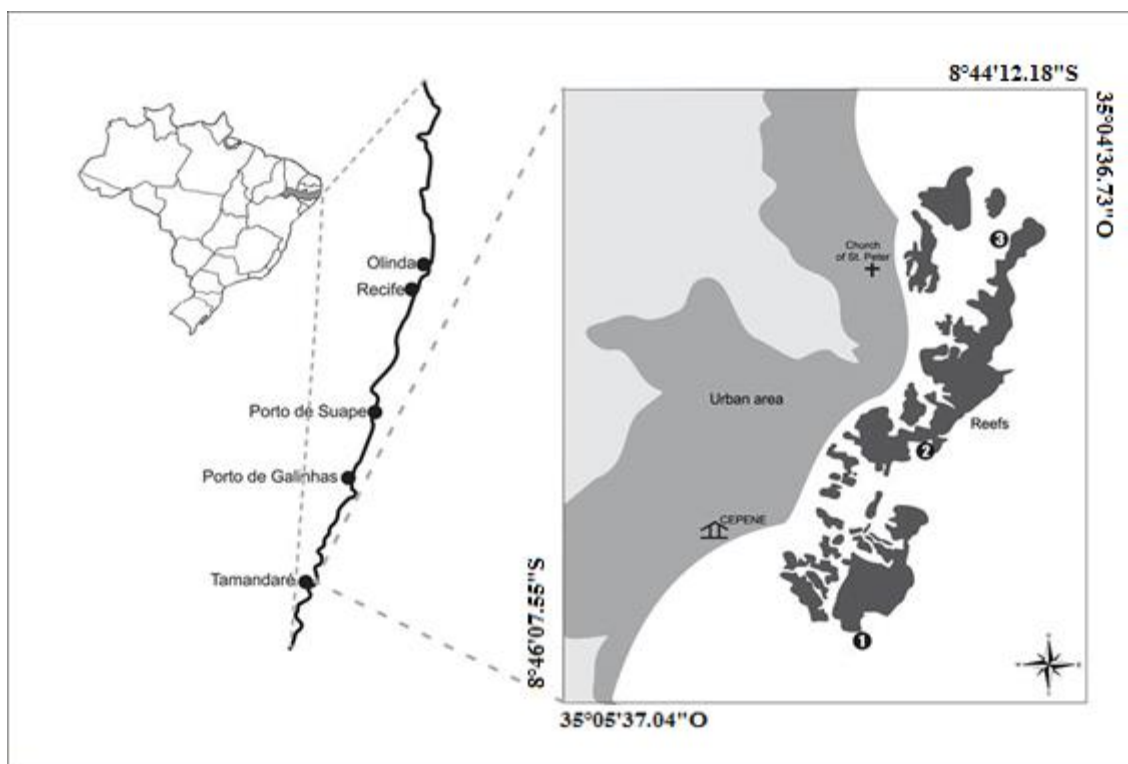
Essa região possui aproximadamente 9 km de extensão, estando dividida em três baías: Praia de Carneiros, Praia de Campas e Baía de Tamandaré. Ao norte tem como limite a foz do Rio Formoso e ao sul os rios Ilhetas e Mamucabas, esses últimos embora de dimensões reduzidas desempenham um papel importante na manutenção dos ecossistemas adjacentes (Companhia Pernambucana do Meio Ambiente - CPRH, 2003).

O clima da região em estudo é considerado segundo a classificação de Köppen, do tipo AS' caracterizado como quente e úmido, com um período chuvoso que se estende de março a agosto e o período estiagem de setembro a fevereiro. A pluviosidade anual oscila entre 1.850 a 2.364mm (TORRES e MACHADO, 2011). Por se tratar de uma região costeira tropical a temperatura chega aos 30°C no verão e 26°C no inverno.

4.5 MÉTODOS

Foram definidos três pontos de coleta, estabelecidos sobre os recifes, estando paralelos à costa. O ponto 1, localizado na baía de Tamandaré próximo a ilha da barra ($8^{\circ}46'02.42''\text{S}$ e $35^{\circ}05'42.23''\text{W}$); o ponto 2 ($8^{\circ}45'05.04''\text{S}$ e $35^{\circ}05'13.83''\text{W}$) na porção central e o ponto 3 ($8^{\circ}43'54.77''\text{S}$ e $35^{\circ}05'08.42''\text{O}$) em frente à igreja de São Pedro (Figura 1).

Figura 1: Área recifal de Tamandaré contendo os pontos de coleta. Tamandaré, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Google Earth, 2014.

Composição taxonômica do fitoplâncton

As amostras para análise do fitoplâncton foram coletadas no período chuvoso (junho, julho e agosto/2013) e no de estiagem (outubro, novembro e dezembro/2013), na baixa-mar e preamar, durante a maré de sizígia. Foram realizados arrastos superficiais horizontais, com duração de 5 minutos com o barco em marcha lenta (≈ 1 nó) sempre em sentido contrário ao da maré, utilizando uma rede de plâncton cônica com 1m de comprimento, 20cm de boca e abertura de malha de $20\mu\text{m}$. Em seguida, as amostras foram fixadas em formol neutro a 4%.

Para a análise quali-quantitativa do fitoplâncton, as amostras foram homogeneizadas e destas retiradas duas subamostras de 0,5 ml para a identificação dos

táxons até o menor nível possível, com auxílio de microscópio ótico (Zeiss) sob aumento de 100X e 400X. Para cada amostra foram realizadas uma análise qualitativa e uma quantitativa.

A identificação taxonômica foi baseada em literatura especializada: Peragallo & Peragallo (1897-1908), Cupp (1943), Desikachary (1959), Balech (1988), Silva- Cunha e Eskinazi-Leça (1990), Licea *et al.* (1995), Tomas (1997) e Hoppenrath, Elbrächter & Drebes (2009). Os critérios de refinamento da identificação e os nomes científicos das espécies foram checados junto ao banco de dados internacional ALGABASE (<http://www.algabase.org/>).

Tratamento numérico e estatístico dos dados

Para cada amostra foram calculados os seguintes descritores: frequência de ocorrência, levando-se em consideração o número de amostras nas quais cada táxon ocorreu e o número total de amostras analisadas, tendo sido calculada segundo Mateucci & Colma (1982). Em função do grau de frequência de ocorrência, as espécies foram classificadas nas seguintes categorias: Muito Frequentes (> 70%); Frequentes (70 - 30%); Pouco frequentes (30 - 10%) e Esporádicas (<10%).

A abundância relativa dos táxons calculada de acordo com Lobo e Leighton (1986). Para os resultados obtidos foi adotada a seguinte escala de abundância: dominante – espécie cuja ocorrência numérica é maior que 50% do número total de indivíduos da amostra; abundante – espécie cuja ocorrência supera o número médio de indivíduos da amostra; raro – espécies cuja ocorrência é inferior ao número médio de indivíduos da amostra.

A diversidade específica, utilizando o índice de Shannon (1948); e equitabilidade com o índice de Pielou (1977), em seguida foi aplicado Teste-t e ANOVA para testar a significância para sazonalidade, espacialidade e estágio de maré. Essas análises foram realizadas no programa STATISTIC 6®.

Para identificação dos padrões de variação espacial, temporal e estágio de maré da comunidade fitoplanctônica, aplicou-se a Análise de Agrupamento – MDS, os dados foram transformados por Log (x+1) e a similaridade entre pares de amostras calculados pelo índice de Bray Curtis. Todas as análises foram realizadas empregando o programa PRIMER® 6.0.

Ecologia das espécies

Quanto à ecologia, as espécies foram classificadas com a sua permanência no plâncton, sendo planctônica (oceânicas, neríticas e dulcícolas) ou ticoplanctônica (nerítica, estuarina e dulcícola), sendo os valores expressos em porcentagem.

4.6 RESULTADOS

4.6.1 Composição taxonômica do fitoplâncton

O ecossistema recifal de Tamandaré esteve representado por 148 táxons, pertencentes aos filos Ochrophyta, Dinophyta, Cyanobacteria e Chlorophyta (Figura 2, Tabela 1). O filo Ochrophyta foi o mais representativo com 115 táxons, perfazendo 77,70% do total de organismos. A classe com maior destaque foi Bacillariophyceae com 49 espécies, seguindo por Coscinodiscophyceae com 38, Fragilariphyceae com 27 e Dictyochophyceae com um táxon apenas.

O filo Dinophyta foi o segundo mais representativo, com 26 espécies registrando 17,56%, do total de organismos, pertencentes à classe Dinophyceae. As famílias desse filo foram: Goniodomataceae (1 espécie), Gonyaulacaceae (1 espécie), Dinotrichaceae (2 espécies), Ceratiaceae (5 espécies), Prorocentraceae (6 espécies) e Protoperidiniaceae (11 espécies).

O filo Chlorophyta esteve representado por dois táxons, registrando 1,35% do total de organismo, pertencentes à classe Chlorophyceae e Ulvophyceae e as famílias Scenedesmaceae e Ulotrichaceae, respectivamente.

Quanto ao filo Cyanobacteria, foram identificadas cinco espécies perfazendo 3,35% do total de organismos, pertencentes à classe Cyanophyceae, ordem Oscillatoriales e três famílias (Oscillatoriaceae, Phormidiaceae e Spirulinaceae).

Figura 2: Participação relativa dos principais filos do fitoplâncton identificados no ecossistema recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil.

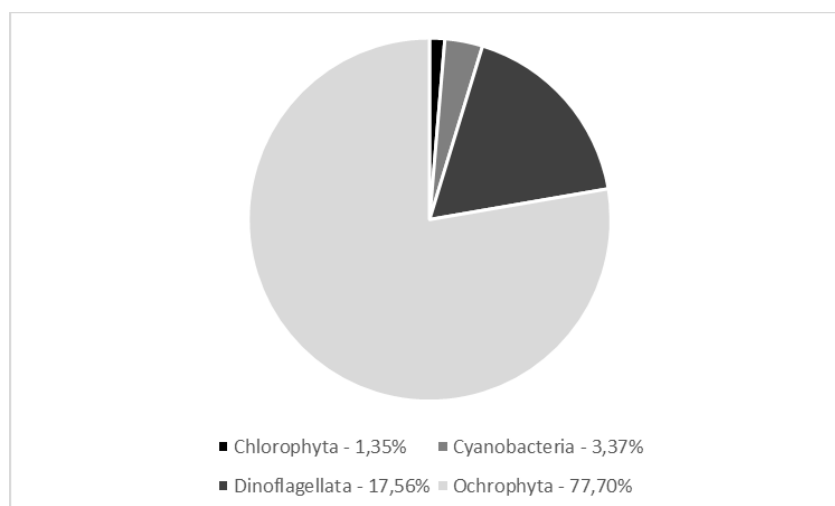


Tabela 1: Sinopse dos táxons identificados no ecossistema recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil.

