UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

JUCICLEIDE CABRAL DE LIMA

FLORA PLANCTÔNICA MARINHA E PARÂMETROS AMBIENTAIS:
padrões de distribuição geográfica e ecologia, Pernambuco, Brasil

Recife
2019

JUCICLEIDE CABRAL DE LIMA

FLORA PLANCTÔNICA MARINHA E PARÂMETROS AMBIENTAIS:
padrões de distribuição geográfica e ecologia, Pernambuco, Brasil

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de doutora em Geografia.

Área de concentração: Regionalização e Análise Regional

Orientadora: Profa. Dra. Maria Fernanda Abrantes Torres

Coorientadora: Profa. Dra. Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha

Recife
2019

Catalogação na fonte
Bibliotecária Maria do Carmo de Paiva, CRB4-1291

L732f Lima, Jucicleide Cabral de.
Flora planctônica marinha e parâmetros ambientais: padrões de distribuição geográfica e ecologia, Pernambuco, Brasil / Jucicleide Cabral de Lima. – 2019.
103 f. : il.; 30 cm.

Orientadora: Profª. Drª. Maria Fernanda Abrantes Torres.
Coorientadora: Profª. Drª. Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de Pós-graduação em Geografia, Recife, 2019.
Inclui referências.

1. Geografia. 2. Meio ambiente. 3. Ecossistemas. 4. Ecologia marinha. 5. Fitoplâncton – Distribuição geográfica. I. Torres, Maria Fernanda Abrantes (Orientadora). II. Cunha, Maria da Glória Gonçalves da Silva (Coorientadora). III. Título.

910 CDD (22. ed.) UFPE (BCFCH2019-170)

JUCICLEIDE CABRAL DE LIMA

FLORA PLANCTÔNICA MARINHA E PARÂMETROS AMBIENTAIS:
padrões de distribuição geográfica e ecologia, Pernambuco, Brasil

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Geografia.

Aprovada em: 11/03/2019.

COMISSÃO JULGADORA:

_____
Profa. Dra. Maria Fernanda Abrantes Torres (Presidente)
Departamento de Ciências Geográficas /UFPE

_____
Profa. Dra. Enide Eskinazi Leça (Titular)
Departamento de Oceanografia/UFPE

_____
Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa (Titular)
Departamento de Oceanografia/UFPE

_____
Prof. Dr. Marcos Honorato da Silva (Titular)
Colégio de Aplicação/UFPE

_____
Profa. Dra. Sigrid Neumann Leitão (Titular)
Departamento de Oceanografia/UFPE

_____
Profa. Dra. Sírleis Rodrigues Lacerda (Suplente)
Universidade Regional do Cariri (URCA)

_____
Prof. Dr. Ranyere Silva Nóbrega (Suplente)
Departamento de Ciências Geográficas /UFPE

Ao meu amado filho Samuel Mendes.

Ao meu esposo e parceiro Alexsandro.

Aos meus pais Valdeci da Conceição e Natanael Lima (*in memorian*),

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, em nome de seus coordenadores Dr. Francisco Kennedy Silva dos Santos e Dr. Alcindo José de Sá, pela assistência, suporte estrutural e técnico, permitindo a utilização de todas as suas dependências, bem como ao Departamento de Ciências Geográficas, na pessoa dos chefes Prof. Dr. Bertrand Roger Guillaume Cozic e Prof. Dr. Osvaldo Girão da Silva.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de doutorado.

Ao Departamento de Oceanografia e seus docentes onde vivi momentos inesquecíveis de aprendizado, os quais me conduziram até aqui.

À minha orientadora Profa. Dra. Maria Fernanda Abrantes Torres, pela serenidade, tranquilidade, paciência, incentivos, apoio e carinho.

À minha co-orientadora Profa. Dra. Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha, a pessoa com quem aprendi um pouco sobre fitoplâncton, pelos ensinamentos e companheirismo.

À Profa. Dra. Enide Eskinazi Leça, pela atenciosa e preciosa sugestão de fazer um trabalho de levantamento de fitoplâncton em áreas estuarinas de Pernambuco, ainda durante a especialização, o qual resultou também neste trabalho de tese.

À Profa. Dra. Sigrid Neumann Leitão, pelas análises estatísticas, orientações e atenção, sempre que precisei.

À todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia, em especial àqueles que me proporcionaram momentos inesquecíveis de conhecimento, reflexão e apoio: Dr. Caio Augusto Amorim Maciel com as aulas mais descontraídas e didáticas; Dra. Eugênia Cristina Gonçalves Pereira que me recebeu de braços abertos; a Dr. Nilson Cortez Crócia de Barros pela paciência em tirar minhas dúvidas; Dr. Rodrigo Dutra Gomes; Dra. Helena Paula de Barros Silva; Dr. Jan Bitoun; Dr. Bertrand Roger Guillaume Cozic e Dr. Francisco Kennedy Silva dos Santos.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Geografia Pablo de Araújo Gomes e especialmente Eduardo Véras, sempre atencioso, dedicado e responsável com todos.

Aos membros desta banca examinadora que prontamente se disponibilizaram, aceitaram o convite e, dão-me a honra, de fechar comigo mais este ciclo.

Aos meus amigos de curso Messias Nascimento, Goretti Cabral e Claúdio Roberto, pela amizade e companhia.

Aos colegas do Laboratório de fitoplâncton Gislayne, Leandro e Marilene, pelo apoio e fornecimento de materiais.

Aoinspetor Claúdio Felipe, pelo profissionalismo, amizade, companheirismo, ajuda e apoio.

À dona Bete funcionária da Secretaria de Finanças da prefeitura do Recife, pela amizade, carinho e ajuda.

In memoriam de meu pai Natanael Lima, que partiu em 2017 mas que sempre nos honrou com sua honestidade, dignidade, determinação e força. Obrigada Pai.

À minha família, principalmente minha querida mãezinha Valdeci da Conceição, que esteve sempre ao meu lado (sem você mãe, não seria possível), ao meu querido esposo Alexsandro Mendes, meu sobrinho Aldair Lima, meus irmãos Gilberto e Gilvaneide Lima, pela alegria, descontração, apoio, incentivos e carinho nos momentos mais difíceis, tornando possível a elaboração deste trabalho. E de modo especial a Samuel Mendes, meu amado filho, minha força e meu ânimo das horas de maior desalento e exaustão. Ao seu lado, meu filho, tenho tudo que preciso para viver bem e cheia de amor!

E finalizo agradecendo a Deus pai, luz da minha vida e fé que me fortalece. Ele dá poder ao cansado e enche de vigor aquele que está sem forças.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo fazer o inventário da flora planctônica marinha e identificar padrões de distribuição geográfica das espécies no litoral de Pernambuco, relacionando-os com dados de clorofila *a* e parâmetros hidrológicos (temperatura, salinidade, pH, sais nutrientes e OD), através de consulta prévia em artigos, dissertações e teses de 35 áreas. Constatou-se que a flora planctônica é rica e diversificada, constituída por 1.061 espécies distribuídas em 10 filos (Bacillariophyta 554 spp; Miozoa 197 spp; Cyanobacteria 98 spp; Chlorophyta 90 spp; Charophyta 70 spp; Euglenozoa 44 spp; Ochrophyta 4 spp; Cryptophyta 2 spp; e Rhodophyta 1 espécie) que formam populações distintas dentro das diferentes províncias geomorfológicas estudadas. Cinco padrões de distribuição geográfica foram identificados: o *primeiro* é constituído pelas espécies exclusivas; o *segundo* é formado por 185 espécies que ocorreram tanto em estuários como na plataforma; o *terceiro padrão* englobou 88 espécies que estiveram presentes nas três áreas (estuários, região nerítica e oceânica); o *quarto padrão* incluiu 23 espécies com registro apenas na região nerítica e arquipélagos; e no *quinto padrão* foram incluídas apenas 19 espécies, todas de baixa distribuição geográfica que ocorreram em estuários e arquipélagos mas sem registros na região nerítica. As espécies de ampla distribuição foram principalmente ticoplanctônicas marinhas neríticas, planctônicas marinhas neríticas e planctônicas marinhas oceânicas. Dentre o total de espécies se destacaram: *Climacosphenia moniligera*, *Coscinodiscus centralis*, *Cylindrotheca closterium* e *Odontella aurita* que ocorreram em 85,71% dos ecossistemas estudados. Dominando praticamente toda zona litorânea, *C. centralis* foi a espécie que melhor caracterizou o ambiente, apresentando uma excelente adaptação nas águas salobras e eutrofizadas dos estuários. Para clorofila *a*, maiores concentrações foram registradas em áreas degradadas dos grandes centros urbanos com elevada concentração de sais nutrientes. A temperatura apresentou pequenas variações ao longo da costa e a salinidade foi um fator bastante dinâmico, principalmente nas áreas de maior influência do fluxo de água doce continental, ocasionando mudanças estruturais na composição das populações locais.

Palavras-chave: Fitoplâncton. Nerítica. Oceânica. Ecológica. Populações. Eutróficos.

ABSTRACT

The objective of this study was to make an inventory of the marine plankton flora and to identify patterns of geographic distribution of the species in the coast of Pernambuco, relating them with chlorophyll data and hydrological parameters (temperature, salinity, pH, nutrient salts and OD) through prior consultation in articles, dissertations and theses of 35 areas. It was verified that the planktonic flora is rich and diversified, constituted by 1.061 species distributed in 10 phyla (Bacillariophyta 554 spp; Miozoa 197 spp; Cyanobacteria 98 spp; Chlorophyta 90 spp; Charophyta 70 spp; Euglenozoa 44 spp; Ochrophyta 4 spp; Cryptophyta 2 spp; and Rhodophyta 1 species) forming distinct populations within the different geomorphological provinces studied. Five patterns of geographic distribution were identified: the first consists of the exclusive species; the second consists of 185 species that occurred in both estuaries and on the shelf; the third pattern included 88 species that were present in the three areas (estuaries, neritic and oceanic region); the fourth standard included 23 species recorded only in the neritic region and archipelagos; and in the fifth standard were included only 19 species, all of low geographic distribution that occurred in estuaries and archipelagos but without records in the neritic region. The species of wide distribution were mainly nericotic marine ticoplankton, marine plankton neritic and oceanic plankton. Among the total of species were: *Climacosphenia moniligera*, *Coscinodiscus centralis*, *Cylindrotheca closterium* and *Odontella aurita*, which occurred in 85.71% of the studied ecosystems. Dominating practically all the coastal zone, *C. centralis* was the species that best characterized the environment, presenting an excellent adaptation in the brackish and eutrophic waters of the estuaries. For chlorophyll a, higher concentrations were recorded in degraded areas of large urban centers with high concentration of nutrient salts. The temperature presented small variations along the coast and salinity was a very dynamic factor, especially in the areas of greatest influence of the continental freshwater flow, causing structural changes in the composition of local populations.

Key-words: Phytoplankton. Neritic. Oceanic. Ecological. Populations. Eutrophic.

LISTA DE FIGURAS

	Padrões de distribuição geográfica da flora planctônica de Pernambuco, Brasil	
Figura 1 -	Mapa do litoral norte de Pernambuco, Brasil	32
Figura 2 -	Mapa do núcleo metropolitano mostrando os municípios de Recife e Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, Brasil	33
Figura 3 -	Mapa do litoral sul de Pernambuco, Brasil	34
Figura 4 -	Composição florística do fitoplâncton, litoral de Pernambuco, Brasil	37
Figura 5 -	a) Composição fitoplanctônica para áreas estuarinas); b) para áreas de praias; c) plataforma/perfis e recifes artificiais; d) São Pedro e São Paulo; e e) Fernando de Noronha, Pernambuco, Brasil	40
Figura 6 -	Frequência de ocorrência da comunidade fitoplanctônica no litoral de Pernambuco, região Nordeste do Brasil	41
Figura 7 -	Filos fitoplanctônicos com espécies exclusivas para: ***a***) áreas estuarinas; ***b***) praias; e ***c)*** plataforma/perfis e recifes artificiais (naufrágios), no litoral de Pernambuco, Brasil	50
Figura 8 -	Filos com espécies exclusivas para: ***a)*** arquipélagos São Pedro e São Paulo e Fernando de Noronha; ***b*)** exclusivas de São Pedro e São Paulo; e ***c*)** exclusivas de Fernando de Noronha, no litoral de Pernambuco, Brasil	50
Figura 9 -	Análise Multivariada mostrando o dendograma de similaridade das populações fitoplanctônicas dos ecossistemas estuarinos, praias, plataforma e arquipélagos de Pernambuco	53
	Fitoplâncton e parâmetros hidrológicos, Pernambuco - Brasil	62
Figura 10 -	Mapa do litoral de Pernambuco, Brasil	63
Figura 11 -	Projeção bi-dimensional dos parâmetros e dos ecossistemas amostrados na zona costeira e marinha de Pernambuco, Brasil	76
Figura 12 -	Médias dos dados abióticos de temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido de áreas estuarinas, praias e plataforma (recifes artificiais) do litoral de Pernambuco, Brasil	77
Figura 13 -	Médias dos sais nutrientes e clorofila a em de ambientes estuarinos, praias e plataforma, litoral de Pernambuco, Brasil	79

LISTA DE TABELAS

Padrões de distribuição geográfica da flora planctônica de Pernambuco, Brasil

Tabela 1 - Distribuição geográfica das espécies fitoplanctônicas muito frequentes através da presença e ausência, e seus respectivos percentuais de distribuição geográfica, litoral de Pernambuco, Brasil 43

Tabela 2 - Distribuição geográfica das espécies frequentes através da presença e ausência, e seus respectivos percentuais, litoral de Pernambuco, Brasil 45

Fitoplâncton e parâmetros hidrológicos, Pernambuco - Brasil

Tabela 3 - *Check-List* de espécies consideradas chaves para ecossistemas do litoral de Pernambuco, Brasil. **D**= Dominante; **F**=Muito Frequente; e **DF**= Dominante e Muito Frequente; FN= Fernando de Noronha 66

Tabela 4 - Análise dos Componentes Principais de ecossistemas estuarinos, praias e plataforma do litoral pernambucano, Brasil 75

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ARI	Rio Arinquidá
FOR	Rio Formoso
SIR	Rio Sirinhaém
TIM	Rio Timbó
MAR	Rio Maracaípe
UNA	Rio Una
MAS	Rio Massangana
JAN	Barra das jangadas
BPR	Bacia Portuária do Recife
BOT	Rio Botafogo
CAR	Rio Carrapicho
ORA	Barra de Orange
CAT	Barra de Catuama
GAL	Porto de Galinhas
SER	Praia de Serrambi
PIE	Praia de Piedade
BVI	Praia de Boa Viagem
BRA	Praia de Brasília Formosa
PLA	Plataforma
µm	Micrômetros
km	Quilômetros
ml	Mililitro
NO_2-N	Nitrito
NO_3-N	Nitrato
PO_4-P	Fosfato
SiO_2-Si	Silicato

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 13

2 OBJETIVOS..... 16

2.1 OBJETIVO GERAL..... 16

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 16

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 17

4 ESTRUTURA DA TESE..... 27

5 PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA FLORA PLANCTÔNICA DE PERNAMBUCO, BRASIL..... 28

6 FITOPLÂNCTON E PARÂMETROS HIDROLÓGICOS, PERNAMBUCO – BRASIL..... 59

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 82

REFERÊNCIAS..... 89

1 INTRODUÇÃO

O fitoplâncton constitue populações heterogêneas de microrganismos fotossintetizantes, os quais apresentam requerimentos fisiológicos semelhantes aos dos outros organismos clorofilados e para crescer e reproduzir-se necessita principalmente de quatro tipos de fatores: água, dióxido de carbono, luz solar e certos sais nutrientes inorgânicos (ESKINAZI-LEÇA, et al., 1997). Apresenta grande significado ecológico e sua importância reside no fato de constituírem o início da teia alimentar, como produtores primários dos ecossistemas aquáticos, do qual dependem diretamente os herbívoros e animais carnívoros dos níveis tróficos superiores (SANTOS et al., 2007).