CHLOROPHYTA	FAMÍLIA PROROCENTRACEAE
CLASSE CHLOROPHYCEAE	<i>Prorocentrum balticum</i> (Lohmann) Loeblich
ORDEM SPHAEROPLEALES	<i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey) Abè ex J. D. Dodge
FAMÍLIA SCENEDESMACEAE	<i>Prorocentrum emarginatum</i> Y. Fukuyo
<i>Scenedesmus</i> sp.	<i>Prorocentrum lima</i> (Ehrenberg) F. Stein
CLASSE ULVOPHYCEAE	<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg
ORDEM ULOTRICHALES	<i>Prorocentrum sigmoide</i> Böhm
FAMÍLIA ULOTRICHACEAE	ORDEM PERIDINIALES
<i>Ulothrix</i> sp.	FAMÍLIA PROTOPERIDINIACEAE
CYANOBACTERIA	<i>Protoperidinium bispinum</i> (Schiller) Balech
CLASSE CYANOPHYCEAE	<i>Protoperidinium brevipes</i> (Paulsen) Balech
ORDEM OSCILLATORIALES	<i>Protoperidinium cassum</i> (Balech) Balech
FAMÍLIA OSCILLATORIACEAE	<i>Protoperidinium divergens</i> (Ehrenberg) Balech
<i>Lyngbya</i> sp.	<i>Protoperidinium latispinum</i> (Mangin) Balech
<i>Oscillatoria limosa</i> C. Agardh ex Gomont	<i>Protoperidinium ovatum</i> Pouchet
<i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher ex Gomont	<i>Protoperidinium pellucidum</i> (Gran) Balech
FAMÍLIA PHORMIDIACEAE	<i>Protoperidinium pentagonum</i> Bergh
<i>Phormidium</i> sp.	<i>Protoperidinium pyriforme</i> (Paulsen) Balech 1974
FAMÍLIA SPIRULINACEAE	<i>Protoperidinium steinii</i> (Jørgensen) Balech
<i>Spirulina</i> sp.	<i>Protoperidinium</i> sp.
DINOPHYTA	OCHROPHYTA
CLASSE DINOPHYCEAE	CLASSE BACILLARIOPHYCEAE
ORDEM GONYAULACALES	ORDEM ACHNANTHALES
FAMÍLIA CERATIACEAE	FAMÍLIA ACHNANTHACEAE
<i>Neoceratium furca</i> (Ehrenberg) Gómez, D. Moreira & P. Lopez-Garcia	<i>Achnanthes longipes</i> C. Agardh
<i>Neoceratium fusus</i> (Ehrenberg) Gómez, D. Moreira & P. Lopez-Garcia	FAMÍLIA COCCONEIDACEAE
<i>Neoceratium pentagonum</i> (Gourret) F. Gomez, D. Moreira & P. Lopez-Garcia	<i>Campyloneis grevillei</i> (W. Smith) Grunow & Eulenstein in Grunow
<i>Neoceratium teres</i> (Kofoid) F. Gomez, D. Moreira & P. Lopez-Garcia	<i>Cocconeis heteroidea</i> Hantzsch
<i>Neoceratium trichoceros</i> (Ehrenberg) F. Gomez, D. Moreira & P. Lopez-Garcia	<i>Cocconeis pellucida</i> Hantzsch
FAMÍLIA GONIODOMATACEAE	<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg
<i>Ostreopsis</i> sp.	ORDEM BACILLARIALES
FAMÍLIA GONYAULACACEAE	FAMÍLIA BACILLARIACEAE
<i>Gonyaulax polygramma</i> Stein	<i>Bacillaria paxillifera</i> (O. F. Müller) T. Marsson
ORDEM DINOTRICHALES	<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & J. C. Lewin
FAMÍLIA DINOTRICHACEAE	<i>Nitzschia angularis</i> W. Smith
<i>Gymnodinium</i> sp.1	<i>Nitzschia lanceolata</i> W. Smith
<i>Gymnodinium</i> sp.2	<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Ralfs in Pritchard
ORDEM PROROCENTRALES	<i>Nitzschia lorenziana</i> Grunow in Cleve & Möller
	<i>Nitzschia pungens</i> var. <i>atlantica</i> Cleve
	<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch ex Rabenhorst
	<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W. Smith

continua

Tabela 1: Continuação

<i>Tryblionella compressa</i> (Bailey) M. Poulin in Poulin et al.	<i>Surirella fastuosa</i> Ehrenberg
ORDEM LYRELLALES	ORDEM THALASSIOPHYSALES
FAMÍLIA LYRELLACEAE	FAMÍLIA CATENULACEAE
<i>Lyrella lyra</i> (Ehrenberg) Karajeva	<i>Amphora angusta</i> Gregory
ORDEM MASTOGLOIALES	<i>Amphora arenaria</i> Donkin
FAMÍLIA MASTOGLOIACEAE	<i>Amphora crassa</i> Gregory
<i>Mastogloia fimbriata</i> (T. Brightwell) Grunow	<i>Amphora turgida</i> Gregory
<i>Mastogloia splendida</i> (Gregory) H. Pergallo	<i>Amphora</i> sp.
ORDEM NAVICULALES	CLASSE COSCINODISCOPHYCEAE
FAMÍLIA DIPLONEIDACEAE	ORDEM BIDDULPHIALES
<i>Diploneis bombus</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	FAMÍLIA BIDDULPHIACEAE
<i>Diploneis crabro</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	<i>Biddulphia biddulphiana</i> (J. E. Smith) Boyer = <i>B. pulchella</i> (J.E.Smith) S. F. Gray
<i>Diploneis fusca</i> (W. Gregory) Cleve	<i>Biddulphia membranacea</i> Cleve = <i>Biddulphiopsis membranacea</i> Cleve
FAMÍLIA NAVICULACEAE	<i>Biddulphia tridens</i> (Ehrenberg) Ehrenberg
<i>Melchersiella hexagonalis</i> C. Teixeira	<i>Isthmia enervis</i> Ehrenberg
<i>Navicula arenaria</i> Donkin	ORDEM CHAETOCEROTALES
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	FAMÍLIA CHAETOCEROTACEAE
<i>Navicula directa</i> (W. Smith) Ralfs	<i>Bacteriastrum hyalinum</i> Lauder
<i>Navicula distans</i> (W. Smith) Ralfs in Prichard	ORDEM COSCINODISCALES
<i>Navicula forcipata</i> Greville = <i>Fallacia forcipata</i> (Greville) Stickle & Mann	FAMÍLIA HELIOPELTACEAE
<i>Navicula humerosa</i> Brébisson ex W. Smith = <i>Petroneis humerosa</i> (Brébisson ex W.Smith) A. J. Stickle & D. G. Mann	<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg
<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg	<i>Actinoptychus splendens</i> (Shaldbolt) Ralfs ex Pritchard
<i>Navicula</i> sp.1	FAMÍLIA COSCINODISCACEAE
<i>Trachyneis aspera</i> (Ehrenberg) Cleve	<i>Coscinodiscus centralis</i> Ehrenberg
FAMÍLIA PLEUROSIGMATACEAE	<i>Coscinodiscus excentricus</i> Ehrenberg = <i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve
<i>Gyrosigma balticum</i> (Ehrenberg) Rabenhorst	<i>Coscinodiscus granii</i> Gough
<i>Gyrosigma</i> sp.	<i>Coscinodiscus kützingii</i> A. Schmidt
<i>Pleurogirosigma</i> sp.1	<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehrenberg
<i>Pleurogirosigma</i> sp.2	<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> (Ehrenberg) Ehrenberg
<i>Pleurogirosigma</i> sp.3	<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehrenberg
ORDEM SURIRELLALES	ORDEM HEMIAULALES
FAMÍLIA ENTOMONEIDACEAE	FAMÍLIA BELLEROCHACEAE
<i>Entomoneis alata</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	<i>Bellerochea malleus</i> (Brightwell) van Heurck
<i>Entomoneis paludosa</i> (W. Smith) Reimer in Patrick & Reimer	FAMÍLIA HEMIAULACEAE
<i>Entomoneis pulchra</i> (Bailey) Reimer in R. M. Patrick & C. W. Reimer	<i>Hemiaulus indicus</i> Karsten
FAMÍLIA SURIRELLACEAE	ORDEM LITHODESMIALES
<i>Campylodiscus clypeus</i> (Ehrenberg) Ehrenberg ex Kützing	FAMÍLIA LITHODESMIACEAE
<i>Campylodiscus fastuosus</i> Ehrenberg	<i>Lithodesmium undulatum</i> Ehrenberg
<i>Campylodiscus</i> sp.	ORDEM MELOSIRALES
<i>Psammodictyon panduriforme</i> (W. Gregory) D.G. Mann in Round	FAMÍLIA ENDICTYACEAE