De acordo com Santos et al. (2009) o fitoplâncton está representado por formas de vida que estabelecem relações intra e interespecíficas complexas, competindo por espaço, recursos orgânicos e inorgânicos. Mudanças em sua comunidade acarretam profundas modificações estruturais em todos os níveis tróficos dos ecossistemas marinho e estuarino, pois, devido ao seu caráter dinâmico, com elevadas taxas de reprodução e perda, o fitoplâncton responde rapidamente às alterações físico-químicas do meio aquático. Variações no regime meteorológico, características geomorfológicas regionais e os impactos antropogênicos nas áreas costeiras e estuarinas estabelecem, conjuntamente, o regime hidrográfico particular de cada região e, consequentemente, as características taxonômicas e a dinâmica espaço-temporal das comunidades planctônicas

Segundo Barbosa(2011), a determinação dos padrões de distribuição das espécies é o ponto de partida para qualquer análise biogeográfica. Gradientes de diversidade são fortemente correlacionados com as variações nas características físicas e químicas do ambiente, tais como latitude, altitude, aridez, salinidade e profundidade da água. Estes gradientes se aplicam a quase todos os organismos, como plantas, animais e microorganismos. Em ambientes marinhos, a diversidade diminui sempre que se altera a concentração normal da água do mar (35%) e em água doce quando a concentração de sais ultrapassa 2%. Como consequência, estuários são regiões de baixa diversidade, embora possam ser altamente produtivos. No entanto, tanto em ecossistemas de água doce quanto salgada, a diversidade geralmente diminui com o aumento da profundidade.

De acordo com Effendi et al. (2016), o conhecimento da distribuição do fitoplâncton com referência ao padrão espacial é importante para determinar o

estado da estrutura e do funcionamento do ecossistema. Porém, a dinâmica dos oceanos é altamente variável e impulsionada por múltiplos fatores forçantes, como insolação, ventos, marés e aporte de água doce. Esta variabilidade de fatores forçantes leva ao desenvolvimento de massas de água distintas, com diferentes propriedades hidrográficas tanto na vertical como na horizontal (MCMANUS; WOODSON, 2011) que favorecem, consequentemente, o desenvolvimento de comunidade fitoplanctônica característica de cada região.

Para Bergon et al. (1986), o fitoplâncton estuarino e marinho reúne populações de espécies continentais e oceânicas, sendo necessário, entretanto, entender a influência das variáveis abióticas na formação dessas assembleias.

Segundo Acevedo-Trejos et al. (2013), a estrutura de tamanho da comunidade fitoplanctônica é altamente variável em diferentes províncias ecológicas do Oceano Atlântico. Em um estudo sobre padrões biogeográficos da estrutura de tamanho da comunidade fitoplanctônica nos oceanos, ao compararem a fração de tamanho médio de apenas quatro províncias previamente selecionadas (Benguela, Deriva do Atlântico Norte, giro Subtropical do Atlântico Sul e Atlântico Tropical Ocidental), esses autores observaram uma tendência de tamanhos maiores para fitoplâncton, desde as províncias mais quentes de regiões tropicais e subtropicais até as províncias mais frias de Benguela, por exemplo, que é uma área de ressurgência. Constatou-se que em águas tropicais e subtropicais (como o Atlântico Tropical Ocidental e giro Subtropical do Atlântico Sul), o picoplâncton é a classe de tamanho mais comum, com apenas algumas ocorrências de nano e microplâncton. Províncias temperadas como a Deriva do Atlântico Norte, são caracterizadas por uma distribuição mais heterogênea das classes de tamanho e a província de ressurgência (Benguela) é dominada por nano e microplâncton.

A expedição espanhola *Malaspina 2010*,que abrangeu 15 províncias biogeográficas (incluindo o Rio de Janeiro) nos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico, entre 35°N e 40°S, estudou os padrões de distribuição do nano e microfitoplâncton coletados de 145 estações oceanográficas, a 3m de profundidade e a 20% de luz entre dezembro 2010 - julho 2011. Em geral, a coluna de água foi estratificada, as camadas superficiais pobres em nutrientes e a comunidade nano e microplâncton (por exemplo, fitoplâncton, embora inclua também protistas heterotróficos) foi dominada por dinoflagelados, outros flagelados e cocolitóforos, enquanto a contribuição das diatomáceas só foi importante e relativamente abundante perto da

costa do Brasil, no máximo de clorofila subsuperficial do Atlântico Sul e nas camadas superiores das regiões de ressurgência, como as ressurgências equatoriais do Pacífico e do Atlântico, e Costa Rica Dome (ESTRADA et al., 2016).

A biogeografia, que compreende o estudo da história dos seres vivos e sua distribuição geográfica no espaço, ainda é carente em algumas áreas. Segundo Miranda e Marques (2011), por exemplo, a biogeografia marinha é o ramo temático da biogeografia que detém o menor número de estudos e metodologias desenvolvidas. O conhecimento atual existente para o ambiente marinho concentra-se nos níveis tróficos de topo, devido principalmente à importância econômica direta desses organismos. Essa situação agrava-se com a existência de poucos taxonomistas em muitos grupos, dificultando a existência de conhecimentos suficientes da taxonomia, distribuição geográfica e relações de parentesco da fauna/flora marinha, os quais são a base para o desenvolvimento de estudos biogeográficos.

Ante o exposto, o fitoplâncton de Pernambuco tem sido frequentemente estudado pelo Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, principalmente na zona costeira. Porém, os trabalhos publicados tratam basicamente da composição, taxonomia, biomassa, produtividade primária, ecologia e suas interações com parâmetros ambientais (BORGES et al., 2016; AQUINO et al., 2015; JALES et al., 2012; BASTOS et al., 2011; FERREIRA et al., 2010; HONORATO et al., 2009; LACERDA et al., 2004; FEITOSA et al., 1999; ESKINAZI-LEÇA, 1965/66). Entretanto, pesquisas voltadas para sua biogeografia ou padrões de distribuição geográfica ainda são escassos no Brasil (MENEZES et al, 2015) e para Pernambuco (LIMA, 2009; LIMA et al., 2009).

Assim, esse estudo teve por objetivo fazer o inventário da flora planctônica marinha, identificar padrões de distribuição geográfica das espécies e caracterizar o ambiente através dos principais dados abióticos e de clorofila *a*, a fim de testar a hipótese de que a comunidade fitoplanctônica apresenta variações ligadas ao afastamento da costa, mudando de acordo com as características do ambiente, de áreas estuarinas para as regiões nerítica e oceânica, abrangendo os arquipélagos de Fernando de Noronha e São Pedro e São Paulo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar padrões de distribuição geográfica da flora planctônica marinha e caracterização hidrológica.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Fazer o levantamento da comunidade fitoplanctônica do litoral de Pernambucano, através de dados publicados em artigos, monografias, dissertações e teses;
- ✓ verificar a distribuição geográfica da flora planctônica através de uma matriz de dados de presença e ausência e identificar padrões de distribuição das espécies;
- ✓ identificar diferenças ambientais entre distintos ecossistemas que compõem o litoral de Pernambuco, através do arrolamento de dados que incluíram médias de temperatura da água, salinidade, pH, sais nutrientes, OD e biomassa (clorofila a).

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com a finalidade de se conhecer a flora planctônica da zona costeira e marinha, levando-se em consideração tanto aspectos qualitativos como quantitativo, relacionando-os com outros parâmetros de características abióticas, diversos estudos vêm sendo desenvolvidos por toda costa brasileira. Em Pernambuco, pesquisadores de base como Passavante e Eskinazi-Leça ajudaram a consolidar os pilares que hoje dão sustento ao estudo do fitoplâncton nessa faixa da região nordeste. A relevância destes estudos iniciados em 1960, hoje é responsável por uma grande quantidade de dados e produções científicas. Atualmente, a equipe que integra esse campo no Estado, é formada por uma forte linha de pesquisadores, tanto na oceanografia biológica, como na química, física e geológica.

Os trabalhos desenvolvidos se concentraram principalmente em conhecer a composição, taxonomia, clorofila *a*, produtividade primária, densidade celular e riqueza de espécies. São diversos em áreas estuarinas, poucos em áreas de praias mas limitados na plataforma e arquipélagos (São Pedro e São Paulo e Fernando de Noronha). Portanto, busca-se aqui fazer uma reflexão acerca da evolução desses estudos no litoral pernambucano, destacando duas províncias marinhas, zona costeira e zona oceânica.

Neste contexto, foram realizados diversos trabalhos: Satô et al. (1963/1964) abordaram o mecanismo de maré vermelha causada por *Trichodesmium erythraeum* e algumas considerações sobre a relação com a doença “Tingui ou febre de Tamandaré"; Eskinazi e Satô (1963/1964) fizeram o primeiro levantamento de diatomáceas no litoral, na praia de Piedade, onde foram identificadas 36 espécies distribuídas entre 23 gêneros e 14 famílias; e Eskinazi-Leça (1965/1966) identificou 65 espécies de diatomáceas no estuário de Barra das Jangadas, com ocorrência de espécies marinhas eurialinas, estuarinas e de água doce.

Durante estudo na plataforma continental na área do Recife, em quatro pontos fixos, Eskinazi-Leça (1967/1969) verificou que a flora de diatomáceas é típica de águas quentes, tendo sido identificadas 76 espécies entre raras, permanentes, de verão e inverno; em 1979, Passavante realizou o primeiro trabalho com dinoflagelados (43 espécies) e constatou que são bem representados no Estado. Na distribuição espacial e temporal, observou que algumas espécies são permanentes, ocorrendo durante quase todo o ano, com 38,7% delas ocorrendo apenas nas estações localizadas mais afastadas da costa.

No Canal de Santa Cruz Eskinazi-Leça et al. (1980), ao analisarem a composição e distribuição, verificaram que o microfitoplâncton era constituído por diatomáceas, cianofíceas e dinoflagelados; em Suape, observou-se um domínio de diatomáceas das espécies marinhas sobre as salobras e de água doce (ESKINAZI-LEÇA; KOENING, 1985/1986); Macêdo et al. (1987/1989) estudaram viveiros da base de piscicultura de Itamaracá, onde o fitoplâncton apresentou-se constituído principalmente por cianofíceas, euglenofíceas, pirófitas, crisófitas, clorofitas e microflagelados; nesse mesmo período, Koening e Eskinazi-Leça (1987/1989) constataram que o rio Timbó apresentava grupos de diatomáceas, dinoflagelados, euglenofíceas, cianofíceas e fitoflagelados. Dentre esses, fitoflagelados foram predominantes em todas as estações e período de estudo, com *standing-stock* variando de 2.448.600 a 29.800 células/litro, onde os valores de biomassa no ecossistema oscilou de 67.220 a 3.580.600 células/litro.

Trabalhos mais recentes mostram que essas pesquisas vêm se aprofundando, ampliando a forma como esses dados são trabalhados e trazendo uma série de informações novas sobre a flora que habita o litoral de Pernambuco.

Na zona urbana das cidades do Recife e Olinda, localiza-se o complexo estuarino dos rios Capibaribe, Beberibe e Bacia do Pina que é formado pelo canal principal do Rio Capibaribe e seu braço sul, o canal do Rio Beberibe, os rios Tejipió/Jiquiá e os canais de maré do Jordão e do Pina (OLIVEIRA, 2014). Borges (2016) além de estudar a estrutura e composição do fitoplâncton nos rios Capibaribe, Beberibe e Bacia Portuária, estudou também em caso inédito para Pernambuco, os grupos funcionais dessa área.

No rio Beberibe dados ecológicos mostram uma comunidade essencialmente composta por espécies planctônicas (73,26%), sendo marinhas oceânicas (24,42%) e neríticas (22,09%), seguidas das dulciaquícolas (26,74%). Dentre as espécies ticoplanctônicas (26,74%) maior representação foi das marinhas neríticas (20,93%), seguidas das estuarinas (4,65%) e dulciaquícolas (1,16%). Constatou-se que as espécies planctônicas contribuíram para uma diversidade específica elevada e em algumas situações apresentaram valores elevados de abundância relativa, destacando-se a contribuição da cianobactéria *Planktothrix agardhii* no período chuvoso e da diatomácea *Bellerochea malleus* no período de estiagem (BORGES et al., 2016). De acordo ainda com a autora, a permanência de espécies planctônicas em maior número, pode indicar uma estabilidade do

ecossistema, com a ocorrência de espécies bem adaptadas a ambientes poluídos, não sendo observada modificações estruturais significantes.

O Capibaribe que é altamente impactado e com uma condição eutrófica à hipereutrófica, as principais espécies registradas foram formas planctônicas de água doce (30%), seguida por planctônicas marinhas oceânicas (25%), ticoplanctônicas marinhas neríticas (22%) e planctônicas marinhas neríticsa (19%), ticoplanctônicas estuarinas (3%) e planctônicas de água doce (1%) (ZANARDI-LAMARDO, 2016; AQUINO, et al., 2015). Caracterizou bem esse ecossistema a cianobactéria *Planktothrix agardhii*, que esteve bem representada, com elevados valores de abundância e frequência, ocorrendo desde porções mais internas até a foz do Capibaribe. Na porção mais a montante do estuário, atinge valores de abundância quase 100%, o que indica o seu bom desenvolvimento em águas de baixa salinidade, de menores profundidades e sem efeito da transparência da água (BORGES, 2016).

Na bacia portuária do Recife que também é considerado um ambiente eutrofizado, ocorreram espécies ticoplanctônica nerítica (23%), planctônica oceânica (20%), nerítica (18%), e de água doce (18%), ticoplanctônica de água doce (16%), ticoplanctônica estuarina (4%) e planctônica estuarina (1%). Após investigações da interação das microalgas com o zooplâncton, observou-se alterações na estrutura da comunidade fitoplanctônica que coincidiram com mudanças nas concetrações de nutrientes e na estrutura da comunidade de zooplâncton (SANTIAGO, 2010)

Em resumo, estudos indicaram que o fitoplancton dos rios Capibaribe, Beberibe e Bacia Portuária, segue padrões sazonais típicos de estuários tropicais com influência humana, onde foram identificados 162 táxons, dos quais 18 foram exclusivos na Bacia Portuária, 22 do estuário do rio Beberibe, 16 no estuário do rio Capibaribe e 106 foram comuns as três áreas. Em relação a densidade celular, oscilou de 46.667 cél.L^{-1} na preamar do estuário do rio Beberibe a 723.333 cél.L^{-1} na baixa-mar do estuário do rio Capibaribe. Na bacia portuária a densidade oscilou entre 150 e 6.050x10^{-3} cél.L^{-1}, com elevados valores no período de estiagem. A variação sazonal, particularmente durante o período chuvoso, levou a um aumento nos nutrientes dissolvidos, densidades celulares e biomassa em carbono com a presença das cianobactérias *Planktothrix isothrix* e *Oscillatoria princeps*, as quais foram as maiores produtoras nos referidos ecossistemas. Observou-se uma semelhança na composição dessas três áreas, destacando-se o estuário do rio

Capibaribe, o qual apresentou as maiores densidades celulares, riqueza de espécies e diversidade específica (BORGES, 2016; SANTIAGO, 2010).

Nas praias de Boa Viagem, Piedade e Brasília Formosa, Região Metropolitana do Recife, a comunidade é composta por formas ticoplanctônica marinha (38,04%), marinha planctônica oceânica (23,91%), marinha planctônica nerítica (21,74), dulciaquícola (9,78%), ticoplanctônica dulciaquícola (4,35%) e estuarina (2,17%). Estudos acerca da variabilidade temporal do fitoplâncton ao longo da zona de arrebentação dessas praias, registraram florescimentos algais durante o período de estiagem, atingindo 2,3 x 10^6 cels.L^{-1}, sem a formação de manchas. Em Brasília Formosa a densidade fitoplanctônica média é de 130x10^3 cél.L^{-1}e amplitude da ordem de 1.890x10^3 cél.L^{-1}; 106x10^3 cél.L^{-1} com amplitude de 635x10^3 cél.L^{-1} em Piedade; e valor médio de 86x10^3 cél.L^{-1} e amplitude de 660 x10^3 cél.L^{-1} na praia de Boa Viagem. As diatomáceas *Asterionellopsis glacialis* (atingiram valores de abundância relativa que superam 80%) *Bellerochea malleus*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Heliotheca thamensis* e *Licmophora abbreviata* foram os representantes do fitoplâncton que mais se destacaram nessas áreas, indicando uma capacidade de adaptação ao ambiente turbulento e limitado por nutrientes, podendo ser classificadas como espécies oportunistas. A temperatura varia de 27,90 a 32,80°C e a salinidade de 21 e 37, com concentrações normais de compostos inorgânicos e valores típicos de áreas costeira, com uma leve eutrofização relacinada ao nitrato no período chuvoso (FERREIRA et al., 2010; FERREIRA, 2007).