Tabela 1: Continuação

<i>Endictya oceanica</i> Ehrenberg	ORDEM FRAGILARIALES
FAMÍLIA MELOSIRACEAE	FAMÍLIA FRAGILARIACEAE
<i>Melosira dubia</i> C. G. Kützing	<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round in Round,
<i>Melosira moniliformis</i> (O.F.Müller) C. Agardh	R. M. Crawford & D. G. Mann
<i>Melosira nummuloides</i> C. Agardh	<i>Ceratoneis</i> sp.
ORDEM PARALIALES	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières
FAMÍLIA PARALIACEAE	<i>Fragilaria</i> sp.
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve	<i>Podocystis adriatica</i> (Kützing) Ralfs in Pritchard
ORDEM THALASSIOSIRALES	<i>Synedra affinis</i> Kützing
FAMÍLIA LAUDERIACEAE	<i>Synedra crystallina</i> (C. Agardh) Kützing
<i>Lauderia</i> sp.	<i>Synedra elongatum</i>
FAMÍLIA THALASSIOSIRACEAE	<i>Synedra formosa</i> Hantzsch
<i>Thalassiosira leptopus</i> (Grunow ex Van Heurck) Hasle &	<i>Synedra gaillonii</i> (Bory de Saint-Vincent) Ehrenberg
G. Fryxell	<i>Synedra undulata</i> (J. W. Bailey) Gregory
<i>Thalassiosira lineata</i> Josué	FAMÍLIA GRAMMATOPHORACEAE
<i>Thalassiosira</i> sp.1	<i>Grammatophora angulosa</i> Ehrenberg
ORDEM TRICERATIALES	<i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kützing
FAMÍLIA TRICERATIACEAE	<i>Grammatophora oceanica</i> Ehrenberg
<i>Cerataulus smithii</i> Ralfs ex Pritchard	ORDEM LICMOPHORALES
<i>Cerataulus turgidus</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	FAMÍLIA LICMOPHORACEAE
<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) C. Agardh	<i>Licmophora abbreviata</i> C. Agardh
<i>Odontella longicruris</i> (J. W. Bailey) Grunow	<i>Licmophora ehrenbergii</i> (Kützing) Grunow
<i>Odontella mobiliensis</i> (Greville) M. A. Hoban	<i>Licmophora gracilis</i> (Ehrenberg) Grunow
<i>Odontella regia</i> (M. Schultze) Simonsen	<i>Licmophora lyngbyei</i> (Kützing) Grunow ex Van Heurck
<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compère	<i>Licmophora remulus</i> Grunow
<i>Triceratium antediluvianum</i> (Ehrenberg) Grunow	<i>Licmophora</i> sp.
<i>Triceratium dubium</i> Brightwell	ORDEM RHABDONEMATALES
<i>Triceratium favus</i> Ehrenberg	FAMÍLIA RHABDONEMATACEAE
<i>Triceratium formosum</i> Brightwell	<i>Rhabdonema adriaticum</i> Kützing
<i>Triceratium pentacrinus</i> (Ehrenberg) Wallich	ORDEM STRIATELLALES
CLASSE DICTYOCHOPHYCEAE	FAMÍLIA STRIATELLACEAE
ORDEM DICTYOCHALES	<i>Striatella unipunctata</i> (Lyngbye) C. Agardh = <i>Fragilaria</i>
FAMÍLIA DICTYOCHACEAE	<i>unipunctata</i> (Lyngbye) C. Agardh
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg	ORDEM THALASSIONEMATALES
CLASSE FRAGILARIOPHYCEAE	FAMÍLIA THALASSIONEMATACEAE
ORDEM CLIMACOSPHEANIALES	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky
FAMÍLIA CLIMACOSPHENIACEAE	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> (Grunow) Grunow
<i>Climacosphenia elongata</i> Mereschkowsky	
<i>Climacosphenia moniligera</i> Ehrenberg	
<i>Climacosphenia</i> sp.	
ORDEM FRAGILARIALES	
FAMÍLIA FRAGILARIACEAE	

4.6.2 Abundância relativa

Quanto à abundância relativa, nenhum táxon foi considerado dominante. As espécies abundantes foram *Climacosphenia elongata* Mereschkowsky, *Surirella fastuosa* Ehrenberg, *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve, *Thalassiosira lineata* Josué, *Melchersiella hexagonalis* C. Teixeira, *Odontella aurita* (Lyngbye) C. Agardh, *Grammatophora oceanica* (Lyngbye) Kützing, *Psammodictyon panduriforme* (W. Gregory) D. G. Mann in Round, *Rhabdonema adriaticum* Kützing, *Isthmia enervis* Ehrenberg, *Nitzschia sigma* W. Smith, *Podocystis adriatica* (Kützing) Ralfs in Pritchard, *Campyloneis grevillei* (W. Smith) Grunow & Eulenstein in Grunow, *Prorocentrum micans* Ehrenberg, *Thalassiosira* sp.1, *Protoperidinium brevipes* (Paulsen) Balech, *Thalassiosira leptopus* (Grunow ex Van Heurck) Hasle & G.Frywell, *Grammatophora marina* Ehrenberg, *Coscinodiscus granii* Gough, *Protoperidinium pellucidum* (Gran) Balech e *Ostreopsis* sp. Foram classificadas 127 espécies como sendo raras.

4.6.3 Frequência de ocorrência

Dos 148 táxons identificados, 35 foram classificados como muito frequentes representando 23.65%, 36 espécies como frequentes (24.32%), 38 táxons como pouco frequentes (25.68%) e 39 organismos classificados como esporádicos perfazendo 26.35% das amostras.

Dentre os táxons classificados como muito frequentes encontram-se: *Coscinodiscus centralis* Ehrenberg, *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve, *Psammodictyon panduriforme* (W. Gregory) D. G. Mann in Round, *Rhabdonema adriaticum* Kützing e *Surirella fastuosa* Ehrenberg com 100% de frequência de ocorrência, seguidos por: *Climacosphenia elongata* Mereschkowsky, *Grammatophora oceanica* (Lyngbye) Kützing, *Nitzschia sigma* (Kützing) W. Smith, *Thalassiosira lineata* Josué, *Trachyneis aspera* (Ehrenberg) Cleve, *Isthmia enervis* Ehrenberg, *Odontella aurita* (Lyngbye) C. Agardh, *Campylodiscus clypeus* (Ehrenberg) Ehrenberg ex Kützing, *Campyloneis grevillei* (W. Smith) Grunow & Eulenstein in Grunow, *Melchersiella hexagonalis* C. Teixeira, *Podocystis adriatica* (Kützing) Ralfs in Pritchard, *Triceratium pentacrinus* (Ehrenberg) Wallich, *Striatella unipunctata* (Lyngbye) C. Agardh, *Navicula arenaria* Donkin, *Cocconeis heteroidea* Hantzsch, *Mastogloia splendida* (Gregory) H. Pergallo, *Triceratium antediluvianum* (Ehrenberg) Grunow, *Entomoneis pulchra* Bailey,

Pleurogirosigma sp.1, *Prorocentrum micans* Ehrenberg, *Protoperidinium* sp., *Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Round, *Bacillaria paxillifera* (O. F. Müller) T. Marsson, *Licmophora ehrenbergii* (Kützing) Grunow, *Biddulphia biddulphiana* (J. E. Smith) Boyer, *Pleurogirosigma* sp.2, *Actinopterychus senarius* (Ehrenberg) Ehrenberg, *Navicula* sp.1, *Protoperidinium brevipes* (Paulsen) Balech, e *Diploneis crabro* (Ehrenberg) Ehrenberg variando de 97.22% a 72.22%. As demais espécies foram classificadas nas categorias de frequentes, pouco frequentes e esporádicas.

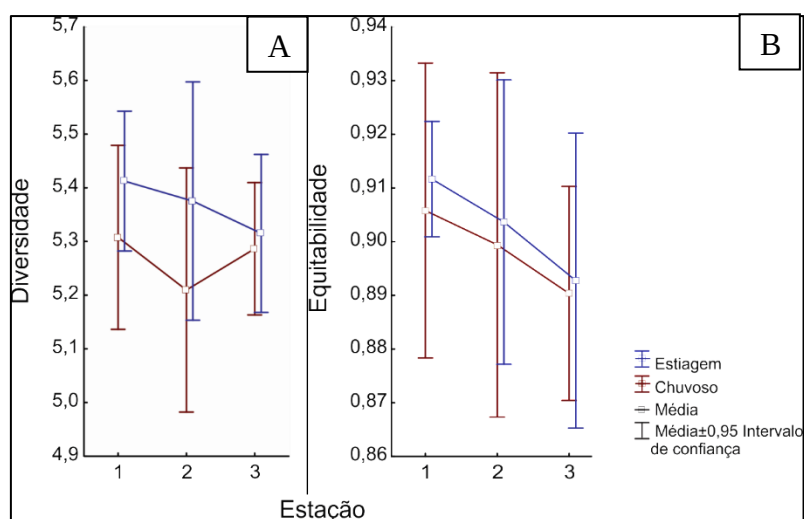
4.6.4 Diversidade específica

Os índices de diversidade específica no ambiente recifal de Tamandaré caracterizaram a comunidade fitoplânctônica com uma alta diversidade em 100% das amostras, com valores maiores que 3 bits. Quanto à sazonalidade a diversidade registrou média de 4.26 no período chuvoso e 4.36 e na estiagem. Em relação à espacialidade as médias foram de 4.36 (ponto 1), 4.39 (ponto 2) e 4.30 (ponto 3). Para os estágios de maré, as médias foram 4.31 (baixa-mar) e 4.32 (preamar).

4.6.5 Equitabilidade

A distribuição das espécie, foi considerada equitativa com todos os valores acima de 0.5. A média do período chuvoso foi de 0.89 e da estiagem 0.90. Quanto aos pontos de coleta as médias foram de 0.90 nos pontos 1 e 2 e 0.89 no ponto 3. Para os estágios de maré as médias foram de 0.90 em baixa-mar e 0.89 em preamar. Tanto a diversidade específica quanto a equitabilidade não apresentou diferença significativa entre os períodos climáticos, pontos de coleta e estágios de maré (Figura 3).

Figura 3: Diversidade (A) e Equitabilidade (B) do fitoplâncton no ecossistema recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil.



4.6.6 Ecologia das espécies

As espécies foram classificadas de acordo a permanência no plâncton, sendo planctônica (oceânicas, neríticas e dulcícolas) ou ticoplanctônica (nerítica, estuarina e dulcícola). Os organismos planctônicos (neríticos e oceânicos) estiveram representados por 20 dinoflagelados, e 30 diatomáceas, enquanto que as espécies ticoplanctônicas (nerítica e estuarina) foram 1 dinoflagelado e 55 diatomáceas. As dulcícolas foram representadas por 2 cianobactérias e 2 diatomáceas. A maioria das espécies encontradas na área de estudo foi ticoplanctônica nerítica com 52 táxons (47.27%) seguidas das planctônica nerítica com 27 espécies (24.54%), planctônica oceânica com 23 táxons (20.90%), estuarinas com 4 espécies (3.63%) e dulcícolas com 4 táxons (3.63%) (Tabela 2).

Tabela 2: Ecologia das espécies encontradas no ecossistema recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil.