A zona costeira de Maracaípe (estuário e arrecifes/praia), se caracteriza por apresentar forte hidrodinamismo, águas transparentes, quentes e de baixa profundidade, isenta do processo de eutrofização e com índice de área mesotrófica. É um ambiente em que há uma intrusão (interferência) do ambiente estuarino sobre o recifal, havendo transporte de material particulado em suspensão e sais nutrientes, levando a um enriquecimento da área de praia. O teor salino oscilou de 1 a 38 no estuário e de 15 a 37 nos recifes. Compõem a comunidade fitoplanctônica daquela área, ticoplanctônicas (27,22%), planctônicas marinhas neríticas (26,04%), planctônicas dulciaquícolas (25,44%), planctônicas marinhas oceânicas (17,16%) e estuarinas planctônicas (4,14%). Destacam-se nesse ecossistema, *Cylindrotheca closterium* associada ao fluxo limnético e o dinoflagelado *Protoperidinium globulus* associado ao fluxo marinho. Os dinoflagelados *Protoperidinium bispinum* e

Protoperidinium spp. são considerados espécies chaves por serem dominantes e muito frequentes, estando diretamente associados ao fluxo marinho. A completa conectividade entre o sistema estuarino e o recifal ocorre em função da proximidade entre os ambientes e do efeito da maré, havendo maior contribuição do material particulado em suspensão e nutrientes do estuário para os recifes durante a baixa-mar (BASTOS, 2011; BASTOS et al., 2011).

Situação semelhante é relatada por Jales et al. (2012) na praia de Serrambi; Machado (2015) na praia de Porto de Galinhas; e Ferreira (2014) na praia de São José da Coroa Grande, litoral sul de Pernambuco.

Em Serrambi a comunidade apresenta espécies típicas de plataforma continental com 64,5% sendo composta principalmente por espécies ticoplanctônicas. As ticoplanctônica nerítica representam 48%, as planctônica oceânica 21,3%, planctônica nerítica 16,5%, ticoplanctônica estuarina 8,7%, planctônica dulciaquícola 3,2% e ticoplanctônica dulciaquícola 2,3%. É um ecossistema de águas rasas, transparente, com salinidade entre 28 e 37 e concentrações de nutrientes baixa (maiores valores no período chuvoso). O ecossistema pelágico no entorno dos recifes apresenta uma excelente qualidade ambiental que permite o estabelecimento de uma comunidade fitoplanctônica complexa, diversa e bem distribuída, podendo ser considerado uma área isenta de eutrofização, por causa de sua alta diversidade específica e boa distribuição da flora. As espécies que tiveram destaque quanto a sua abundância relativa foram *Asterionellopsis glacialis*, *Coscinodiscus* sp., *Paralia sulcata* e *Thalassionema nitzschioides* (JALES, et al., 2012; JALES, 2011).

Na praia de Porto de Galinhas, Machado (2015) verificou que a salinidade varia entre 27 e 38 e a temperatura da água se apresenta entre 25 e 29°C. O ecossistema recifal se assemelha à áreas recifais consideradas despoluídas, porém sobre leve interferência continental, podendo ser classificado como oligotrófico com tendência a mesotrófico no período chuvoso. Em relação a ecologia das espécies, a flora é composta por espécies planctônica marinha nerítica (28,6%), planctônica marinha oceânica (15 %), planctônica marinha nerítica/oceânica (3,6%), planctônica nerítica/estuarina (1,4%), planctônica estuarina (0,7%), planctônica dulciaquicola (8,6%), ticoplanctônica nerítica (32,9%), ticoplanctônica estuarina (6,4%), ticoplanctônica nerítica/estuarina (0,7%) e ticoplanctônica dulciaquícola (2,1%) (MACHADO, 2015; MACHADO et al., 2014).

Em São José da Coroa Grande os parâmetros ambientais variaram, principalmente, influenciados pela precipitação pluviométrica. A temperatura é estável e os teores de salinidade oscilaram entre 30,33 e 37,43, classificando o ambiente como eualino. Foram encontrados baixos teores de sais nutrientes e de clorofila *a*, no qual frações menores que 20 µm (nano e picofitoplâncton) foram os principais contribuintes para biomassa fitoplanctônica total, classificando a área como oligotrófica, com fases pontuais de mesotrofia. Os organismos marinhos constituíram a maior parte (29,23% englobaram as espécies oceânicas e 50,77% neríticas), espécies dulciaquícolas perfizeram 9,23% e as estuarinas 10,77%. A densidade fitoplanctônica total oscilou apresentando um valor mínimo de 7,0 x 103 cels.L^{-1} e um máximo de 9,5 x 104 cels.L^{-1}, com uma média de 3,1 x 10^4 ± 2,2 x 10^4 cels.L^{-1}. É um ecossistema com registro de espécies potencialmente nocivas/tóxicas (*Thalassiosira subtilis*), porém sem comprometimento da qualidade da água. A espécie *Procentrum lima* obteve destaque, ocorrendo nas amostras de rede e de garrafa, sendo muito frequentes, dominantes e com densidade máxima de 4,6 x 10^4 cels.L^1 (FERREIRA, 2014).

Estudos de Amancio (2005) mostram que na praia de Campas a temperatura oscilou entre 25,4 e 29,2°C e a salinidade entre 32 e 37. É um ambiente de características oligotróficas, de baixa concentração de biomassa (clorofila *a*) e que não apresenta influência direta de aportes de nutrientes autóctones. O microfitoplâncton que habita aquela área é formada por cinco categorias: espécies ticoplanctônicas (51,14%), marinhas planctônicas neríticas (22,73%), marinhas planctônicas oceânicas (17,05%), de água doce (6,82%) e estuarinas (2,27%). O grupo das diatomáceas caracterizam a área com destaque para *Asterionellopsis glacialis* (dominante), *Biddulphia biddulphiana*, *Climacosphenia moniligera*, *Odontella mobiliensis*, *Coscinodiscus* sp. e *Bellerochea malleus*

Na comunidade de Tamandaré, habitam principalmente espécies 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%). A salinidade e temperatuda da água giram em torno de 35 e 40 (no período de estiagem) e 26 e 29°C. Os baixos teores de sais nutrientes, a elevada taxa de saturação do oxigênio e baixa concentração de clorofila *a* (variou de 0.14 mg m^{-3} e 2.25 mg m^{-3}) sugerem um ambiente isento do processo de eutrofização. Não apresentou espécies dominantes

e as espécies chaves foram *Paralia sulcata*, *Psammodictyon panduriforme, Rhabdonema adriaticum*, *Surirella fastuosa, Prorocentrum micans* e *Protoperidinium brevipes* (SILVA, 2015).

Ao se fazer um levantamento de trabalhos desenvolvidos na plataforma e ilhas de Pernambuco, verificou-se que eles ainda são escassos e limitados, sendo uma área do oceano atlântico ainda pouco explorada. Provavelmente este é um problema que esteja relacionado a uma maior demanda por recursos e maior grau de dificuldade nos processos de coleta, tendo em vista que estudos de pesquisas em águas mais profundas e afastadas da costa, requerem uma melhor estrutura logística de materiais, equipes bem treinadas, transportes e disponibilidade de recursos financeiros.

Entretanto, esforços emitidos por pesquisadores da Universidade Federal de Pernambuco, no sentido de minimizar essa problemática recorrente em todo litoral brasileiro, têm gerado frutos que de certa forma atendem a esta necessidade, de conhecer a flora fitoplanctônica que habita a plataforma e ilhas oceânicas de Pernambuco. Trabalhos desenvolvidos nessas áreas, fornecem dados confiáveis e consistentes acerca das comunidades que habitam esse espaço do leito oceânico, a exemplo dos estudos inéditos desenvolvidos por: Santos (2012/2006) em recifes artificiais da plataforma; Tiburcio et al. (2011) e Queiroz (2015/2011) em São Pedro e São Paulo; Lima (2012) e Aquino (2016) no arquipélago Fernando de Noronha.

Na plataforma de Pernambuco, localizam-se a 14,5 km e 13,5 km de distância do porto do Recife, os naufrágios Mercurius e Saveiros, ambos medindo 29m de comprimento, respectivamente. Estão a 30m de profundidade e distância entre si de aproximadamente 800m. São recifes artificiais que estão associados ao enriquecimento quali-quantitativo da comunidade fitoplanctônica na área. São estruturas que por servirem de substrato consolidado para a flora e fauna marinha, fazem com que a atividade biológica aumente com o passar do tempo nas adjacências dos naufrágios e beneficie os produtores primários, especialmente as microalgas, a partir do aumento da atividade no bentos e da disponibilidade de nutrientes. Essas estruturas possuem características típicas de plataformas continentais tropicais, ou seja, apresentam-se como um típico ecossistema costeiro pelágico com estabilidade ambiental e flora fitoplanctônica complexa, diversa e bem distribuída. Dos táxons identificados nas amostras, foi possível enquadrar ecologicamente 70 espécies, obtendo-se como resultado os seguintes percentuais:

marinhos planctônicos oceânicos (59%); marinhos planctônicos neríticos (24%), ticoplanctônicos (16%) e estuarino 1%. Sobressaem os táxons *Chaetoceros* sp., *Rhizoclonium* sp., *Oscillatoria* sp. *Thichodesmium thiebautii* e *Asterionellopsis glacialis*. Quanto à densidade fitoplanctônica, os valores na área variam de 4.000 cél.L^{-1} a 205.000 cél.L^{-1} (SANTOS, 2012).

Em contraparte, os naufrágios Servemar-X (19m de comprimento) e Servemar-I (22m de comprimento), localizados na plataforma continental, ambos em frente à praia de Boa Viagem, distantes 13km e 9km da costa, encontram-se submersos a 25m e 22m de profundidades, respectivamente. Ao todo foram encontrados 80 táxons, perfazendo 39,29% de espécies marinhas planctônicas oceânicas, 30,29% espécies neríticas, 19,64% ticoplactônicas, 7,14% estuarinas e 3,57% de espécies dulciaquícolas. Quanto a abundância dos táxons, sobressaem-se *Bacillaria paxilifera*, *Chaetoceros* sp., *Asterionellopsis glacialis* e *Trichodesmium thiebautii* (mais abundante). Diferentemente do observado no Mercurius e Saveiros que apresentam alta densidade celular, a densidade microfiplanctônica nessa área varia de 6,54 cél.L^{-1} (Servemar-I) a 7,05 cél.L^{-1} (Servemar-X), até o valor máximo de 96 cél.L^{-1} registrado no Servemar-X. São ambientes que refletem características de ecossistemas oceânicos de grande importância ecológica sobre influência continental, apresentando padrão de estabilidade ambiental, com tendências oligotróficas, sustentando uma diversidade de fauna e flora marinha que vão desde microalgas até grandes condríctes (SANTOS, 2006).

No ano de 2012, Lima (2012) faz um estudo inédito no arquipélago de Fernando de Noronha. Ao estudar a variação quali-quantitativa da microflora planctônica e bentônica do manguezal e da Baía do Sueste, identificou 95 espécies de fitoplâncton e 52 de microfitobentos. Foram dominantes no fitoplâncton *Oscillatoria* sp, *Lepocinclis salina*, *Prorocentrum lima* e pequenas diatomáceas da classe Bacillariophyceae. *Aphanothece* sp, *Arthospira spirulinoides*, *Synechococcus* sp, *Bellerochea malleus* e *Navicula* spp e cianobactérias da ordem Chrorococcales foram dominantes no microfitobentos. O manguezal é um ambiente atípico, isolado do ambiente marinho a maior parte do tempo, por trás de uma duna. O contato direto acontece de forma esporádica e nos meses de maior intensidade pluviométrica quando a duna é rompida pela força da água. É uma característica do ambiente que mostra a importância da pluviometria naquela parte da ilha.

Aquino (2016) estudando em Fernando de Noronha a porção noroeste e sudeste do mar de fora, identificou 115 espécies fitoplanctônicas, representadas essencialmente por dinoflagelados (>60% do total), seguidos por diatomáceas, cianobactérias e dictiofíceas. Os dinoflagelados *Oxytoxum gracile* e *O. laticeps* são dominantes e essa alta dominância de dinoflagelados indica a estabilidade da água, devido à estratificação. A diversidade e composição de espécies, horizontal e verticalmente, foram homogêneas, sugerindo não ocorrer efeito de massa insular durante o período em estudo e para os tratamentos amostrais aplicados.

Estudos pioneiros no arquipélago São Pedro e São Paulo mostram uma comunidade de grande biodiversidade com o registro de 110 táxons e 12 novas espécies para a região Nordeste. Em termos de biodiversidade, houve domínio dos dinoflagelados e cianobactérias entre o microfitoplâncton, identificando uma comunidade típica de regiões oceânicas, como indício de uma condição de zona biogeográfica tropical. Caracterizam o ambiente as cianobactérias *Trichodesmium erythraeum* e *T. thiebautii*, espécies consideradas chave e dominantes em todas as amostras. Os valores encontrados para as variáveis físico-químicas são característicos de regiões oceânicas oligotróficas (QUEIROZ, 2011; QUEIROZ et al. 2014).

Em 2015, novos estudos revelam uma comunidade composta por um total de 128 espécies, dos quais 22 foram consideradas novos registros para a região. A densidade fitoplanctônica total (1 $x10^3$ a 183 $x10^3$ células.L^{-1}) foi baixa e típica das regiões oligotróficas, diminuindo ligeiramente com a profundidade (QUEIROZ, 2015; QUEIROZ et al., 2015).

Outro trabalho de igual importância realizado no ambiente foi desenvolvido por Tiburcio et al. (2011) que identificou 131 táxons, com 17 novas ocorrências para o Nordeste. No local, as espécies marinhas planctônicas oceânicas têm destaque, com percentual de 61,82%, seguidas pelas ticoplanctônicas, com percentual de 14,54%, marinhas planctônicas neríticas 10% e marinhas planctônicas neríticas/oceânicas 13,64%.

Considerando a grande diversidade de ecossistemas altamente produtivas que o litoral pernambucano apresenta, e dada a importância do papel do fitoplâncton nos ambientes aquáticos, este estudo que reuniu uma grande quantidade de dados, teve por objetivo fazer um levantamento da flora planctônica e identificar padrões de

distribuição da comunidade, relacionando com dados do ambientes (temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, sais nutrientes e clorofila *a*).

4 ESTRUTURA DA TESE

Em conformidade com os objetivos e resultados obtidos no desenvolvimento do presente estudo, esta tese está dividida em dois capítulos. Cada capítulo refere-se a artigos científicos em fase de submissão.

Capítulo I: **Padrões de distribuição geográfica da flora planctônica de Pernambuco, Brasil**

Este estudo avaliou a distribuição geográfica da flora fitoplanctônica de Pernambuco, em diferentes ecossistemas incluindo áreas estuarinas, regiões nerítica e oceânica.

Capitulo II: **Fitoplâncton e parâmetros hidrológicos, Pernambuco - Brasil**

Neste estudo realizou-se um levantamento das espécies consideradas chave, dominantes e/ou muito frequentes, um levantamento de dados hidrológicos incluindo temperatura, salinidade, pH, OD e sais nutrientes, como também dados de biomassa (clorofila *a*), a fim de correlacionar essas informações e analisar as diferenças ambientais dos diferentes ecossistemas aquáticos que compõem as feições geomorfológicas litorâneas e oceânicas de Pernambuco.

5 PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO FITOPLÂNCTON OCORRENTE EM PERNAMBUCO, BRASIL

Resumo

O objetivo da pesquisa foi realizar o levantamento da comunidade fitoplanctônica e identificar padrões de distribuição geográfica das espécies na zona costeira e marinha de Pernambuco através do levantamento de dados pretéritos publicados em artigos, monografias, dissertações e teses no período de 1989 a 2017, para 35 áreas distintas, incluindo estuários, praias, plataforma e arquipélagos. Foi feito frequência de ocorrência para verificar a expansão territorial das espécies e coeficiente de similaridade de Sorensen (1948), calculado através do software PC-ORD© versão 4.14, para averiguar as semelhanças nas populações dos diferentes ambientes. A flora planctônica apresentou-se rica e diversificada, constituída por 1.061 espécies e cinco padrões foram identificados: o *primeiro* é constituído pelas espécies exclusivas; o *segundo* é formado por um grupo de 185 espécies com registro entre os estuários e a plataforma; o *terceiro* englobou 88 espécies que ocorreram nas três áreas distintas (estuários, região nerítica e arquipélagos); o *quarto* padrão incluiu apenas as espécies registradas tanto na região nerítica como em arquipélagos; e no *quinto* padrão foram incluídas apenas 19 espécies, todas de baixa distribuição geográfica e que ocorreram em estuários e arquipélagos. As espécies de ampla distribuição que se destacaram foram principalmente ticoplanctônicas marinhas neríticas, planctônicas marinhas neríticas e planctônicas marinhas oceânicas, com destaque para *C. centralis*.

Palavras-chave: fitoplâncton, estuários, nerítica, oceânica, padrões

Abstract

The objective of the research was to survey the phytoplankton community and to identify patterns of geographic distribution of the species in the coastal and marine zone of Pernambuco through the collection of past data published in articles, monographs, dissertations and theses from 1989 to 2017, to 35 areas, including estuaries, beaches, platforms and archipelagos. Frequency of occurrence was verified to verify the territorial expansion of the species and Sorensen's coefficient of similarity (1948), calculated through the software PC-ORD © version 4.14, to ascertain the similarities in the populations of the different environments. The planktonic flora was rich and diversified, constituted by 1,061 species and five patterns were identified: the first is constituted by the exclusive species; the second is formed by a group of 185 species with registration between the estuaries and the platform; the third encompassed 88 species that occurred in the three distinct areas (estuaries, neritic region and archipelagos); the fourth standard included only species recorded both in the neritic region and in archipelagos; and in the fifth standard were included only 19 species, all of low geographic distribution and that occurred in estuaries and archipelagos. The species of wide distribution that stood out were mainly nericotic marine ticoplankton, neritic plankton and oceanic planktonic oceanic, with emphasis on *C. centralis*.

Key words: phytoplankton, estuaries, neritic, oceanic, patterns

Introdução

O fitoplâncton constitui um grupo polifilético extremamente diverso, que inclui formas procarióticas e eucarióticas. Sua abundância e estrutura de comunidades impactam diretamente os níveis tróficos superiores e principalmente os ciclos biogeoquímicos (EFFENDI et al., 2016).

Diversos processos fundamentais, como a fotossíntese, o crescimento, a obtenção de recursos e evitar a herbivoria, definem em grande parte o nicho ecológico do fitoplâncton e faz dele um grupo bem sucedido. Porém, seu sucesso depende de quão eficientemente eles adquirem recursos, os transformam em matéria orgânica, sobrevivem à herbivoria ou serem infectados. No entanto, diversas pressões seletivas sobre o fitoplâncton aumentam a eficiência desses processos e permitem que as espécies sobrevivam sob condições variáveis. A competição de recursos é um dos principais processos ecológicos que controlam a composição de espécies, a diversidade e a sucessão de comunidades fitoplanctônicas (LITCHMAN, 2007).

No final da década de 1980, a flora viva do fitoplâncton oceânico mundial totalizava entre 474 – 504 gêneros e 3.444 - 4.375 espécies (SOURNIA et al., 1991). Em 2009 esse número chega a aproximadamente 25.000 espécies conhecidas de fitoplâncton, incluindo espécies eubacterianas e eucarióticas, pertencentes à oito filos (MARAÑÓN, 2009), havendo uma clara necessidade da atualização contínua desses dados. Segundo Effendi et al. (2016) o conhecimento de sua distribuição com referência ao padrão espacial é importante para determinar o estado da estrutura e do funcionamento do ecossistema.

A comunidade fitoplanctônica se encontra distribuída de forma ubíqua nos oceanos, embora a composição das espécies varie de um local para o outro, dependendo de vários fatores ambientais, resultando em padrões biogeográficos bastante heterogêneos (CHISHOLM, 1992a). Segundo Follows et al. (2007), os principais fatores que influenciam os padrões biogeográficos do fitoplâncton são: (1) condições ambientais (como concentração de nutrientes e temperatura); (2) relações interespecíficas (predação e competição); e (3) dispersão. Porém, dentre todas as características potencialmente relevantes para o estudo biogeográfico, o tamanho das células do fitoplâncton pode ser considerado uma característica chave para ligar a biogeografia e a ecologia (ACEVEDO-TREJOS et al., 2013), tendo em vista que

muitos processos ecofisiológicos fundamentais, tais como a obtenção e utilização de nutrientes, absorção de luz e migração vertical, estão diretamente relacionados ao tamanho das células do fitoplâncton. Em regiões eutróficas, por exemplo, a estrutura da comunidade é respectivamente dominada por células fitoplanctônicas grandes e células pequenas em regiões oligotróficas, características essas bem estabelecidas nos oceanos (CHISHOLM, 1992a). Oceanos subtropicais são dominados por pequenos tipos funcionais de fitoplâncton (DANDONNEAU, 2006) e extensas áreas tropicais e subtropicais são dominadas por vários análogos de *Prochlorococcus*, os quais são organismos melhor adaptados a ambientes oligotróficos do que outras espécies (ZUBKOV et al., 2000; BOUMAN et al., 2006; FOLLOWS et al., 2007).

Prochlorococcus é uma cianobactéria simples abundante em grandes regiões dos oceanos que tornou-se um modelo útil para estudar a natureza e a regulação da diversidade biológica em todas as escalas de complexidade. Não fixa gás de dinitrogênio (N_2) mas as águas superiores do oceano aberto contêm várias outras fontes de nitrogênio e *Prochlorococcus* parece usar várias delas. É o menor fototrófico oxigenado conhecido (0,5 - 0,7 mm de diâmetro) que contém um aparelho fotossintético exclusivo. É o único organismo conhecido por usar a divinil clorofila *a* e *b* como os principais pigmentos na absorção de luz (COLEMAN; CHISHOLM, 2007; GOERICKE; REPETA, 1992).

De acordo com Acevedo-Trejos et al. (2013), o picoplâncton prevalece em águas oligotróficas e tropicais. Em águas frias e ricas em nutrientes, constatou-se a predominância de classes com células de tamanho maiores. Entre 30°N e 30°S os nutrientes e regime de temperatura dão ao picoplâncton uma aparente vantagem competitiva sobre o fitoplâncton maior. Em contraste, uma ampla gama de classes de tamanho do fitoplâncton parece ser uma característica comum em águas mais frias, com altas concentrações de nutrientes.

Todavia, investigações sobre padrões de distribuição geográfica do fitoplâncton podem ajudar a entender melhor os processos que moldam os ecossistemas pelágicos e como eles respondem às mudanças. Entretanto, trabalhos com essa linha de abordagem são escassos e limitados. Assim sendo, o objetivo deste estudo foi determinar padrões de distribuição da comunidade fitoplanctônica na zona costeira e oceânica do litoral pernambucano, através do levantamento de dados pretéritos de espécies registradas em ecossistemas estuarinos, praias,

plataforma e arquipélagos e aplicar teste de similaridade para verificar semelhanças entre as populações dos diferentes ecossistemas.

Material e Métodos

Área de Estudo

O litoral pernambucano ocupa 187 km de extensão e encontra-se na região nordeste (AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE, 2001). Tem seu extremo norte e extremo sul a 7°15’45" e 9°28’18" de latitude sul. No litoral norte, a foz do rio Goiana limita-se com o estado da Paraíba a 7°28’16" lat.S. que vai até o município de São José da Coroa Grande, litoral sul, onde o rio Persinunga faz divisa com o estado de Alagoas a 8°56’10" lat.S. (Figuras 01, 02 e 03). A costa é banhada pelo Oceano Atlântico e na hidrografia, existe forte presença de rios, sobretudo na Região Metropolitana do Recife. E embora estejam longe do litoral, Fernando de Noronha e São Pedro e São Paulo também fazem parte do território pernambucano.

O litoral de Pernambuco apresenta na sua quase totalidade, plataforma com reduzida largura (média de 35km), pouca profundidade, declive suave, quebra entre 50 e 60m, águas relativamente quentes, salinidade elevada e cobertura sedimentar composta por sedimentos terrígenos e carbonáticos biogênicos. Uma característica marcante é a presença de linhas de *beachrocks*, geralmente paralelas à costa, servindo de substrato para o desenvolvimento de algas e corais, além de constituir uma efetiva proteção ao litoral (MANSO; CORRÊA; GUERRA, 2003).

O clima local é tropical úmido com chuvas de inverno antecipadas no outono, sendo classificado como “pseudo-tropical”, As’ na escala de Köppen. A precipitação pluviométrica média anual supera 1800 mm, com média mensal superior a 300 mm, entre os meses de abril e julho (ANDRADE; LINS, 1971). A temperatura varia entre 25 e 30°C e o regime de ventos em toda a região costeira caracteriza-se por ser bastante regular, sazonal, soprando em 90% do tempo do setor E-SE, com velocidades médias de 3 à 5 m/s (MANSO et al., 2006). As bacias que escoam para o Oceano Atlântico, constituem os chamados rios litorâneos, e os principais são: Goiana, Capibaribe, Ipojuca, Sirinhaém, Una e Mundaú e GL’s (Grupo de bacias de pequenos rios litorâneos) (AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUA E CLIMA, 2019).

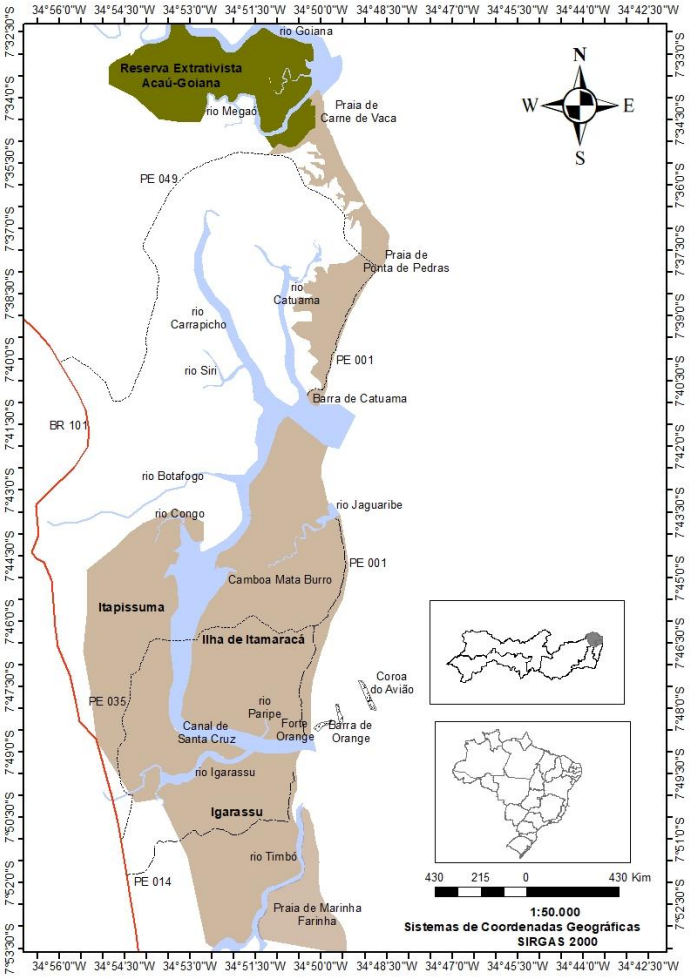
A zona litorânea é composta pela orla marítima de 13 municípios e o ambiente praial é naturalmente complexo, dinâmico e sensível. Além disso, tem

suportado uma forte pressão urbana, sendo a área de maior densidade demográfica do estado, concentrando 56% da população urbana de Pernambuco.Foi delimitado e subdividido em três setores (MENEZES; PEREIRA; GONÇALVES, 2018):

- Litoral Norte (Figura 1): abrange os municípios de Goiana, Ilha de Itamaracá, Igarassu, Paulista.

A retirada da vegetação natural para o manejo de ambientes agrícolas é algo presente e bastante comum ao longo dos municípios do litoral norte. Observa-se áreas de cultivo de cana de açúcar e outras culturas agrícolas, chegando aos limites da linha da costa. No município de Goiana a retirada de vegetação dos Manguezais, Restinga e Mata Atlântica do ambiente costeiro são fatores responsáveis pelas mudanças morfológicas como retrações na linha de costa. Os viveiros ocupam 0,874ha. nas porções setentrionais dos municípios de Goiana e 1,011ha, na Ilha de Itamaracá (MENEZES; PEREIRA; GONÇALVES, 2018).

Figura 1 - Mapa do litoral norte de Pernambuco, Brasil.

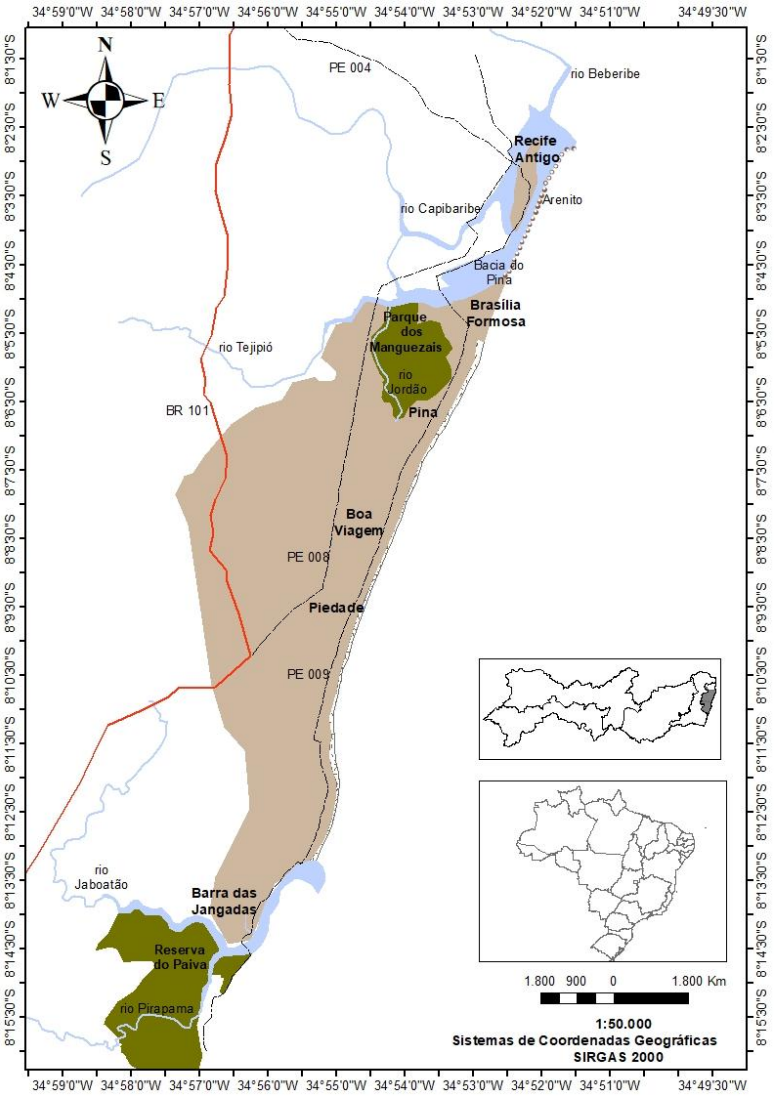


Fonte: Adriana Cassiano da Silva

- Núcleo Metropolitano (Figura 2)**:** inclui Olinda, Recife e Jaboatão dos Guararapes.