Categoria		Nº de Táxons	%	Táxons encontrados
PLANCTÔNICA	Oceânica	23	20.90	<i>Neoceratium fusus</i> , <i>Neoceratium pentagonum</i> , <i>Neoceratium teres</i> , <i>Neoceratium tricoceros</i> , <i>Prorocentrum micans</i> , <i>Protoperidinium divergens</i> , <i>Protoperidinium latispinum</i> , <i>Protoperidinium pentagonum</i> , <i>Protoperidinium pellucidum</i> , <i>Protoperidinium stenii</i> , <i>Achnantes longipes</i> , <i>Bacillaria paxillifera</i> , <i>Bacteriastrium hyalinum</i> , <i>Coscinodiscus centralis</i> , <i>Coscinodiscus kützingii</i> , <i>Coscinodiscus marginatus</i> , <i>Endictya oceanica</i> , <i>Grammatophora oceanica</i> , <i>Lithodesmium undulatum</i> , <i>Thalassionema nitzschioides</i> , <i>Thalassiosira leptopus</i> , <i>Thalassiosira lineata</i> , <i>Thalassiotrix frauenfeldii</i> .
	Nerítica	27	24.54	<i>Gonyaulax polygramma</i> , <i>Neoceratium furca</i> , <i>Prorocentrum balticum</i> , <i>Prorocentrum compressum</i> , <i>Prorocentrum sigmoide</i> , <i>Protoperidinium bispinum</i> , <i>Protoperidinium brevipes</i> , <i>Protoperidinium cassum</i> , <i>Protooperidinium ovatum</i> , <i>Protoperidium pyriforme</i> , <i>Actinoptychus senarius</i> , <i>Asterionellopsis glacialis</i> , <i>Bellerochea malleus</i> , <i>Biddulphia tridens</i> , <i>Campylodiscus fastuosus</i> , <i>Coscinodiscus granii</i> , <i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> , <i>Coscinodiscus radiatus</i> , <i>Dictyocha fibula</i> , <i>Hemiaulus indicus</i> , <i>Nitzschia pungens</i> var. <i>atlantica</i> , <i>Melchersiella hexagonalis</i> , <i>Odontella longicruris</i> , <i>Odontella mobiliensis</i> , <i>Odontella regia</i> , <i>Pleurosira leaves</i> , <i>Striatella unipunctata</i>
	Dulcícola	2	1.81	<i>Oscillatoria limosa</i> , <i>Oscillatoria princeps</i>

TICOPLANCTONICA	Nerítica	52	47.27	<i>Prorocentrum lima</i> , <i>Amphora angusta</i> , <i>Amphora arenaria</i> , <i>Actinoptychus splendens</i> , <i>Biddulphia antediluviana</i> , <i>Biddulphia biddulphiana</i> , <i>Campylodiscus clypeus</i> , <i>Campyloneis grevillei</i> , <i>Cerataulus smithii</i> , <i>Cerataulus turgidus</i> , <i>Climacosphenia elongata</i> , <i>Climacosphenia moniligera</i> , <i>Cocconeis heteroidea</i> , <i>Cocconeis scutellum</i> , <i>Coscinodiscus excentricus</i> , <i>Cylindrotheca closterium</i> , <i>Diploneis bombus</i> , <i>Diploneis crabro</i> , <i>Entomoneis paludosa</i> , <i>Navicula forcipata</i> , <i>Grammatophora angulosa</i> , <i>Grammatophora marina</i> , <i>Isthmia enervis</i> , <i>Licmophra abbreviata</i> , <i>Licmophora ehrenbergii</i> , <i>Licmophora gracilis</i> , <i>Licmophora lyngbyei</i> , <i>Licmophora remulus</i> , <i>Lyrella lyra</i> , <i>Mastogloia fimbriata</i> , <i>Mastogloia splendida</i> , <i>Melosira dubia</i> , <i>Melosira nummuloides</i> , <i>Melosira moniliformes</i> , <i>Navicula arenaria</i> , <i>Nitzschia angularis</i> , <i>Nitzschia lanceolata</i> , <i>Nitzschia longissima</i> , <i>Nitzschia lorenziana</i> , <i>Nitzschia sigma</i> , <i>Odontella aurita</i> , <i>Paralia sulcata</i> , <i>Petroneis humerosa</i> , <i>Podocystis adriatica</i> , <i>Psammodictyon panduriforme</i> , <i>Rhabdonema adriaticum</i> , <i>Surirella fastuosa</i> , <i>Triceratium dubium</i> , <i>Triceratium favus</i> , <i>Triceratium formosum</i> , <i>Triceratium pentacrinus</i> , <i>Tryblionella compressa</i>
	Estuarina	4	3.63	<i>Amphiprora pulchra</i> , <i>Entomoneis alata</i> , <i>Gyrosigma balticum</i> , <i>Synedra gaillonii</i>
	Dulcícola	2	1.81	<i>Fragilaria capucina</i> , <i>Synedra affinis</i>

4.6.7 Análise de Agrupamentos

De acordo com os resultados obtidos pela análise de agrupamento (MDS) não foi detectada variação sazonal e espacial. Entretanto, em se tratando dos diferentes estágios de maré detectou-se a formação de dois grupos, onde o de baixa mar esteve mais concentrado. As espécies que mais contribuíram para o agrupamento das amostras foram *Thalassiosira leptopus*, *Grammatophora marina*, *Protopteridinium bispinum*, *Coscinodiscus granii* e *Protopteridinium pellucidum* (Figura 4, 5 e 6).

Figura 4: Análise de agrupamento em relação aos diferentes períodos climáticos no recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil.

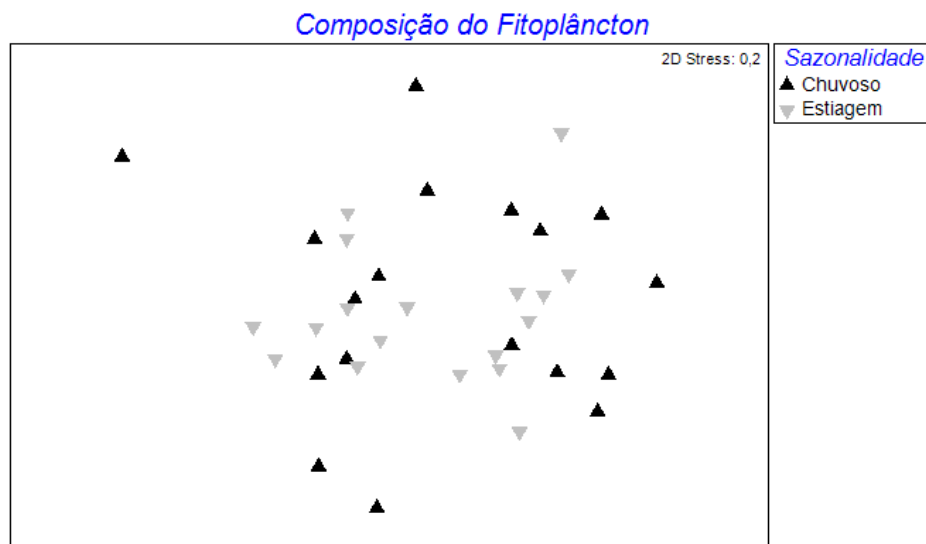
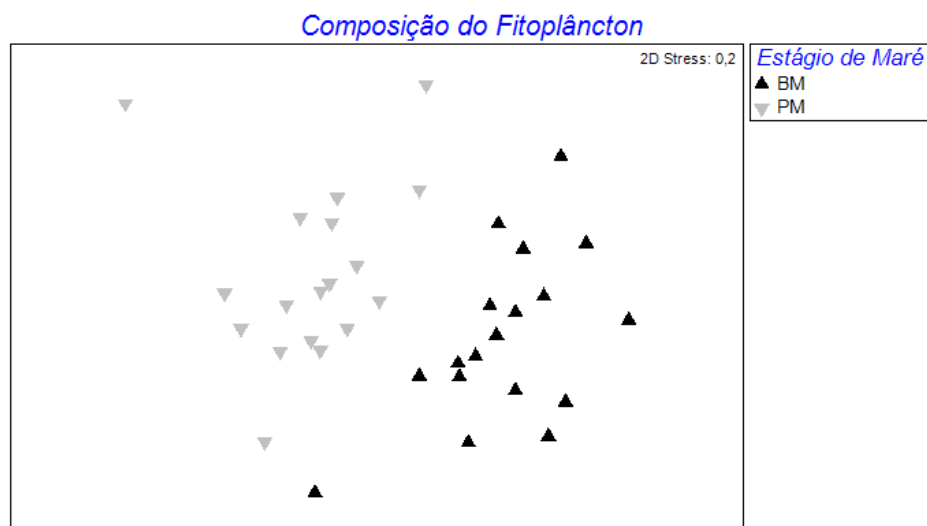


Figura 5: Análise de agrupamento em relação aos diferentes pontos de amostragem no ecossistema recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil.



Figura 6: Análise de agrupamento em relação aos diferentes estágios de maré no ecossistema recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil.



4.7 DISCUSSÃO

Diversos autores descrevem os recifes de corais, como sendo um dos ecossistemas mais ricos em biodiversidade e produtivos dos oceanos (Bellewood, Hoey e Choat, 2003; Callum e Rupert, 1987; Pellisier *et al.*, 2014; Veron *et al.*, 2009). Essa produtividade resulta principalmente da atividade fotossintética das microalgas, que exportam matéria orgânica para os demais níveis tróficos, sustentando os ecossistemas marinhos (Chen *et al.*, 2005; Fitt *et al.*, 2009; Sorokin, 1990).

A área recifal de Tamandaré esteve representada por uma comunidade fitoplanctônica com elevado número de táxons, devido à boa condição ambiental. Fato este também observado por outros autores como Moura (1991), Rosevel da Silva *et al.* (2005) ambos na Baía de Tamandaré e Amancio (2005) na praia de Campas, demonstrando que desde o ano de 1991 até 2013, o ecossistema tem se mostrado bastante equilibrado. Em outras áreas do litoral nordestino, resultado semelhante foi observado por Melo Magalhães *et al.* (1999) em Paripueira (AL), Mayal *et al.* (2009) nos parrachos de Maracajaú (RN); Bastos (2011) nos recifes da Maracaípe e Jales *et al.* (2013) no ambiente recifal de Serrambi.

No ambiente estudado, o grupo das diatomáceas foi o mais representativo, seguido por dinoflagelados. Resultados semelhantes foram observados por Eskinazi-Leça, Silva-Cunha e Koenig (1989) na plataforma continental de Pernambuco; Melo Magalhães *et al.* (1999) no Parque Nacional Marinho de Paripueira (AL); Pereira *et al.* (2005) na zona costeira de Olinda; Mayal *et al.* (2009) nos parrachos de Maracajaú (RN); Mello (2009) na zona costeira de Sirinhaém; Ferreira *et al.* (2010) em praias urbanas do litoral sul de Pernambuco; Bastos (2011) na zona costeira de Maracaípe; Jales *et al.* (2013) no ecossistema recifal de Serrambi; Ferreira *et al.* (2013) na praia de Brasília Teimosa; Melo *et al.* (2013) nas áreas costeiras ao porto do Recife; Ferreira *et al.* (2015) em São José da Coroa Grande e Machado (2015) em Porto de Galinhas.

O mesmo padrão foi observado em outros lugares do mundo como por Furnas e Mitchell (1986) na região costeira da Austrália, por Jacquet *et al.* (2006) na zona costeira de Nova Caledônia e Merino *et al.* (2013) na Península de Yucatan próximo ao mar do Caribe.

A maior representatividade das diatomáceas em regiões costeiras estar associada a maior disponibilidade de nutrientes (Passavante e Feitosa, 2004; Procopiak *et al.*, 2006) podendo chegar a constituir mais de 80% do fitoplâncton (Eskinazi-Leça *et al.*, 2004).