Os ecossistemas presentes na região incluem manguezais, fragmentos de mata atlântica, recifes de coral e restingas. No que se refere à hidrografia, a área é bem drenada, com inúmeros rios e riachos, sendo o Rio Capibaribe o principal curso d´agua. Porém, apresenta alta vulnerabilidade e um dos fatores que potencializa a erosão nesta região, além da intensa urbanização e a pouca contribuição dos rios no aporte sedimentar (MENEZES; PEREIRA; GONÇALVES, 2018; MALLMANNAC; ARAÚJOAD; DROGUETT, 2014).

Figura 2 - Mapa do núcleo metropolitano mostrandoos municípios de Recife e Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, Brasil.

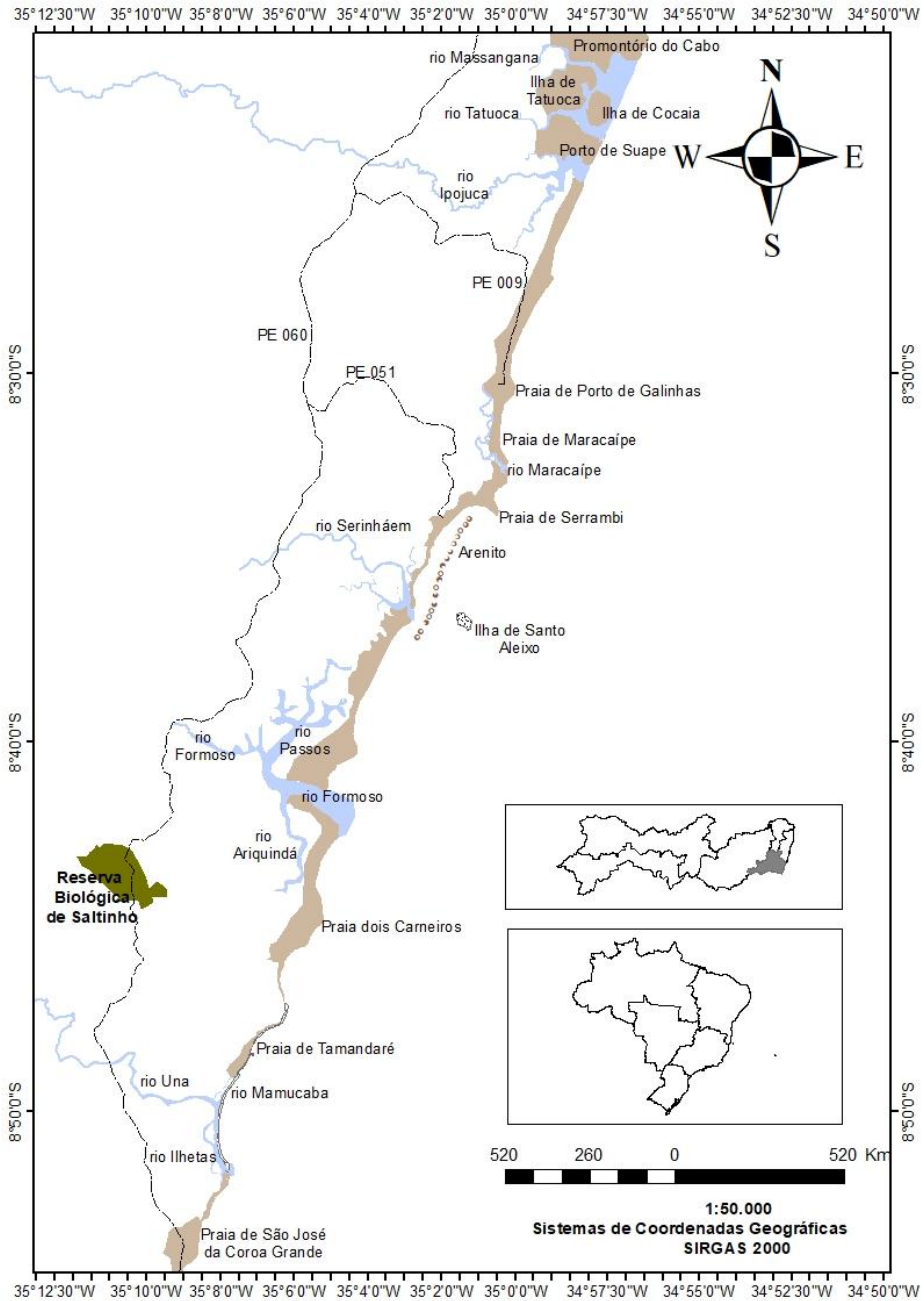


Fonte: Adriana Cassiano da Silva

- Litoral Sul (Figura 3)**:** compreende os municípios de Cabo de Santo Agostinho, Ipojuca, Sirinhaém, Tamandaré, Barreiros e São José da Coroa Grande.

O litoral sul de Pernambuco é onde mais se verifica a presença de praias preservadas e menores ambientes de feições erosivas. Entretanto, as áreas de viveiros são resultado de processos de alterações dos ambientes locais e estão muito próximas à orla marítima nos municípios de Sirinhaém e São José da Coroa Grande. (MENEZES; PEREIRA; GONÇALVES, 2018).

Figura 3 - Mapa dolitoral sulde Pernambuco, Brasil.



Fonte: Adriana Cassiano da Silva

Devido as baixas cotas de altitude, as águas do Atlântico penetram o relevo costeiro do litoral de Pernambuco, criando um ambiente flúvio-marinho (CPRH, 2018). Consequentemente uma diversidade de feições morfológicas e ambientes que contemplam a ocorrência de uma multiplicidade de ecossistemas produtivos e ricos em biodiversidade, que incluem segmentos de planícies recobertas por coqueirais, remanescentes da Mata Atlântica, estuários com extensos manguezais, croas, ilhas, restingas, recifes de arenitos e de corais. A bioconectividade entre o ambiente recifal, o ecossistema manguezal e pradarias de fanerógamos presentes no litoral, contribuem para a reprodução de espécies marinhas e aumento dos estoques pesqueiros (SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE, 2017).

Metodologia Aplicada

Para este estudo, inicialmente foi feito um levantamento de trabalhos de comunidade fitoplanctônica realizados em ecossistemas estuarinos, praias, plataforma e arquipélagos, totalizando 35 áreas estudadas. Foram 19 **áreas estuarinas**: *Rios* Goiana, *Botafogo*, *Igarassu, Timbó, Beberibe, Capibaribe, Bacia Portuária do Recife*, *Bacia do Pina*, *Barra das Jangadas*, *Massangana*, *Suape*, Maracaípe, *Sirinhaém*, *Passos*, *Formoso*, *Ariquindá, Mamucaba, Ilhetas, Una*; 12 áreas que fazem parte da **região nerítica**, incluído nove *praias*(*Brasília Formosa*, *Boa Viagem*, *Piedade*, *Portode Galinhas*, *Maracaípe*, *Serrambi*, *Campas*,*Tamandaré* e *São José da Coroa Grande*), *plataforma*, *Naufrágios Mercurius e Saveiros* e *Naufrágios Servemar-X e Servemar-I*; e **Arquipélagos** que são áreas oceânicas: *São Pedro e São Paulo* e *Fernando de Noronha* (*Baía do Sueste*; *ecossistema manguezal*; e posições geográficas *Sudeste* e *Nordeste* – áreas sul e nordeste do mar de fora). Os trabalhos abrangem o período de 1989 a 2017 e incluem artigos, monografias, dissertações e teses de pesquisadores e alunos do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) os quais foram obtidos através de pesquisa na internet em periódicos e na Biblioteca do Centro de Tecnologia e Geociências (CTG) da UFPE.

Para elaboração da *Check-List*, os dados compilados com o nome de cada espécie e respectivo local de ocorrência foram organizados em tabelas do Excel 2013, através de presença e ausência no ecossistema. Os critérios de refinamento

da classificação taxonômica do levantamento de espécies registradas foram prioritariamente checados junto ao banco de dados internacional *Algaebase* (http://www.algaebase.org/) entre setembro/2018 à outubro/2018. Para as espécies não encontradas, consultou-se ainda o ITIS (*https://www.itis.gov/*) e Flora Brasil (*floradobrasil.jbrj.gov.br/*).

A frequência de ocorrência (distribuição geográfica das espécies) foi expressa em porcentagem, levando-se em consideração o número de ecossistemas nos quais cada táxon esteve presente e o número total de ecossistemas estudados, utilizando a fórmula: **Fo=A.100/a**

Sendo:

A = número de ecossistemas em que cada táxon ocorreu; **a** = número total de ecossistemas estudados.

Em função do valor da frequência os táxons foram classificados através da escala descrita por Mateucci e Colma (1982) em: *muito frequente* (≥70%); *frequente* (<70%≥40%); *pouco frequente* (<40%≥10); e *esporádico* (<10%).

Na análise estatística dos dados, as similaridades entre as composições fitoplanctônicas dos ecossistemas, foram obtidas por meio do coeficiente de similaridade de Sorensen (1948), o qual foi calculado por meio do software PC-ORD© versão 4.14 para Windows (MCCUNE; MEFFORD, 1999). O método de ligação do dendograma foi do peso proporcional, onde foram feitas comparações qualitativas baseadas na matriz binária presença/ausência das espécies de acordo com o índice de Sorensen (1948), cuja fórmula simplificada do coeficiente é dada como: Cs = 2a/(2a+b+c). Onde **a** = n° de espécies na amostra A; **b** = n° de espécies na amostra B; e **c** = número de espécies na amostra **a** mas não na **b**. Nesse índice, a similaridade é máxima quando o valor é igual a 100 e inexistente quando for zero (0).

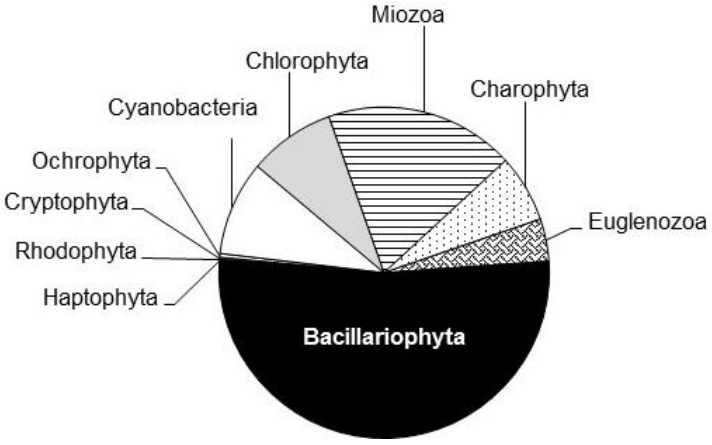
Resultados e discussão

Para águas brasileiras, uma listagem de espécies do fitoplâncton marinho incluía pelo menos 1.364 espécies, das quais 783 eram diatomáceas, 364 dinoflagelados e 96 cocolitoforídeos (TENENBAUM, 2002, *apud* RODRIGUES, MEURER, 2016). Atualmente a flora fitoplanctônica brasileira é de 1.541 espécies, com 238 diatomáceas e dinoflagelados para Pernambuco (FORZZA et al., 2010).

Entretanto, as 35 áreas analisadas mostra uma riqueza de 1.061 táxons, com 937 espécies, 77 variedades, oito formas, 36 gêneros e quatro classes que se encontra distribuída entre 10 filos: *Bacillariophyta* (554 spp e 155 gêneros), *Miozoa* (197 spp), *Cyanobacteria* (98 spp), *Chlorophyta* (90 spp), *Charophyta* (70 spp), *Euglenozoa* (44 spp), *Ochrophyta* (quatro spp), *Cryptophyta* (duas spp) *Rhodophyta* uma espécie (Figura 4). As áreas estudadas inclui desde ambientes altamente eutrofizados (a exemplo dos rios Capibaribe, Beberibe, Bacia do Pina, Rio Goiana e Timbó) a ecossistemas ditos preservados, como os arquipélagos de São Pedro e São Paulo e Fernando de Noronha e Rio dos Passos.

No litoral de São Paulo, um inventário de quase 100 anos de pesquisa sobre a composição fitoplanctônica, que incluiu a compilação de uma lista de dados pretéritos complementada com dados primários coletados entre agosto de 2004 e julho de 2006 em zonas de arrebentação de 20 praias paulistas e em área de maricultura da praia da Cocanha, constatou uma riqueza de apenas 572 espécies (VILLAC; CABRAL-NORONHA; PINTO, 2008). Portanto, este estudo mostra um retrato atualizado da alta biodiversidade fitoplanctônica do litoral pernambucano, nesta porção do Atlântico tropical onde há os mais variados tipos de ecossistemas e condições ambientais.

Figura 4 - Composição florística do fitoplâncton, litoral de Pernambuco, Brasil



Verifica-se que Bacillariophyta é o filo dominante no litoral de Pernambuco. As diatomáceas são um dos mais bem-sucedidos grupos de microrganismos eucarióticos fotossintéticos, habitando quase todo tipo de ambiente aquoso, podendo também ocorrer como endossimbiontes em dinoflagelados e foraminíferos (ROUND; CRAWFORD; MANN, 1990). Caracterizam a comunidade fitoplanctônica

de Pernambuco principalmente através dos gêneros *Chaetoceros* (35 spp), *Nitzschia* (34 spp)*, Pleurosigma* (19 spp), *Navicula* (15 spp), *Triceratium* (15 spp), *Surirella* (14 spp), *Licmophora* (12 spp), *Pinnularia* (12 spp), *Amphora* (11 spp), *Tryblionella* (11 spp), *Coscinodiscus* (10 spp) e *Diploneis* (10 spp).

Chaetoceros é o gênero mais abundante e diverso entre as diatomáceas planctônicas nos oceanos do mundo, apesar do conhecido comportamento oportunista local. Isso indica que as várias espécies de *Chaetoceros* não competem entre si (MALVIYA et al., 2016). Atualmente são 544 táxons na base de dados (372 nomes de espécies e 172 nomes infraespecíficos), dos quais 222 foram sinalizados como aceitos taxonomicamente (GUIRY, GUIRY, 2019). Porém, análises morfológicas e moleculares mostram uma maior diversidade de espécies para *Chaetoceros lorenzianus*do que se conhece atualmente. *Chaetocerosdecipiens* ocorre em todo o mundo, do Ártico aos trópicos; *C. mitra* é a única espécie de água fria, relatada a partir do Ártico e águas frias adjacentes; *C. lorenzianus* tem sido relatado globalmente; e *C. elegans*, *C. laevisporus* e *C. mannaii*, todos parecem ser espécies aquosas de clima quente (LI et al., 2017).

Para o gênero *Nitzschia*, há uma riqueza de 1.132 nomes de espécies e 434 nomes infraespecíficos, dos quais 824 foram descritas e aceitas taxonomicamente (GUIRY, GUIRY, 2019). Tem uma distribuição mundial em águas marinhas e águas doces, e tem sido relatada a partir de muitos tipos de habitats, incluindo os limpos e altamente poluídos. No entanto, existem muitas espécies marinhas, estuarinas e de água doce que são consideradas verdadeiras endemias. Embora esteja presente em todo o mundo, um grande número de táxon do gênero *Nitzschia* tem uma distribuição restrita dentro da Região Antártica, mostrando um claro biorregionalismo (HAMSHER et al., 2016).

Na análise por tipo de área, verificou-se que a composição florística para áreas estuarinas é composta por 815 spp, nove filos e domínio das diatomáceas (Figura 5a). Para a região nerítica, o total de espécies foi de 588 táxons, das quais: para as praias foram assinaladas 434 espécies, oito filos e também domínio das diatomáceas mas com um aumento da presença de dinoflagelados (Figura 5b); e para áreas mais afastadas da costa, na plataforma (perfis distribuídos ao longo da plataforma) e recifes artificiais (naufrágios), a composição florística foi de 154 espécies e com domínio das diatomáceas (109) e dinoflagelados (31spp.) (Figura 5c).

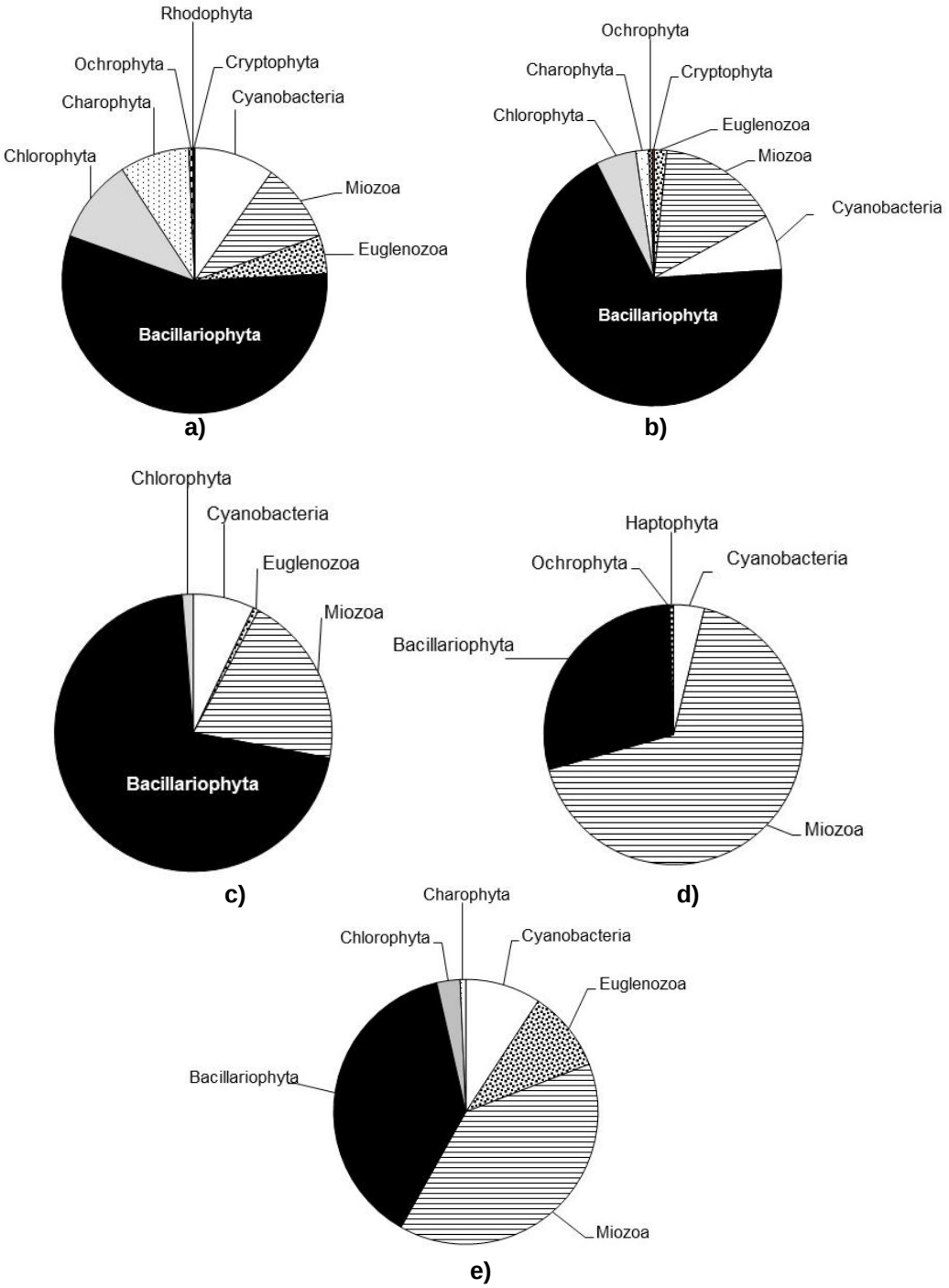
Em São Pedro e São Paulo, diferentemente do que acontece em áreas mais costeiras, verifica-se que a comunidade é essencialmente composta por dinoflagelados (139 spp.), diatomáceas (59 spp.) e cianobactérias (8spp.) com um registro de 208 espécies distribuídas em cinco filos (Figura 5d); para Fernando de Noronha foram referidas 141 espécies e seis filos onde verificou-se também a presença marcante do filo Miozoa (55 spp.) e diatomáceas (54spp.). O ecossistema manguezal da Baía do Sueste cria uma condição diferenciada naquela área, onde ocorrem espécies características de água doce e de ambientes ricos em matéria orgânica, com a presença das euglenofíceas e clorofíceas (Figura 5e).

Segundo Lima (2012) a Baía do Sueste abriga um ecossistema manguezal, o qual fica paralelo à linha de praia e que se caracteriza por apresentar duas fases, *fechada* e *aberta*. A fase fechada se estende por todo período de estiagem e boa parte do período chuvoso. A fase aberta só acontece no mês de maior intensidade pluviométrica, quando a ação da chuva conjuntamente com a ação do mar, força o canal no extremo sul (rompimento da duna), permitindo temporariamente uma dinâmica de maré de pequena vazão, que enriquece as águas oceânicas da Baía do Sueste e dilui aquelas represadas no manguezal.

Este estudo mostra que a comunidade fitoplanctônica de Pernambuco muda das áreas estuarinas para as regiões nerítica e oceânica. Nas regiões mais costeiras, que estão sujeitas à maior variação de salinidade e maior concentração de sais nutrientes devido à contribuição dos rios, o fitoplâncton apresenta uma maior variedade de filos, maior número de espécies de água doce e de ambiente salobro, e presença de espécies tolerantes a altas concentrações de matéria orgânica.

De forma geral, regiões mais afastadas da costa, Miozoa, Bacillariophyta e Cyanobacteria são responsáveis pela maior parte da composição florística. Vale destacar que a maior diversidade de espécies para áreas estuarina, que são bem estudada pela grande quantidade de trabalhos que a área apresenta, comparada às regiões nerítica e oceânica, deve-se ao fato dessas duas últimas serem regiões pouco exploradas, onde os trabalhos ainda são escassos e restritos (Figura 5).

Figura 5 - ***a***) Composição fitoplanctônica para áreas estuarinas); ***b***) para áreas de praias; ***c***) plataforma/perfis e recifes artificiais; ***d***) São Pedro e São Paulo; e ***e***) Fernando de Noronha, Pernambuco, Brasil



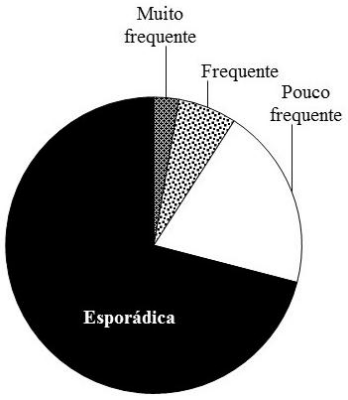
De acordo com Eskinazi-Leça et al. (1997), o fitoplâncton da plataforma continental de Pernambuco apresenta variações ligadas ao afastamento da costa em direção à região oceânica, como também entre os diversos meses do ano. Em relação à variação espacial, há também diferenças significativas no número de células/litro, ocorrendo valores reconhecidamente baixos e comparáveis entre si, a

partir de 4 milhas da costa. Nos locais mais próximos da costa, entretanto, as variações são bastante diferenciadas e dependem do maior ou menor fluxo de nutrientes.

Naturalmente as condições oligotróficas das estações mais oceânicas, marcadas pela baixa concentração relativa de sais nutrientes, não permitem um florescimento fitoplanctônico nas proporções registradas nas estações mais costeiras. Entretanto, após 4 milhas de afastamento, a densidade fitoplanctônica apresenta uma estabilidade comum em diferentes perfis, com média em torno de 300.000 cels/litro (ESKINAZI-LEÇA et al.,1997; RESSUREIÇÃO et al. 1996).

Em relação à frequência de ocorrência, 26 táxons foram consideradas muito frequentes (distribuição geográfica variando de 71,43 a 88,57%), 68 frequentes (distribuição entre 40 e 68,57%), 211 pouco frequentes (distribuição de 11,43 a 37,14%) e 756 foram consideradas esporádicas (com distribuição geográfica variando de 2,86 a 8,57%) (Figura 6; Tabelas 1 e 2).

Figura 6 - Frequência de ocorrência da comunidade fitoplanctônica no litoral de Pernambuco, região Nordeste do Brasil



Na análise por tipo de ambiente, as espécies de maior distribuição geográfica nos estuários foram: *Bellerochea malleus* e *Coscinodiscus centralis* que estiveram presentes em todas as áreas estuarinas estudadas; *Chaetoceros lorenzianus*, *Climacosphenia moniligera*, *Nitzschia sigma*, *Odontella aurita*, *Paralia sulcata*, *Terpsinoë musica* e *Thalassionema nitzschioides* que estiveram presentes em 18 das 19 áreas estuarinas analisadas; *Asterionellopsis glacialis*, *Biddulphia biddulphiana*, *Chaetoceros affnis, C. curvisetus* e *Trieres mobiliensis* que ocorreram em 17 ecossistemas estuarinos; *Cylindrotheca closterium*, *Entomoneis alata*, *Fragilaria capucina*, *Gyrosigma attenuatum, Lyrella lyra* e *Nitzschia longíssima*

presentes em 16*;* e ocorrendo em 15 dos 19 ecossistemas estuarinos estudados estiveram as diatomáceas *Bacillaria paxillifera*, *Campylodiscus clypeus*, *Coscinodiscus oculus-iridis*, *Rhabdonema adriatricum*, *Rhizosolenia setigera*, *Surirella fastuosa* e a cianobactéria *Oscillatoria princeps*.

Para a região nerítica, as espécies que apresentaram maior distribuição foram: *Cylindrotheca closterium* e *Rhabdonema adriatricum*, ambas presentes em toda região nerítica estudada; *Thalassionema frauenfeldii*, *T. nitzschioides*, *Asterionellopsis glacialis*, *Bacillaria paxillifera*, *Climacosphenia moniligera* e *Odontella aurita* que ocorreram em 11 das 12 áreas neríticas analisadas; *Nitzschia sigma*, *Odontella turgida*, *Podocystis adriatrica*, *Amphitetras antediluviana*, *Biddulphia biddulphiana*, *Campyloneis grevillei*, *Entomoneis alata*, *Fragilaria capucina*, *Grammatophora marina* e *Helicotheca tamesis* que ocorreram em 10 dos 12 ecossistemas neríticos estudados; e ocorrendo em nove estiveram as diatomáceas *Bellerochea malleus, Cocconeis scutellum*, *Coscinodiscus centralis*, *Diploneis bombus, Leptocylindrus danicus*, *Lyrella lyra*, *Paralia sulcata*, *Surirella fastuosa e Trieres mobiliensis*, além do dinoflagelado *Tripos furca*.

De forma geral, as espécies muito frequentes e de maior distribuição geográfica são todas pertencentes ao filo Bacillariophyta (21 no total), além de alguns gêneros pertencentes a outros grupos (Tabela 1).

Tabela 1 - Distribuição geográfica das espécies fitoplanctônicas muito frequentes através da presença e ausência, e seus respectivos percentuais de distribuição geográfica, litoral de Pernambuco, Brasil

Taxa	Estuários																		Região nerítica											Arquipélagos				Percentual de distribuição (%)
	Rio Goiana	Rio Botafogo	Rio Igarassu	Rio Timbó	Rio Beberibe	Rio Capibaribe	Bacia Portuária	Bacia do Pina	Barra das Jangadas	Rio Massangana	Suape	Rio Maracaípe	Rio Sirinhaém	Rio Passos	Rio Formoso	Rio Ariquindá	Rio Mamucaba	Rio Ilhetas	Rio Una	Praia de Brasília Formosa	Praia de Boa Viagem	Praia de Piedade	Praia de Porto de Galinhas	Praia de Maracaípe	Praia de Serrambi	Praia de Campas	Praia de Tamandaré	São josé da Coroa Grande	Plataforma/perfis	Mercurius e Saveiros	Servemar-X e Servemar-I	São Pedro e São Paulo	Baía do Sueste	Manguezal - FN	Fernando de Noronha	
Cyanobacteria																																			
Oscillatoria spp	x		x	x	x	x	x		x			x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x		x	x	x	x		x		71.43
Euglenozoa																																			
Euglena spp	x		x	x	x	x	x		x			x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x		74.29
Miozoa																																			
Protoperidinium spp	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x		x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x			x	77.14
Bacillariophyta																																			
Asterionellopsis glacialis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x					80.00
Bacillaria paxillifera	x	x	x	x			x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					74.29
Bellerochea malleus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x				x				82.86
Biddulphia biddulphiana	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x					80.00
Chaetoceros lorenzianus	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x	x		x	x		x				77.14
Chaetoceros spp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					88.57
Climacosphenia moniligera	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						85.71
Coscinodiscus centralis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x			x	x				85.71
Cylindrotheca closterium	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				85.71
Entomoneis alata	x	x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x				77.14
Fragilaria capucina	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x					74.29
Grammatophora marina	x	x	x	x			x		x	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x			74.29
Lyrella lyra	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x			x	x	x	x	x	x		x	x					71.43
Nitzschia longissima	-		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x		77.14
Nitzschia sigma	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x					80.00
Odontella aurita	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x			x		85.71
Odontella turgida	x	x	x	x		x			x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x				x				71.43
Paralia sulcata	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x						x			80.00
Pleurosigma spp.	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x			82.86
Rhabdonema adriatricum	x	x		x			x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				82.86
Surirella fastuosa	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x		x		x	x	x			x	x	x	x	x	x	x		x			x				71.43
Thalassionema nitzschioides	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x					82.86
Trieres mobiliensis	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x									74.29

Os taxa frequentes formaram um grupo de 53 espécies, sendo 45 diatomáceas, cinco dinoflagelados, duas cianobactérias e uma euglenoficea que apresentaram distribuição geográfica entre 40 e 68,57% (Tabela 2).

Das 53 espécies fitoplanctônicas que compõem os frequentes, 22 apresentaram uma expansão territorial que se dá por todo ambiente, ocorrendo desde áreas estuarinas até os arquipélagos São Pedro e São Paulo e/ou Fernando de Noronha. São elas: a cianobactéria *Trichodesmium erythraeum* (embora com percentual de distribuição de apenas 40%, essa espécie ocorreu tanto em áreas estuarinas, como na região nerítica e arquipélagos); os dinoflagelados *Prorocentrum micans*, *Pyrophacus horologium*, *Tripos fusus e Tripos muelleri*; e as diatomáceas *Amphitetras antediluviana*, *Bacteriastrum hyalinum*, *Campyloneis greville*, *Chaetoceros affnis*, *Chaetoceros diversus*, *Chaetoceros peruvianus*, *Cocconeis scutellum*, *Coscinodiscus oculus-iridis*, *Gyrosigma balticum*, *Hemiaulus membranaceus*, *Leptocylindrus danicus*, *Licmophora abbreviata*, *Pleurosira laevis*, *Podocystis adriatrica*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Rhabdonema punctatum* e *Rhizosolenia styliformis* (Tabela 2).