Nenhuma das espécies do grupo das diatomáceas foi considerada dominante, 21 foram classificadas como abundantes e 35 como muito frequentes. Os táxons classificados como abundantes e muito frequentes foram consideradas espécies-chave, entre elas estão às diatomáceas: *Paralia sulcata*, *Psammodictyon panduriforme*, *Rhabdonema adriaticum* e *Surirella fastuosa*. Vale ressaltar que em trabalhos pretéritos realizados em Tamandaré (Moura, 1991; Rosevel da Silva *et al.*, 2005) já haviam registrado a presença destas espécies, porém elas não se destacaram em termos de frequência de ocorrência e abundância.

Amancio (2005) destacou *P. sulcata* como frequente e *S. fastuosa* como pouco frequente. Amancio (2005), Mayal *et al.* (2009) e Borges *et al.* (2012) registraram *R. adriaticum* como espécie frequente para Tamandaré, Maracajaú (RN) e na área portuária do Recife, respectivamente.

No ecossistema recifal de Serrambi (Jales *et al.*, 2013), também considerou *P. sulcata* e *S. fastuosa* como espécies chaves da área. Já Melo Magalhães *et al.* (1999)

na área recifal de Paripueira (AL), Mello (2009) em Sirinhaém; Ferreira *et al.* (2010; 2013) para as praias urbanas do litoral sul de Pernambuco e Bastos (2011) na zona costeira de Maracáípe, registraram a presença marcante da espécie *P. sulcata*.

O segundo grupo que predominou foi o dos dinoflagelados, representado 17,56% das espécies identificadas. Este padrão também foi relatado por Amancio (2005) na praia de Campas; Ferreira *et al.* (2010) em praias urbanas do Recife; Bastos (2011) em Maracáípe; Borges *et al.* (2012) na área portuária do Recife; Jales *et al.* (2013) em Serrambi; Ferreira (2015) em São Jose da Coroa Grande e Machado (2015) em Porto de Galinhas.

Esses organismos passam a ser dominantes à medida que se afastam da costa, onde as condições oceanográficas são mais estáveis, demonstrando maior adaptação por águas mais transparentes e oligotróficas. Fato este constatado em estudos na plataforma continental de Pernambuco (Koenig e Macêdo, 1999; Koenig e Lira, 2005; Koenig, Wanderley e Macêdo, 2009 e Ezkinazi-Leça *et al.*, 2004).

No grupo dos dinoflagelados, se destacaram como espécies-chaves: *Prorocentrum micans* e *Protoperdinium brevipes*, por terem sido abundantes e muito frequentes na área estudada. A presença destas espécies planctônicas oceânicas, na região mais costeira, pode ser justificada pelo fato da plataforma continental ser estreita e o seu transporte ser efetuado pelas correntes marinhas (Koenig e Macêdo, 1999).

A espécie *P. micans* torna-se potencialmente tóxica quando ocorre em grandes florações, sendo capaz de intoxicar moluscos, peixes e consequentemente seres humanos (Miotto e Tamanaha, 2012; Rörig *et al.*, 1998; Tenenbaum *et al.*, 2004). Essa espécie esteve bem representada na zona costeira de Serrambi (Jales *et al.*, 2013) em outras regiões do litoral brasileiro como constatado por Islabão e Odebrecht (2011) na plataforma do sul do Brasil; Rörig *et al.* (op. cit.) na Enseada da Armação (SC); Tenenbaum *et al.* (2004) no Porto de Sepetiba (RJ). Vale ressaltar que apesar da espécie citada anteriormente ter sido classificada como abundante e muito frequente, não foi observado florações nem danos à biota marinha do local.

Por ser considerada uma espécie cosmopolita, sua representatividade em outras regiões do mundo foi relatada por Lucero, López e Díaz (2011) na Bahía de La Paz no México e Rai e Madaiah (2014) na área costeira de Kerala, no sudoeste da Índia.

O sistema pelágico estudado apresentou uma diversidade e equitabilidade elevada, o que evidencia uma área estável e equilibrada, onde várias espécies podem se beneficiar do mesmo ambiente. Fato constatado também por Mayal *et al.*, (2009) nos parrachos de Maracajaú (RN); Mello (2009) em Sirinhaém; Bastos (2011) na zona costeira de Maracaípe e Jales *et al.*, (2013) em Serrambi.

Em praias urbanizadas, esse índice tende a cair em função da ação antrópica, como constatado por Campelo *et al.* (2002) na praia de Carne de Vaca e Ferreira *et al.* (2010) em Brasília Formosa, Boa Viagem e Piedade, que obtiveram índices mais baixos em virtude do predomínio das espécies *Bellerrochea malleus* e *Coscinodiscus centralis*, respectivamente.

No presente estudo, também foram registradas a ocorrência de espécies estuarinas (*Amphiprora pulchra*, *Entomoneis alata*, *Gyrosigma balticum*, *Synedra gaillonii*) e dulcícolas (*Fragilaria capucina*, *Oscillatoria limosa*, *Oscillatoria princeps*, e *Synedra affinis*). A presença destas espécies esteve diretamente associada o efeito da pluma dos rios Una, Ilhetas e Mamucabas na região. Segundo Macedo (2009), o monitoramento por sensoriamento remoto permitiu concluir que a pluma do rio Una é a principal fonte de material terrígeno atingindo a Baía de Tamandaré.

Amancio (2005), na praia de Campas e Rosevel da Silva *et al.* (2005) na Baía de Tamandaré, também registraram a presença das espécies dulcícolas *Oscillatoria princeps* e *Fragilaria capucina*. O mesmo foi constatado em outras áreas do litoral de Pernambuco por Mello (2009) em Sirinhaém; Borges *et al.* (2012) na região portaria do Recife; Jales *et al.* (2013) em Serrambi e Ferreira *et al.* (2013) na praia de Brasília Formosa.

As espécies consideradas chaves para Tamandaré, consideradas marinhas ticoplanctônicas, cosmopolitas, não são potencialmente tóxicas (Avancini *et al.*, 2005; Silva-Cunha e Ezkinazi-Leça, 1990; Santiago-Hussein e Oliveira, 2005). A presença marcante destas espécies, está associado ao forte hidrodinamismo do local (embate das ondas sobre os recifes, ação dos ventos, correntes, maré) que promove a ressuspensão do sedimento e conduz essas espécies para a coluna d'água.

Corroborando com a afirmativa acima Macedo (2009), observou correlações significativas entre a sedimentação, os parâmetros meteorológicos e oceanográficos,

indicando altas taxas de remobilização do sedimento diretamente influenciados pelas ondas e variações de maré na área estudada.

4.8 CONCLUSÕES

A comunidade fitoplanctônica do ecossistema recifal de Tamandaré esteve composta por 148 táxons, sendo o grupo das diatomáceas o mais representativo. As espécies consideradas chave para o ambiente estudado foram *Paralia sulcata*, *Psammodictyon panduriforme*, *Rhabdonema adriaticum*, *Surirella fastuosa*, *Prorocentrum micans* e *Protoperidinium brevipes*. O predomínio das espécies fitoplanctônicas reflete o forte hidrodinamismo do local. A composição florística mostrou-se diversa e bem distribuída, sendo característica de área com excelente qualidade ambiental.

4.9 REFERÊNCIAS

Algaebase, Inc: www.algaebase.org.

Amancio, F.C., 2005. *Interação entre o fitoplâncton e parâmetros ambientais: subsídio na gestão ambiental marinha*. Recife, Brasil: Universidade Federal de Pernambuco, Master's thesis, 88p.

Avancini, M.; Cicero, A.M.; Di Girolamo, I.; Innamorati, M.; Magaletti E., e Zunini, T. S., 2006. Guida al riconoscimento del plâncton dei mari italiani - Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino costiero, Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare – DPN/ ICRAM - *Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare*, v. I.

Balech, E., 1988. Los Dinoflagelados Del Atlántico Sudoccidental. Publicaciones Especiales Instituto Español de Oceanografía. Madrid: Ministerio da Agricultura y Alimentación. (*Publicaciones Especiales*), 310 p.

Baliarsingh, S.K.; Ku Sahu, B.; Srichandan, S.; Sahu, K.C.; Lotliker, A.A., and Kumar, T.S., 2013. Seasonal variation of phytoplankton community in Gopalpur Creek: a tropical tidal backwater ecosystem, East Coast of India. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, (42)5, pp.622-634.

Bastos, R.B.; Feitosa, F.A.N.; Koenig, M.L.; Machado, R.C.A., e Muniz, K., 2011. Caracterização de uma zona costeira tropical (Ipojuca-Pernambuco-Brasil): produtividade fitoplanctônica e outras variáveis ambientais. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 15(1), 01-10.

- Bastos, R.B., (2011). *Estrutura da comunidade fitoplanctônica da zona costeira de Maracápe (Ipojuca-Pernambuco)*. Universidade Federal de Pernambuco. Master's thesis, 191p.
- Bellwood, D.R.; Hoey, A.S., and Choat, H., 2003. Limited functional redundancy in high diversity systems: resilience and ecosystem function on coral reefs. *Ecology*, v.6, p. 281-285.
- Borges, G.C.P.; Silva-Cunha, M.G.G.; Santiago, M.F., e Lima, J.C., 2012. Comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais em área portuária, nordeste do Brasil. *Tropical Oceanography*, Recife, v.40, n.2, p.309-318.
- Campelo, M.J.A.; Koenig, M.L., e Passavante, Z.O., 2002. Microalgas da Praia de Carne de Vaca, Goiana, Pernambuco, Brasil. *Bol. Lab. Hidrobiol.*, São Luís, v.14/15, p.1-17.
- Callum, M.R., and Rupert, F.G.O., 1987. Habitat complexity and coral reef fish diversity and abundance on Red Sea fringing reefs, *Marine Ecology*, v.14, p. 1-8.
- Chen, C.A.; Yang, Y.W.; Wei, N.V.; Tsai, W.S., and Fang, L.S., 2005. Symbiont diversity in scleractinian corals from tropical reefs and subtropical non-reef communities in Taiwan. *Coral Reefs*, 24, 11-22.
- Chisholm, S.W., 2000. Stirring times in the Southern Ocean. *Nature*, v. 407, p. 685-687.
- Costa Jr. O.S., 2007. Anthropogenic nutrient pollution of coral reefs in Southern Bahia, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 55(4), 265-279.
- CPRH, 2003. Definição dos pontos de contorno da linha de preamar máxima atual do litoral do município de Ipojuca – PE. Relatório final: Termo de Referência MMA/PNMA II—SECTMA No. 249. 36p. <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/pnma2/relatorio-final.pdf>.
- Cupp, E.D., 1943. Marine plankton diatom of the west coast of North America. *Bulletin of the Institution of Oceanography*. Berkeley, CA, University Califórnia. Technical. Serie, v. 6, p. 1-237.
- Desikachary, T.V., 1959. Cyanophyta. New Delhi, Indian Council of Agricultural Research, 686p.
- Dodge, J.D.; Marshall, H.G., 1994. Biogeographic analysis of the armored planktonic dinoflagellate *Ceratium* in the north Atlantic and adjacent seas. *Journal Phycology*, v.30, n.6, p.905-922.
- Eskinazi-Leça, E.; Koenig, M.L., e Silva-Cunha, M.G.G., 2004. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica. In: Eskinazi-Leça, E.; Neumann-Leitão, S.; Costa, M. F. (eds.) *Oceanografia: um cenário tropical*. Recife: Bagaço, p. 353-373.

Ezkinazi-Leça, E.; Silva-Cunha, M.G.G., e Koenig, M.L., 1989. Variação quantitativa do fitoplâncton na plataforma continental de Pernambuco (Brasil). *Florianópolis*, v.19, p. 179-190.

Feitosa, F.A.N. e Passavante, J.Z.O., 2004. Produtividade fitoplanctônica e hidrologia do Atol das Rocas (Brasil). In: Chellappa, N.T. Chellappa, S., and Passavante, J.Z O. (eds.), *Ecologia Aquática Tropical*. Natal, Brasil: ServGraf, pp. 143-156.

Feitosa, A.N.F. e Bastos, R.B., 2007. Produtividade fitoplanctônica e hidrologia do ecossistema costeiro de Maracajaú – RN. *Arquivos de Ciências do Mar*, 40(2), 26-36.

Ferreira, L.C.; Silva-Cunha, M.G.G.; Koenig, M.L.; Feitosa, F.A.N.; Santiago, M.F., e Muniz, K., 2010. Variação temporal do fitoplâncton em três praias urbanas do litoral sul do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Acta botânica Brasilica*. v.24, n.1, p. 214-224.

Ferreira, C.L.; Silva-Cunha, M.G.G.; Firmo, A.L.B.; Borges, G.C.P.; Lima, J.C.; LIMA, E.P., e Silva, N.B.A., 2013. Fitoplâncton como ferramenta de gestão ambiental na praia de Brasília Teimosa, Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Tropical Oceanography*, v.41, n.1-2, p. 120-131.

Ferreira, L.C.; Silva-Cunha, M.G.G.; Aquino, E. P.; Borges, G.C.P.; Feitosa, F.A.N.; Eskinazi-Leça, E., e Lima, J.C., 2015. Temporal and spatial variation of phytoplankton in a tropical reef area of Brazil. *Tropical Ecology*, v. 3, n.56, p.367-382.

Fitt, W.K.; Gates, R.D.; Hoegh-Guldberg, O.; Bythell, J.C.; Jatkar, A.; Grottoli, A.G.; Gomez, M.; Fisher, P.; Lajuenesse, T.C.; Pantos, O.; Iglesias-Prieto, R.; Franklin, D.J.; Rodrigues, L.J.; Torregiani, J.M.; Woesik, R.V., and Lesser, M.P., 2009. Response of two species of Indo-Pacific corals, *Porites cylindrica* and *Stylophora pistillata*, to short-term thermal stress: The host does matter in determining the tolerance of corals to bleaching. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 373, 102–110.

Furnas, M.J., and Mitchell, A.W.; 1986. Phytoplankton dynamics in the central Great Barrier Reef-I. Seasonal changes in biomass and community structure and their relation to intrusive activity. *Continental Shelf Research*, v.6, n.3, p364-384.

Hallegraeff, G.M., 2010. Ocean climate change, phytoplankton community responses, and harmful algal blooms: a formidable predictive challenge. *Journal Phycology*, v. 46, p.220–235.

Hoek, C.; Mann, D.G., and Jahns, H.M., 1995. Algae: an introduction to phycology. *Cambridge University Press*, Cambridge, 623p.

Hoppenrath, M.; Elbrächter, M.; Drebes, G.; 2009. Marine Phytoplankton: Select microphytoplankton species from the North Sea around Helgoland and Sylt. *Kleine Senckenberg – Reihe*, p. 264.

Islabão, C., and Odebrecht, C., 2011. Dinoflagelados (Peridinales, Prorocentrales) do microplâncton na plataforma continental e talude do extremo sul do Brasil (Inverno 2005, verão 2007). *Neotropica*, v.11(3), p. 153-166.

Koenig, M.L. and Macêdo, S.J., 1999. Hydrology and phytoplankton community structure at Itamaracá-Pernambuco (Northeast Brazil). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, 42, 381-39.

Koenig, M.L. & Lira, C.G., 2005. O gênero *Ceratium* Schrank (Dinophyta) na plataforma continental e águas oceânicas do Estado de Pernambuco, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, São Paulo, v. 19, n.2, p.391-397.

Koenig, M.L.; Wanderley, B.E., and Macêdo, S.J. 2009. Microphytoplankton structure from the neritic and oceanic regions of Pernambuco State – Brazil. *Brazilian Journal Biology*, v.64, n.4, p.1037-1046.

Jales, M.C.; Feitosa, F.A.N.; Koenig, M.L.; Bastos, R.B., e Longo A.F.P., 2013. O ecossistema recifal de Serrambi (Pernambuco-Brasil). *Arquivos de Ciências do Mar*, 2013, v.46(2): 27-39.

Jacquet, S.; Delesalle, B.; Torréton, J.P., and Blanchot, J., 2006. Response of phytoplankton communities to increased antropogenic influences (southwestern lagoon, New Caledonia). *Marine Ecology Progress Series*, V.320, P. 65-78.

Licea, L.; Moreno, J.L.; Santoyo, H., and Figueroa, G., 1995. *Dinoflagelados del Golfo de California*. Baja California: Universidad Autonoma de Baja Califórnia. 155 p.

Livingston, R.J. 2001. Eutrophication processes in coastal systems: origin and succession of plankton blooms and effects on secondary production in Gulf Coast Estuaries Center for Aquatic Research and Resource Management. *Florida State University*, CRC Press, 327 p.

Lobo, E. and Leighton, G., 1986. Estructuras comunitárias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de ríos y esteros de la zona central de Chile. *Revista Biológica Marina*, n. 22, p. 1-29.

Losada, A.P.M.; Feitosa, F.A.N., e Lins, I.C., 2003. Variação sazonal e espacial da biomassa fitoplanctônica nos estuários dos rios Ilhetas e Mamucaba (Tamandaré - PE) relacionada com parâmetros hidrológicos. *Tropical Oceanography*, Recife, v. X, n.31, p.1-29.

Lucero, M.O.A.; López, A.M., and Díaz, G.V., 2011. Respuesta Fisiológica del Dinoflagelado *Prorocentrum micans* (Ehrenberg, Vide Balech 1988) a Diferentes Concentraciones de Fosfatos. *Naturaleza y Desarrollo*, v.9, n.2, p. 15-25.

Macedo, E.C., 2009. *Um ensaio sobre a sedimentação e suas implicações ecológicas nos recifes costeiros da Baía de Tamandaré*. Recife, Brasil: Universidade Federal de Pernambuco. Master's thesis, 121p.

Machado, R.C.A.; Feitosa, F.A.N.; Koenig, M.L.; Flores-Montes, M.J.; Bastos, R.B., and Jales, M.C., 2014. Phytoplankton Productivity and Hydrology of Porto de Galinhas Reef Ecosystem (Pernambuco, Brasil). *Journal Coastal Research*, 30(2), 371-378.

- Machado, R.C.A., (2015). *Estrutura da comunidade fitoplanctônica e hidrologia do ecossistema recifal de Porto de Galinhas (Pernambuco-Brasil)*. Universidade Federal de Pernambuco. Master's thesis, 100p.
- Maida, M. e Ferreira, B.P., 2006. *Monitoramento dos Recifes de Coral do Brasil*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 114p.
- Marzeion, B., and Timmermann, A., 2005. A Biophysical feedbacks in the tropical Pacific, *Journal of Climate*. v.18, p. 58-70.
- Mateucci, S. D., and Colma, A., 1982. *La metodologia para el estudio de la vegetacion*. Collection de Monografias Cientificas, [s.i.], n. 22, 1982, 168 p. (Serie Biologia).
- Mayal, E.M.; Neumann-Leitão, S.; Feitosa, F.A.N.; Schawamborn, R.; Silva, T.A., and Silva-Cunha, M.G.G., 2009. Hydrology, Plankton, and Corals of the Maracajaú Reefs (Northeastern Brazil) – an Ecosystem Under Severe Thermal Stress. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(3).
- Medeiros, C.; Macêdo, S.J.; Feitosa, F.A.N., and Koenig, M.L., 1999. Hydrography and phytoplankton biomass and abundance of North-East Brazilian waters. *Archive of Fishery and Marine Research*, vol. 47, no. 2/3, p. 133-151.
- Melo, M.A.F.; Koenig, M.L.; Souto, J.R.F.; Travassos, R.K., e Silva, A.C., 2013. Microfitoplâncton de águas costeiras adjacentes ao Porto do Recife (PE-Brasil). *Tropical Oceanography*, Recife, v.42 (ed. Especial), p.80-94.
- Mello, M.V.L., 2009. *Parâmetros hidrológicos correlacionados com a biomassa e composição fitoplanctônica na região costeira adjacentes à desembocadura do rio Sirinhaém (Pernambuco, Brasil)*. Universidade Federal de Pernambuco. Master's thesis. 125p.
- Melo Magalhães, E.M.; Cavalcanti, M.O.; Guedes, E.A.C., e Lira, M.C.A., 1999. Variação sazonal do microfitoplâncton do Parque Municipal Marinho de Paripueira, Al. *Trabalhos Oceanográficos Universidade Federal de Pernambuco*, Recife, v.27, n.1, p.1-14.
- Miotto, M.C., and Tamanaha, M.S., 2012. Ocorrência de dinoflagelados tecados potencialmente tóxicos e nocivos em cultivos de moluscos situados no município da Penha, SC. *Brazilian Journal Aquatic Science Technology*, v.16(1), 53-67.
- Moura, R.T., 1991. *Biomassa, produção primária do fitoplâncton e alguns fatores ambientais na baía de Tamandaré, Rio Formoso, Pernambuco Brasil*. Recife, Brasil: Universidade Federal de Pernambuco, Master's thesis, 290 p.
- Moura, R.T., e Passavante, J.Z.O., 1994/1995. Biomassa fitoplanctônica da baía de Tamandaré, Rio Formoso-Pernambuco, Brasil. *Trabalho Oceanográfico. Universidade Federal de Pernambuco*, 23, p.1-15.