Tabela 2 - Distribuição geográfica das espécies frequentes através da presença e ausência, e seus respectivos percentuais, litoral de Pernambuco, Brasil

Taxa	Estuários																		Região nerítica										Arquipélagos				
	Rio Goiana	Rio Botafogo	Rio Igarassu	Rio Timbó	Rio Beberibe	Rio Capibaribe	Bacia Portuária	Bacia do Pina	Barra das Jangadas	Rio Massangana	Suape	Rio Maracaípe	Rio Sirinhaém	Rio Passos	Rio Formoso	Rio Ariquindá	Mamucaba	Rio Ilhetas	Rio Una	Praia de Brasília Formosa	Praia de Boa Viagem	Praia de Piedade	Praia de Porto de Galinhas	Praia de Maracaíxe	Praia de Serrambi	Praia de Campas	Praia de Tamandaré	São josé da Coroa Grande	Plataforma/perfis	Naufrágios Mercurius e Saveiros	Naufrágios Servemar-X e Servemar-I	São Pedro e São Paulo	Fernando de Noronha - xía do Sueste	Fernnado de Noronha - xnguezal	Arquipélago Fernando de Noronha	Percentual de distribuição (%)
Cyanobacteria																																			
Anabaena sp.	x	x	x	x	x	x	x			x		x	x		x		x	x	x				x	x		x	x	x							54.29
Chroococcus spp		x	x	x		x	x		x	x				x	x	x			x				x									x	x		40.00
Lyngbya spp		x	x	x			x		x	x		x		x	x	x		x	x				x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	62.86
Oscillatoria princeps	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x		x	x						x	x	x	x								54.29
Spirulina sp.	x	x	x	x		x	x		x			x	x		x	x		x	x					x	x		x		x		x		x			54.29
Trichodesmium erythraeum	x						x					x			x		x	x				x	x			x	x	x	x		x			x	40.00
Euglenozoa																																			
Lepocinclis acus	x		x	x	x	x	x		x			x	x		x		x	x	x					x		x	x	x							48.57
Miozoa																																			
Prorocentrum micans					x	x	x			x		x		x	x	x							x	x	x		x	x				x				40.00
Pyrophacus horologium	x		x		x	x	x			x					x	x				x	x	x			x			x				x				40.00
Pyrophacus spp							x					x			x	x	x		x	x	x	x	x		x			x				x				40.00
Tripos furca		x			x	x	x		x	x			x			x		x		x			x		x	x	x	x	x	x	x				51.43
Tripos fusus	x	x				x	x						x		x	x		x							x	x	x		x	x	x			x		45.71
Tripos muelleri		x			x		x		x	x		x	x		x	x	x						x		x		x		x	x	x	x	x			51.43
Bacillariophyta																																			
Achnanthes brevipes		x				x			x		x	x	x				x	x	x	x		x	x			x	x								40.00
Actinoptychus senarius	x	x	x	x		x		x	x				x		x	x					x		x		x	x	x	x								45.71
Actinoptychus splendens	x	x	x	x			x	x	x		x		x	x		x									x	x	x									40.00
Amphitetras antediluviana		x	x				x	x	x		x					x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x			x					54.29
Amphora sp.	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x		x	x	x	x	x					x		x	x	x	x		x	x		x	x			68.57
Bacteriastrum hyalinum			x					x	x		x		x	x	x	x				x	x	x			x		x		x			x					42.86
Biddulphia tridens		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x			x					x	x	x	x	x	x	x	x						60.00
Campylodiscus clypeus	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							x		x	x	x									54.29
Campylodiscus spp.		x		x			x		x	x			x	x	x	x		x	x			x			x	x	x		x							45.71
Campyloneis grevillei									x		x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x			57.14
Cerataulina pelagica	x	x	x	x				x			x		x		x	x	x	x		x	x	x					x	x	x							48.57

Continua...

Tabela 2 - Distribuição geográfica das espécies frequentes através da presença e ausência, e seus respectivos percentuais, litoral de Pernambuco, Brasil

Taxa	Estuários																		Região nerítica										Arquipélagos				
	Rio Goiana	Rio Botafogo	Rio Igarassu	Rio Timbó	Rio Beberibe	Rio Capibaribe	Bacia Portuária	Bacia do Pina	Barra das Jangadas	Rio Massangana	Suape	Rio Maracaípe	Rio Sirinhaém	Rio Passos	Rio Formoso	Rio Ariquindá	Mamucaba	Rio Ilhetas	Rio Una	Praia de Brasília Formosa	Praia de Boa Viagem	Praia de Piedade	Praia de Porto de Galinhas	Praia de Maracaíxe	Praia de Serrambi	Praia de Campas	Praia de Tamandaré	São josé da Coroa Grande	Plataforma/perfis	Naufrágios Mercurius e Saveiros	Naufrágios Servemar-X e Servemar-I	São Pedro e São Paulo	Fernando de Noronha - xía do Sueste	Fernnado de Noronha - xnguezal	Arquipélago Fernando de Noronha	**Percentual de distribuição (%)**
Bacillariophyta																																			
Chaetoceros affnis	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x			x				68.57
Chaetoceros brevis	x	x	x				x		x	x	x	x		x	x	x				x	x	x								x	x				45.71
Chaetoceros curvisetus	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x								62.86
Chaetoceros diversus			x	x				x	x		x	x	x		x	x				x	x						x		x		x				40.00
Chaetoceros peruvianus	x							x	x		x	x	x		x					x	x	x		x	x				x		x				40.00
Chaetoceros teres	x		x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x										x	x								40.00
Chrysanthemodiscus floriatus			x						x		x	x	x		x	x	x	x	x				x	x	x	x		x		x					45.71
Cocconeis scutellum	x	x	x	x				x	x		x	x			x	x	x					x	x	x	x	x	x	x	x			x	x		62.86
Cocconeis spp.		x	x	x		x	x		x			x		x	x	x					x	x	x		x			x							42.86
Coscinodiscus oculus-iridis	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x					x			x	x	x			x				57.14
Diploneis bombus		x	x					x		x		x			x	x	x	x			x		x	x	x	x	x	x		x					51.43
Fragilaria spp.	x	x				x	x	x	x	x			x		x	x	x	x		x	x	x			x	x	x	x		x					57.14
Grammatophora. oceanica	x	x		x					x	x		x		x	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x	x		x					54.29
Guinardia striata	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x				x	x	x			x	x	x		x	x					62.86
Gyrosigma balticum	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x						x	x	x	x		x		x		x		65.71
Helicotheca tamesis	x		x	x	x	x	x		x	x	x		x		x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x		x				68.57
Hemiaulus membranaceus	x				x	x	x			x	x				x	x				x	x		x		x		x		x	x	x				48.57
Isthmia enervis	x	x							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x			x	x	x		x					51.43
Leptocylindrus danicus		x			x	x	x		x	x	x	x				x	x	x		x	x	x	x	x	x	x			x		x				60.00
Licmophora abbreviata	x		x	x	x		x		x	x			x		x	x				x	x	x			x	x	x	x			x	x			54.29
Licmophora spp.			x			x	x		x	x		x			x	x	x		x	x	x	x	x	x		x			x	x	x	x	x	x	62.86
Melosira moniliformis	x	x			x			x	x	x	x		x		x			x	x	x	x	x				x	x								45.71
Odontella longicruris	x	x	x	x	x		x	x	x		x		x		x	x	x	x		x	x	x	x		x		x		x						60.00
Petroneis humerosa		x			x				x	x		x		x		x	x	x					x	x	x	x	x								40.00
Pleurosira laevis	x	x	x	x			x		x		x	x	x		x	x			x				x	x	x		x				x	x	x			54.29
Podocystis adriatrica				x					x	x	x	x		x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				62.86
Proboscia alata				x	x	x	x		x				x		x	x				x	x	x			x	x	x			x	x					45.71

Continua...

Tabela 2 - Distribuição geográfica das espécies frequentes através da presença e ausência, e seus respectivos percentuais, litoral de Pernambuco, Brasil

Taxa	Estuários																			Região nerítica											Arquipélagos				
	Rio Goiana	Rio Botafogo	Rio Igarassu	Rio Timbó	Rio Beberibe	Rio Capibaribe	Bacia Portuária	Bacia do Pina	Barra das Jangadas	Rio Massangana	Suape	Rio Maracaípe	Rio Sirinhaém	Rio Passos	Rio Formoso	Rio Ariquindá	Mamucaba	Rio Ilhetas	Rio Una	Praia de Brasília Formosa	Praia de Boa Viagem	Praia de Piedade	Praia de Porto de Galinhas	Praia de Maracaíxe	Praia de Serrambi	Praia de Campas	Praia de Tamandaré	São josé da Coroa Grande	Plataforma/perfis	Naufrágios Mercurius e Saveiros	Naufrágios Servemar-X e Servemar-I	São Pedro e São Paulo	Fernando de Noronha - xía do Sueste	Fernnado de Noronha - xnguezal	Arquipélago Fernando de Noronha	**Percentual de distribuição (%)**
Bacillariophyta																																			
Pseudo-nitzschia pungens			x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x								x	x	x				x	x				51.43
Pseudosolenia calcar-avis		x		x				x	x	x	x	x			x		x	x							x	x		x	x		x				42.86
Rhabdonema punctatum	x								x		x		x	x	x	x	x	x					x		x	x		x		x	x				42.86
Rhizosolenia setigera	x	x	x		x	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x			x		x		x	x	x				65.71
Rhizosolenia styliformis	x		x	x		x	x	x	x				x	x	x	x		x	x	x	x	x					x			x	x	x	x			57.14
Skeletonema costatum	x	x	x	x		x	x				x	x							x				x	x			x		x		x					40.00
Surirella febigeri	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x								x		x			x							48.57
Surirella spp.	x	x	x		x	x	x		x	x			x	x	x	x	x		x	x	x				x		x						x			54.29
Synedra spp.		x	x			x	x	x	x			x	x	x	x	x		x				x	x	x	x			x				x				51.43
Terpsinoë musica	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x		x		x								65.71
Thalassionema frauenfeldii	x	x		x		x	x		x		x	x	x		x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x					65.71
Thalassiosira leptopus		x			x	x	x		x	x		x			x	x						x	x	x	x	x	x									42.86
Thalassiosira spp.	x		x	x	x	x	x	x	x						x	x			x			x				x	x				x			x		42.86
Triceratium pentacrinus		x		x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x					x	x	x	x	x								57.14
Trieres regia	x	x				x	x		x		x		x	x	x	x	x		x			x			x	x		x								45.71
Charophyta																																			
Closterium spp.	x	x			x	x	x		x			x	x	x	x	x							x	x			x	x								45.71
Chlorophyta																																			
Cladophora spp.				x		x	x		x			x	x		x	x	x	x	x			x	x			x	x			x						45.71

Mediante análise foi possível identificar cinco padrões de distribuição das espécies, levando-se em consideração a expansão marítima das espécies:

O ***primeiro padrão*** foi formado por 538 espécies exclusivas (esporádicas ou pouco frequentes) que apresentaram percentuais de distribuição geográfica variando de 2,86 a 20%, podendo ser exclusivas de estuários, exclusivas da região nerítica ou exclusivas da região oceânica/arquipélagos.

O ***segundo padrão*** foi formado por 185 espécies que exibiram percentuais de distribuição entre 5,71 a 82,86%. Este grupo caracacteriza-se pela preferência por águas mais costeiras, onde todas as espécies ocorreram tanto em ambientes estuarinos como na região nerítica, mas sem registro nos arquipélagos. Foi subdividido em dois subgrupos: 1) é constituído por 147 espécies esporádicas ou pouco frequentes, de baixo percentuais de distribuição e, consequentemente, pouco comuns nessa área; 2) é constituído por 38 espécies frequentes ou muito frequentes, podendo a espécie ser *comum* ou de *ampla distribuição* no ambiente.

O ***terceiro padrão*** englobou 88 espécies presentes nas três áreas (estuários, região nerítica e oceânica/arquipélagos). Encontra-se subdividido em dois subgrupos: 1) é constituído por 52 espécies esporádicas ou pouco frequentes e, portanto, de baixa distribuição geográfica; 2) incluiu 36 espécies frequentes ou muito frequentes que são *comuns* ou de *ampla distribuição geográfica* no litoral pernambucano.

O ***quarto padrão*** incluiu apenas 23 espécies características de águas oligotróficas, com registro na região nerítica e arquipélagos. São de baixa distribuição geográfica (entre 5,71 a 20%), podendo ser esporádicas ou pouco frequentes, ou seja, espécies não comuns para Pernambuco.

No ***quinto padrão*** foram incluídas apenas 19 espécies, todas de baixa distribuição geográfica, esporádicas ou pouco frequentes (distribuição de 5,71 a 17,14%) que ocorreram em estuários e arquipélagos mas sem registro na região nerítica.

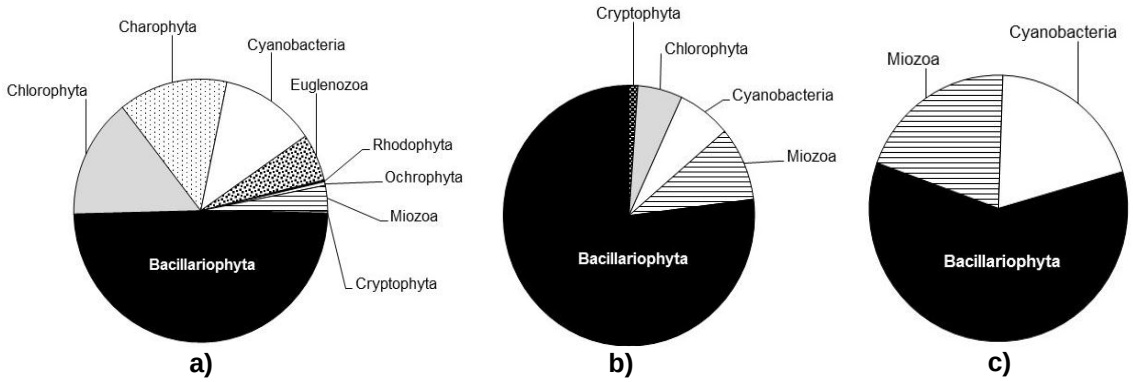
Apesar da forte ligação entre a estrutura de tamanho do fitoplâncton às teias alimentares marinhas e ciclos biogeoquímicos, os mecanismos que controlam a distribuição do tamanho do fitoplâncton no oceano permanecem em grande parte desconhecidos. Porém, em qualquer comunidade ecológica, a abundância de organismos depende de dois parâmetros fundamentais: primeiro o número de espécies e segundo a abundância populacional. Por outro lado, a estrutura de tamanho da comunidade depende, por sua vez, de como cada um desses parâmetros muda com o tamanho do organismo. Entretanto, a abundância da população diminui consistentemente com o tamanho celular de maneira similar, independentemente das condições ambientais (CERMEÑO; FIGUEIRAS, 2008).

Segundo Tundisi (1970), em ambientes estuarinos, as variações ambientais estão relacionadas com fatores climatológicos como precipitação pluviométrica, radiação solar e movimentos sazonais da água, que são a circulação local e influência de correntes costeiras pela ação dos ventos.

Porém, devido a ausência de rios de grande porte, pequenas variações nas condições hidrológicas são observadas nas águas costeiras de Pernambuco, mas suficientes para modificar a comunidade fitoplanctônica dos ecossistemas. O levantamento das espécies exclusivas mostrou que as microalgas planctônicas exclusivas de áreas estuarinas, apresentaram uma maior variabilidade de filos e presença de espécies de água doce e salobra, com estreita relação da influência do fluxo continental, sendo: Bacillariophyta (220 spp) o grupo mais representativo; Chloroplhyta (66 spp); Charophyta (61 spp); Cyanobacteria (54 spp); Euglenozoa (26 spp); Miozoa (14 spp); Ochrophyta (duas spp); Cryptophyta (uma sp.); e Rhodophyta (uma sp.) (Figura 7a).

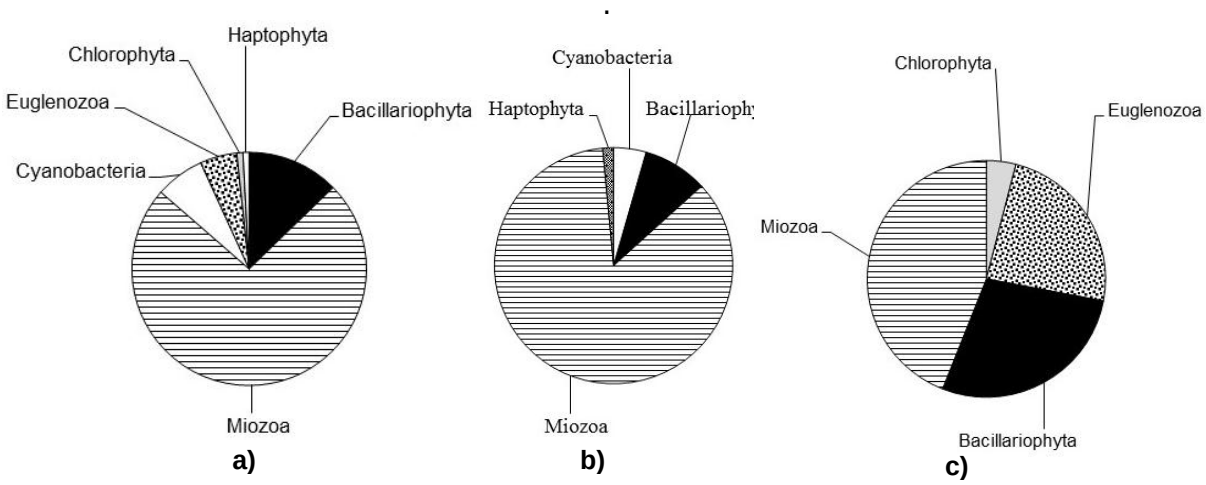
As áreas de praias, plataforma/perfis e naufrágios que compõem a região nerítica e são caracterizadas pelo fluxo marinho, as espécies exclusivas são predominantemente marinhas, com o registro de algumas poucas espécies de água doce. Cinco filos de espécies exclusivas foram registrados nas áreas de praias (Bacillariophyta 67 spp; Miozoa oito spp; Cyanobacteria seis spp; Chloroplhyta cinco spp; e Cryptophyta uma spp) e apenas três para a plataforma/perfis mais naufrágios (Bacillariophyta nove spp; Miozoa três spp; e Cyanobacteria três spp) (Figura 7b e 7c).