Passavante, J.Z.O.; Gomes, N.A.; Eskinazi-Leça, E., e Feitosa, F.A.N., 1978/1989. Variação da clorofila *a* do fitoplâncton na plataforma continental de Pernambuco. *Trabalhos de Oceanografia*. Universidade Federal de Pernambuco, v.20, p. 145-156.

Passavante, J.Z.O.; Feitosa, F.A.N., 2004. Dinâmica da produtividade fitoplanctônica na zona costeira marinha. In: Eskinazi-Leça, E.; Neumann-Leitão, S.; Costa, M.F. (Org.) *Oceanografia: um cenário tropical*, Recife: Bagaço, p.425-439.

Pellissier, L.; Leprieur, F.; Parravicini, V.; Cowman, F.; Kulbicki M.P.; Litsios, G.; Olsen, S.M.; Wisz, M.S.; Bellwood, D.R., and Mouillot, D., 2014. Quaternary coral reef refugia preserved fish diversity. *Marine Biogeography*, v.344, 1016-1019.

Peragallo, H., and Peragallo, M., 1897-1908. *Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins*. Amsterdam: Asher, 540p.

Pereira, G.C., 2005. *Mineração de dados para análise e diagnóstico ambiental*. Recife, Brasil: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Master's thesis, 207p.

Pielou, E. C. 1977. *Mathematical ecology*. New York: Wiley. 385p.

Procopiak, L.K.; Fernandes, L.F., e Moreira-Filho, H., 2006. Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Paraná, sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas. *Biota Neotropica*, São Paulo, v.6, n.3, p.1-27.

Rai, S.V., and Rajashekhar, M., 2014. Seasonal assessment of hydrographic variables and phytoplankton community in the Arabian Sea waters of Kerala, Southwest coast of India. *Brazilian Journal of Oceanography*, v.64 (4), p. 279-293.

Rosevel da Silva, M.; Silva-Cunha, M.G.G.; Feitosa, F.A.N., e Muniz, K., 2005. Estrutura da comunidade fitoplanctônica na Baía de Tamandaré (Pernambuco, Nordeste do Brasil). *Tropical Oceanography*, Recife, v.33, n.2, p. 163-181.

Rörig, L.R.G.; Lugli, S.C.P.; Proença, L.A.O.; Manzoni, G.C., e Marenzi, A.C., 1998. Monitorização de microalgas planctônicas potencialmente tóxicas na área de maricultura de Enseada de Armação de Itapocory-Penha-SC. *Notas Técnicas FACIMAR*, v.2, p. 71-79.

Santiago-Hussein, M.C., e Oliveira, P.E., 2005. Taxonomia de diatomáceas fósseis do Holoceno da lagoa Olho d'Água (Recife-Pe). *Geociências*, v.6, p.17-34.

Santiago, M.F.; Silva-Cunha, M.G.G.; Neumann-Leitão, S.; Muniz, K.; Palmeira, G.C. B.; Neto, F.F.P., and Nunes, F.S., 2010. Phytoplankton dynamics in a highly eutrophic estuary in tropical Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 58, n. 3, p. 189-205.

Sassi, R.; Veloso, T. M. G.; Melo, G.N., e Moura, G.F., 1990. Variações diurnas do fitoplâncton e de parâmetros hidrológicos em recifes costeiros do nordeste do Brasil. In: *Anais IV Encontro de Plâncton*, p.61-96.

Shannon, C. E., 1948. A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, v. 27, p. 379-423.

Silva-cunha, M.G.G., e Eskinazi-Leça, E., 1990. *Catálogo das diatomáceas (Bacillariophyceae) da plataforma continental de Pernambuco*. Recife. SUDENE, 318p.

Sorokin, Y., 1990. Plankton in the reef ecosystems. In: Dubinsky, Z. (ed.), *Ecosystems of the world: coral reefs*. Oxford: Elsevier, v.24, p.291-327.

Tenenbaum, D.R.; Marinho, M.M.; Gômara, G.; Viana, S.C., e Matos, M., 2004. Fitoplâncton. In: Vilac, M.C.; Fernandes, F.C.; Jablonski, S.; Neto, A.C.L., e Coutinho, B.H., 2004: Biota da area sob influência do Porto de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Programa GloBallast-Brasil*. 89p.

Tomas, C.R., 1997. *Identifying marine phytoplankton*. San Diego: Academic Press, 858p.

Torres, F.T.P., e Machado, P.J.O., 2011. *Introdução à Climatologia*. São Paulo, Brasil: Cengage Learning, 256p.

Veron, J.E.N.; Hoegh-Guldberg, O.; Lenton, T.M.; Lough, J.M.; Obura, D.O.; Pearce-Kelly, P.; Sheppard, C.R.C.; Spalding, M.; Stafford-Smith, M.G., and Rogers, A.D., 2009. The coral reef crisis: The critical importance of <350 ppm CO₂. *Marine Pollution Bulletin*, 58, 1428–1436.

Merino, V.F.C.; Okolodkov, Y.B.; Treijillo, A.C., and Silveira, J.A., 2013. Phytoplankton of the northern coastal and shelf waters of the Yucatan Peninsula, southeastern Gulf of Mexico, *Journal of Species List and Distribution*, v.9(4), p. 771-779.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho de pesquisa, desenvolvido no ecossistema pelágico de Tamandaré (APA Costa dos Corais) verificou-se que dentre as forçantes físicas que interagem no ambiente, a pluviosidade exerceu influência em algumas variáveis ambientais, sendo mais evidente no período chuvoso. A presença física dos recifes de arenito, permitiu a separação da porção marinha interna da externa, onde a primeira se mantém transparente e estável em baixa-mar. Além disso, as piscinas naturais favorecem o aumento da salinidade em estágio de maré baixa. Foram registrados baixos teores de clorofila *a*, concentrações de nutrientes, estando sempre saturada em oxigênio.

Quanto à comunidade fitoplanctônica foram identificados 148 táxons, sendo as diatomáceas o grupo mais representativo, distribuídos equitativamente entre as pontos de coleta. Não houve táxons dominantes, as espécies chaves foram *Paralia sulcata*, *Psammodictyon panduriforme*, *Rhabdonema adriaticum*, *Surirella fastuosa*, *Prorocentrum micans* e *Protoperidinium brevipes*. A maioria dos táxons foi classificada como ticoplanctônicos, evidenciado um forte hidrodinamismo do local.

Levando-se em consideração o elevado número de táxons, boa distribuição das espécies fitoplanctônicas, baixos teores de sais nutrientes, elevada taxa de saturação do oxigênio e baixa concentração clorofila *a* pode-se concluir que a área encontra-se isenta do processo de eutrofização.

Finalmente, espera-se que os resultados obtidos na presente pesquisa sirvam como ferramenta para o monitoramento e manutenção do estado de conservação da área.

REFERÊNCIAS

AMANCIO, F. C. **Interação entre o fitoplâncton e parâmetros ambientais: subsídio na gestão ambiental marinha**. 88 folhas. Dissertação (Mestrado em Oceanografia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

AQUINO, E.P.; FIGUEIRÊDO, L.G.P.; ANJOS, D.L.; PASSAVANTE, J.S.O.; SILVA-CUNHA, M.G.G. Biomassa fitoplanctônica e fatores ambientais em um estuário tropical do Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 0, n. 1, p. 17-28, 2012.

ARAÚJO, T.C.M.; SEOANE, J.C.; COUTINHO, P.N. Geomorfologia da Plataforma Continental de Pernambuco. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; COSTA, M.F. (eds.), **Oceanografia: um cenário tropical**. Bagaço: Recife. p. 39-58, 2004.

BASTOS, R.B.; FEITOSA, F.A.N.; KOENING, M.L.; MACHADO, R.C.A.; MUNIZ, K. Caracterização de uma zona costeira tropical (Ipojuca-Pernambuco-Brasil): produtividade fitoplanctônica e outras variáveis ambientais. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 15, n.1, p. 01-10, 2011.

BEHRENFELD, M. J.; O'MALLEY, R. T.; SIEGEL, D. A.; MCCLAIN, C. R.; SARMIENTO, J. L.; FELDMAN, G. C.; MILLIGAN, A.J., FALKOWSKI, P. G.; LETELIER, R.M.; BOSS, E. S. Climate-driven trends in contemporary ocean productivity. **Nature**, v. 44. n. 7, p. 752-755, 2006.

BORGES, G.C.P.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; SANTIAGO, M.F.; LIMA, J.C. Comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais em área portuária, nordeste do Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 40, n. 2, p. 309-318, 2012.

BRUCKNER, A. **Life Saving Products from Coral Reefs**, 2007. Disponível em: <http://www.issues.org/18.3/p_bruckner.htm>. Acesso em 05 de dezembro de 2014.

CAMPELO, M.J.A.; PASSAVANTE, J.Z.O.; KOENING, M.L. Biomassa fitoplanctônica (Clorofila a) e parâmetros ambientais na praia de Carne de Vaca, Goiana, Pernambuco, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 27, n. 2, p. 27-41, 1999.

CHAVES, T.B.C.; MAFALDA JR, P.; SANTOS, C.; SOUZA, C.S.; MOURA, G.; SAMPAIO, J.; MELO, G.; PASSAVANTE, J.Z.O.; FEITOSA, F.A.N. Biomassa planctônica e hidrografia na zona econômica exclusiva do nordeste do Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 34, n. 1, p. 12-30, 2006.

CHISHOLM, S.W. Stirring times in the Southern Ocean. **Nature**, v. 407, p. 685-687, 2000.

CLOERN, J. E.; JASSBY, A. D. Complex seasonal patterns of primary producers at the land-sea interface. **Ecology Letters**, v. 11, p. 1294-1303, 2008.

COELHO, P.A.; BATISTA-LEITE, L.; SANTOS, M.A.C.; TORRES, M.A.F. O manguezal. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; COSTA, M.F. (eds.), **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Bagaço, p. 641-688, 2004.

COSTA Jr. O.S. Anthropogenic nutrient pollution of coral reefs in Southern Bahia, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 55, n. 4, p. 265-279, 2007.

CORDEIRO, I.A.; FEITOSA, F.A.N.; FLORES-MONTES, M.J.; HONORATO DA SILVA, M.S. Distribuição sazonal e espacial da clorofila *a* e variáveis ambientais na plataforma continental de Pernambuco (Porto do Recife), Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 42, n. 1, p. 60-76, 2014.

COUTINHO, P.N. **Geologia marinha da plataforma continental Alagoas-Sergipe, Recife**. 119 folhas. Dissertação (Mestrado em livre Docência) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1976.

DODGE, J.D.; MARSHALL, H.G. Biogeographic analysis of the armored planktonic dinoflagellate *Ceratium* in the north Atlantic and adjacent seas. **Journal Phycology**, v. 30, n. 6, p. 905-922, 1994.

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M.L. Distribuição das diatomáceas (Bacillariophyceae) na área de Suape (Pernambuco-Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 19, p. 73-100. 1985/86.

ESKINAZI-LEÇA, E.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; KOENING, M.L.; MACÊDO, S.J.; COSTA, K.M.P. Variação espacial e temporal do fitoplâncton na plataforma continental do Pernambuco – Brasil. **Trabalhos Oceanográficos Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 25, p. 1-16, 1997.

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M. L.; SILVA-CUNHA, M. G. G. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; COSTA, M. F. (eds.) **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Bagaço, p. 353-373, 2004.

FEITOSA, F.A.N.; PASSAVANTE, J.Z.O. Produtividade fitoplanctônica e hidrologia do Atol das Rocas (Brasil). In: CHELALAPPA, N.T. CHELALAPPA, S.; PASSAVANTE, J.Z O. (eds.). **Ecologia Aquática Tropical**, Natal, Brasil: ServGraf, p. 143-156, 2004.

FEITOSA, A.N.F.; BASTOS, R.B. Produtividade fitoplanctônica e hidrologia do ecossistema costeiro de Maracajaú – RN. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 40, n. 2, p. 26-36, 2007.

FERREIRA, L.C.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; KOENING, M.L.; FEITOSA, F.A.N.; SANTIAGO, M.F.; MUNIZ, K. Variação temporal do fitoplâncton em três praias urbanas do litoral sul do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Acta bot. Bras.** v. 24, n. 1, p. 214-224, 2010.

FERREIRA, L.C.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; AQUINO, E. P.; BORGES, G.C.P.; FEITOSA, F.A.N.; ESKINAZI-LEÇA, E.; LIMA, J.C. Temporal and spatial variation of phytoplankton in a tropical reef area of Brazil. **Tropical Ecology**, v. 3, n. 56, p. 367-382, 2015.

GREGO, C.K.S.; FEITOSA, F.A.N.; SILVA, M.H.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; FILHO, G.A.N. Fitoplâncton do ecossistema estuarino do rio Arinquiná (Tamandaré, Pernambuco, Brasil): variáveis ambientais, biomassa e produtividade primária. **Atlântica**, v. 31, n. 2, p. 183-198, 2009.

HALLEGRAEFF, G. M. Ocean climate change, phytoplankton community responses, and harmful algal blooms: a formidable predictive challenge. **Journal Phycology**, v. 46, p. 220–235, 2010.

HONORATO DA SILVA, M.; PASAVANTE, J.Z.O.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; NASCIMENTO-VIEIRA, D.A.; GREGO, C.K.S.; MUNIZ, K. Distribuição especial e sazonal da biomassa fitoplanctônica e dos parâmetros hidrológicos no estuário do rio Formoso (rio Formoso, Pernambuco, Brasil). **Tropical Oceanography**, v. 32, n. 1, p. 89-106, 2004.

JALES, M.C.; FEITOSA, F.A.N.; KOENING, M.L.; BASTOS, R.B., E LONGO A.F.P. O ecossistema recifal de Serrambi (Pernambuco-Brasil). *Arquivos de Ciências do Mar*, 2013, v. 46, n. 2, p. 27-39, 2013.

KOENING, M.L.; LIRA C.G. O gênero *Ceratium* Schrank (Dinophyta) na plataforma continental e águas oceânicas do estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 2, p. 391-397, 2005.

KOENING, M.L.; WANDERLEY, B.E.; MACÊDO, S.J. Microphytoplankton structure from the neritic and oceanic regions of Pernambuco State – Brazil. **Brazilian Journal Biology**, v. 64, n. 4, p. 1037-1046, 2009.

KOHN, A. J. Why are coral reef communities so diverse? In: ORMOND, R .F. G.; GAGE, J. D.; ANGEL, J. D. (Ed.). **Marine Biodiversity, Patterns and Process**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 201-215, 1997.

LOSADA, A.P.M.; FEITOSA, F.A.N.; LINS, I.C. Variação sazonal e espacial da biomassa fitoplanctônica nos estuários dos. **Tropical Oceanography**, Recife, v. X, n. 31, p. 1-29, 2003.

MACHADO, R.C.A.; FEITOSA, F.A.N.; KOENING, M.L.; FLORES-MONTES, M.J.; BASTOS, R.B.; JALES, M.C. Phytoplankton Productivity and Hidrology of Porto de Galinhas Reef Ecosystem (Pernambuco, Brasil). **Journal Coastal Research**, v. 30, n. 2, p. 371-378, 2014.

MAIDA, M.; FERREIRA, B.P. **Monitoramento dos Recifes de Coral do Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

MANSO, V.A.V.; VALENÇA, L.M.M.; COUTINHO, P.N.; GUERRA, N.C. Geomorfologia da Plataforma Continental de Pernambuco. *In*: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S., AND COSTA, M.F.(eds) **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Bagaço, p. 59-86, 2004.

MAYAL, E.M.; NEUMANN-LEITÃO, S.; FEITOSA, F.A.N.; SCHWAMBOM, R.; SILVA, T.A.; SILVA-CUNHA, M.G.G. Hydrology, Plankton, and Corals of the Maracajaú Reefs (Northeastern Brazil) – an Ecosystem Under Severe Thermal Stress. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, n. 3, 2009.

MEDEIROS, C.; MACÊDO, S.; FEITOSA, F.; KOENING, M. L. Hydrography and phytoplankton biomass and abundance of north-east Brazilian waters. **Arch. Fish. Mar. Res.**, v. 47, n. 2/3, p. 133-151, 1999.

MELO MAGALHÃES, E.M.; CAVALCANTI, M.O.; GUEDES, E.A.C.; LIRA, M.C.A. Variação sazonal do microfitoplâncton do Parque Municipal Marinho de Paripueira, Al. **Trabalhos Oceanográficos Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 27, n. 1, p. 1-14, 1999.

MELO, M.A.F.; KOENING, M.L.; SOUTO, J.R.F.; TRAVASSOS, R.K.; SILVA, A.C. Microfitoplâncton de águas costeiras adjacentes ao Porto do Recife (PE-Brasil). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 42 (ed. Especial), p. 80-94, 2013.

MOURA, R.T. **Biomassa, produção primária do fitoplâncton e alguns fatores ambientais na baía de Tamandaré, Rio Formoso, Pernambuco Brasil**. 290 folhas Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1991.

MOREIRA FILHO, H.; ESKINAZI-LEÇA, E.; VALENTE-MOREIRA, I.M.; CUNHA, J.A. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Chrysophyta-Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas nos estados de Pernambuco, Paraíba, rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Maranhão, Pará e Amapá, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 27, n. 1, p. 55-90, 1999.

MOURA, R.T.; PASSAVANTE, J.Z.O. Biomassa Fitoplanctônica da Baía de Tamandaré, Rio Formoso - Pernambuco, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 23, p. 1-16, 1994/95.

NYBAKKEN, J. W. **Marine biology: an ecological approach**, Benjamim Commungs (ed). 5ª edição. Estados Unidos, 2001.

OTSUKA, A.Y.; FEITOSA, F.N.F.; MONTES-FLORES. M.J., and SILVA, A. 2015. Dynamics of Chlorophyll *a* and Oceanographic Parameters in the Coastal Zone: Barra das Jangadas-Pernambuco, Brazil. **Journal Coastal Research**, (no prelo), 2015.

PASSAVANTE, J.Z.O.; ESKINAZI-LEÇA, E. Estudo da Plataforma Continental na área do Recife (Brasil). **Trabalhos Oceanográficos Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 13, p. 83-106, 1972.

PASSAVANTE, J.Z.O. Contribuição ao estudo dos dinoflagelados da Plataforma Continental de Pernambuco. **Trabalhos Oceanográficos Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 14, p. 31-54, 1979.

PASSAVANTE, J.Z.O.; GOMES, N.A.; ESKINAZI-LEÇA, E.; FEITOSA, F.A.N. Variação da clorofila *a* do fitoplâncton na plataforma continental de Pernambuco. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 20, p. 145-157, 1987/89.

PASSAVANTE, J.Z.O.; FEITOSA, F.A.N. Dinâmica da produtividade fitoplanctônica na zona costeira marinha. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITAO, S.; COSTA, M. F. (Org.) **Oceanografia: um cenário tropical**, Recife: Bagaço, p. 425-439, 2004.

PEREIRA, L.C.C.; JIMÉNEZ, L.A.; KOENING, M.L.; PORTO-NETO, F.F.; MEDEIROS, C., COSTA, R.M. Effect of Coastline Properties and Wasterwater on Plankton Composition and Distribution in a Stressed Environment on the North Cost of Olinda-PE(Braszil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 6, p. 1013-1026, 2005.

RESURREIÇÃO, M.G.; PASSAVANTE, J.Z.O.; MACÊDO, S.J. Estudo da Plataforma Continental na área do Recife (Brasil): variação sazonal da biomassa fitoplanctônica (08°03'38''LAT. S; 34°42'28'' à 34°52'00'' LONG. W). **Trabalhos Oceanográficos Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 24, p. 39-59, 1996.

REYNOLDS, C.S. **Ecology of phytoplankton**. Cambridge, Cambridge University Press, 2006.

ROSEVEL DA SILVA, M.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; FEITOSA, F.A.N.; MUNIZ, K. Estrutura da comunidade fitoplanctônica na Baía de Tamandaré (Pernambuco, Nordeste do Brasil). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 33, n. 2, p. 163-181, 2005.

SASSI, R.; VELOSO, T. M. G.; MELO, G.N.; MOURA, G.F. Variações diurnas do fitoplâncton e de parâmetros hidrológicos em recifes costeiros do nordeste do Brasil. In: **Anais IV Encontro de Plâncton**, p. 61-96, 1990.

SILVA, M.G.G. Distribuição das Diatomáceas (Bacillariophyceae) na Plataforma Continental de Pernambuco (Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 17. p. 7-46, 1982

SMITH, V.H. Using primary productivity as an index of coastal eutrophication: the units of measurement matter. **Journal of Plankton Research**, v. 29, n. 1, p. 1-6, 2007.

SOROKIN, Y.I. Plankton in the reef ecosystems. In: Dubinsky, Z. (ed.), **Ecosystems of the word: coral reefs**, Oxford: Elsevier, v. 24, p. 291-327, 1990.

STEINACHER, M.; JOOS, F.; FRÖLICHER, T. L.; BOPP, L.; CADULE, P.; DONEY, S. C.; GEHLEN, M.; SCHNEIDER, B.; SEGSCHNEIDER, J. Projected 21st century decrease in marine productivity: a multi-model analysis. **Biogeosciences Discuss**, v. 6, p. 7933-7981, 2009.