Figura 7- Filos fitoplanctônicos com espécies exclusivas para: ***a***) áreas estuarinas; ***b***) praias; e ***c)*** plataforma/perfis e recifes artificiais (naufrágios), no litoral de Pernambuco, Brasil



No que trata as espécies exclusivas de arquipélagos, foram 118 no total sendo 25 espécies exclusivas dos arquipélagos São Pedro e São Paulo e Fernando de Noronha, ou seja, sem registro em áreas estuarinas e região nerítica, porém presentes em ambos arquipélagos estudados; 68 espécies que só ocorreram em São Pedro e São Paulo (Miozoa foi o filo com maior número de espécies exclusivas, 58 no total); e 25 espécies que só ocorreram em Fernando de Noronha (Figura 8).

Figura 8 - Filos com espécies exclusivas para: ***a)*** arquipélagos São Pedro e São Paulo e Fernando de Noronha; ***b*)** exclusivas de São Pedro e São Paulo; e ***c*)** exclusivas de Fernando de Noronha, no litoral de Pernambuco, Brasil



Na análise multivariada (Figura 9) para verificar a similaridade na composição fitoplanctônica dos ecossistemas estudados, Rio Goiana se associa com Rio Botafogo, Rio Formoso, Rio Ariquindá e Praia de Campas. Mesmo que sejam áreas distintas, cuja estrutura de populações sejam completamente diferentes, Campas (praia) se associa a Botafogo porque esses ecossistemas partilham de muitas espécies em comum.

Ao comparar a composição florística do Rio Botafogo com a praia de Campas, verificou-se que muitas espécies registradas no Rio Botafogo, ocorreram também na praia de Campas, fato que justifica essa associação. Segundo Lacerda et al. (2004), o Botafogo é considerado uma área crítica em termos de poluição, mas parece que o ambiente marinho renova as águas do estuário, minimizando os efeitos deletérios da degradação, onde a salinidade no ambiente oscilou entre 17,36 e 34,22%, apresentando um regime eurialino a mesoalino. Provavelmente, essa característica de renovação das águas, leva espécies marinhas para o estuário.

Mesmo recebendo impactos oriundos do lançamento de efluentes domésticos em sua porção superior, o Rio Formoso também apresenta uma grande capacidade de renovação devido o aporte de águas marinhas, com teor salino que oscilou de 1,33 a 36,30, variando desde ambiente oligoalino a eurialino (HONORATO-SILVA et al., 2009).

O Rio Ariquindá que fica inserido no complexo estuarino de Rio formoso, também se apresenta como oligoalino a eurialino, com estrutura de comunidade composta principalmente por espécies eurialinas, neríticas e oceânicas. A flora apresenta moderada capacidade produtiva e a maré foi a variável condicionante do ambiente, além de ser um ecossistema livre de fortes impactos antrópicos (GREGO, 2010; GREGO et al., 2009). Por outro lado, o estuário do Rio Timbó exibe zona semipoluída a supersaturada, com regime salino variando de mesoalino a eurialino e com salinidade entre 11 e 36,31. A flora é formada por organismos ticoplanctônicos (41,05%), marinhas planctônicas neríticas (22,11%), marinhas planctônicas oceânicas (17,89%), estuarinas (1,05%) e água doce (17,89%) (GREGO et al, 2016; GREGO, 2004).

Segundo Feitosa et al. (1999), o sistema estuarino do Rio Goiana é polialino, eutrófico e o microfitoplâncton se apresenta com alta diversidade taxonômica, sendo as espécies mais abundantes *Coscinodiscus centralis*, *Actinoptychus splendens*, *Thalassiosira* sp, *Bellerochea malleus* e *Biddulphia regia*.

Um segundo grupo reúne o complexo estuarino Ilhetas e Mamucabas com Tamandaré porque são áreas muito próximas, compartilhando das mesmas águas. De uma perspectiva ecológica, a comunidade fitoplanctônica dos ecossistemas costeiros do litoral Sul de Pernambuco (complexo estuarino do rio Ilhetas e Mamucabas e da Baía de Tamandaré) é constituída de espécies marinhas planctônicas típicas tanto da zona nerítica como oceânica, além das marinhas e

estuarinas ticoplanctônicas e dulciaquícolas planctônicas e ticoplanctônicas, demonstrando uma heterogeneidade na composição da comunidade, tornando-se extremamente difícil a sua caracterização (SILVA, 2005). Portanto, é esperado que essas populações tenham uma certa similaridade.

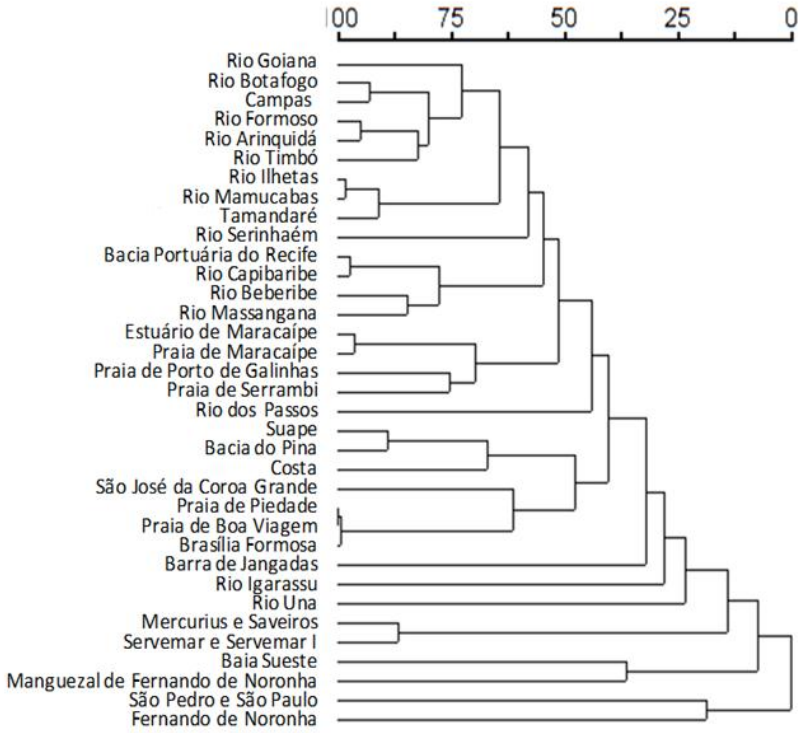
No caso de Sirinhaém, é um ambiente que varia de limnético a eurialino, sendo verticalmente homogêneo, com trechos de zona poluída a supersaturada, e caracterizado pela presença de espécies marinhas eurialinas (42,47%), seguidas das oligoalinas (25,34%) e estuarinas (7,53%) (HONORATO-SILVA, 2009).

Um quarto grupo significante que se forma, associa a Bacia Portuária com Rio Capibaribe e Rio Beberibe com Massangana. Todas são áreas poluídas e interligadas localizadas na Região Metropolitada do Recife, com exceção do rio Massangana que fica no litoral sul. encontram-se interligadas e onde as características hidrológicas são bastante parecidas por compartilharem das mesmas águas. No Rio Beberibe, ocorrem principalmente espécies planctônicas marinhas oceânicas (24,42%) e neríticas (22,09%), sendo dominantes a cianobacteria *Planktothrix agardhii* (período chuvoso) e a diatomácea *Bellerochea malleus* (período de estiagem). No Capibaribe, que é altamente impactado e com uma condição eutrófica à hipereutrófica, as principais espécies registradas foram formas planctônicas de água doce (30%), seguida por planctônicas marinhas oceânicas (25%), ticoplanctônicas marinhas neríticas (22%), planctônicas marinhas nerítica (19%), ticoplanctônicas estuarinas (3%) e planctônicas de água doce (1%). Na Bacia Portuária do Recife, dominam espécies ticoplanctônicas neríticas (23%), planctônicas oceânicas (20%), neríticas (18%), e de água doce (18%), ticoplanctônicas de água doce (16%), ticoplanctônicas estuarinas (4%), e planctônicas estuarinas (1%) (AQUINO, et al. 2015; BORGES, 2016; BORGES et al., 2016; SANTIAGO, 2010).).

Em um quinto grupo, com percentual de similaridade de 50, o estuário de Maracaípe e praia de Maracaípe se associam com Porto de Galinhas e Serrambi. Com exceção do estuário de Maracaípe, todas são áreas de praias. Porto de Galinhas é uma área afetada pela pluma do rio Maracaípe (MACHADO, 2009) e por isso está associada a estes ecossistemas (estuário e praia de Maracaípe). Um outro ponto a ser mencionado é o fato do estuário do rio Una está associado à área de praia. Segundo Bastos (2006) e Bastos, Feitosa e Muniz (2005), é um ecossistema que apresenta uma forte influência da maré, havendo na maioria dos meses

estudados, uma estratificação salina vertical, sendo ela interrompida apenas nos meses de maior pluviometria. Percebeu-se que a altura da maré relaciona-se diretamente com a profundidade local e diversidade especifica. A salinidade é um dos mais importantes parâmetros ambientais a ser analisado no estuário, servindo para delimitar o início e término deste ecossistema, como a distribuição dos organismos, sendo na maioria das vezes, considerada como uma barreira ecológica para as espécies denominadas estenoalinas.

Figura 9 - Análise Multivariada mostrando o dendograma de similaridade das populações fitoplanctônicas dos ecossistemas estuarinos, praias, plataforma e arquipélagos de Pernambuco



Em suma, a figura 9 traz à similaridade entre as populações fitoplanctônicas para os diferentes ecossistemas. Quanto mais próximo de 100, maior número de espécies em comum e mais parecidas são as populações fitoplanctônicas. Quanto mais próximo de zero, menor número de espécies em comum, maior número de espécies exclusivas e mais diferentes são essas populações. Consequentemente, a Baía do Sueste, o ecossistema manguezal e os arquipélagos Fernando de Noronha (posições geográficas *Sudeste* e *Nordeste* do mar de fora) e São Pedro e São Paulo apareceram associados em último plano. São áreas oceânicas de grande diversidade e com significativo número de espécies exclusivas, cujas populações diferem muito dos ecossistemas mais costeiros como os estuários, apresentando

populações mais próximas daquelas que habitam regiões mais afastadas da costa, a exemplo dos naufrágios Mercurius e Saveiros e Servemar-X e Servemar-I. Outrossim, vale ressaltar que muito embora a estrutura da comunidade seja completamente diferente de um lugar para o outro, criando populações distintas dentro de diferentes ambientes, algumas espécies são encontradas em ecossistemas com características hidrológicas bem diferentes, decorrente de uma maior distribuição geográfica.

Um número crescente de estudos baseados em análises morfológicas críticas e refinadas, favorecem a prevalência de padrões de distribuição restrita entre espécies de diatomáceas. Em um nível taxonômico mais alto, poucas evidências são encontradas para o endemismo, pois, além de algumas poucas exceções, gêneros de diatomáceas são cosmopolitas. À primeira vista, isso contrasta claramente com os macrorganismos, onde gêneros inteiros e até famílias são frequentemente endêmicos, podendo ser vistos como prova de uma maior chance de dispersão de longa distância em diatomáceas. Embora isso possa ser verdade, classificações de ordem superior são inteiramente subjetivas, e uma comparação cuidadosa da idade média dos gêneros de diatomáceas e grupos de macrorganismos é necessária antes que uma declaração geral sobre o assunto possa ser feita (VANORMELINGEN et al., 2008).

Apesar das características tropicais e subtropicais dominantes ao longo de toda a costa brasileira, fenômenos regionais definem condições oceanográficas e climatológicas próprias, capazes de determinar traços distintivos à biodiversidade (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2002). Em estuários e águas costeiras, o gradiente de salinidade é relatado como um dos principais fatores que vai influenciar no crescimento e na diversidade das comunidades fitoplanctônicas (MACEDO et al., 2001; KHATOON et al., 2010). O fitoplâncton marinho é adaptado à alta salinidade e geralmente não pode sobreviver em água doce. Da mesma forma, o fitoplâncton de água doce dificilmente pode sobreviver na água do mar. No entanto, algumas espécies marinhas e de água doce desenvolveram uma tolerância a grandes flutuações de salinidade e podem sobreviver em ecossistemas estuarinos de água salobra (NURSUHAYATI; YUSOFF; SHARIFF, 2013).

Para a composição levantada neste estudo e após consulta prévia no *Algaebase*, verificou-se o registro de espécies fósseis, aparentemente sem populações existentes (exemplos: *Actinocyclus octonarius*, *Bacillaria socialis*,

Dictyocha fíbula, *Hyalodiscus laevis*, *Hyalodiscus subtilis*, *Pinnularia cardinalis*, *Pinnularia crucífera*, *Pinnularia latevittata*, *Pinnularia nobilis*, *Triceratium orbiculatum*e *Zygoceros ehrenbergii*). Porém, algumas dessas espécies têm sido também identificadas em outras partes do Brasil e do mundo, podendo ser uma questão de atualização do próprio sistema Algaebase.

Actinocyclus octonarius foi identificada na região sul do Brasil e em outras partes do mundo (ECONOMOU-AMILL; ELSTER; KOMAREK, 1998; VILLAC; CABRAL-NORONHA; PINTO, 2008; PARK et al., 2012); *Triceratium orbiculatum* (sin. *Sheshukovia orbiculata*) foi identificada por pesquisadores já na década de 70 na plataforma de Pernambuco (ESKINAZI-LEÇA; PASSAVANTE, 1972) e por Tibúrcio et al. (2011) no Arquipélago São Pedro e São Paulo. Porém, foi observada também nas ilhas Canárias, costa oeste da Coréia e na Ilha de Jeju, associada inclusive a *Gelidium* sp. (KIM et al., 2017; RODRIGUEZ, 2003)

Em águas impactadas por ações antrópicas no Mediterrâneo, Vila e Masó (2005) também identificaram a espécie *Dictyocha fíbula*, que se encontra presente também em águas brasileiras (MENEZES; BICUDO, 2010; SANTANA et al., 2010). Segundo Jahn e Schmidt (2007), tanto *Bacillaria paxillifera* var. *tumidula* quanto *B. socialis* não pertencem ao gênero *Bacillaria* Grunow. Esses autores compararam os lectótipos de Grunow e Gregory (*Nitzschia socialis*) com Witkowski et al. (2000) e encontraram diferenças notáveis na estrutura da válvula. Por conta disso, Al-Handal, Compère e Riaux-Gobin (2016) sugerem que esses táxons precisam ser examinados minuciosamente por meio de LM e SEM (microscopia eletrônica) e compará-los com os lectótipos para verificar suas identidades corretas. De acordo ainda com esses autores, *Bacillaria socialis* é rara nas ilhas Réunion (França) e Rodrigues (localizada no Arquipélago de Mascarenhas, no Oceano Índico) mas que anteriormente teria sido relatada em Seychelles.

Para *Hyalodiscus laevis*, *Hyalodiscus subtilis*, *Pinnularia crucífera*, *Pinnularia cardinalis*, *Pinnularia latevittata* e *Pinnularia* nobilis, também são espécies encontradas em águas brasileiras e, registradas em diversos trabalhos de composição e levantamento de espécies, fazendo parte da flora fitoplanctônica de diversos estados (BORGES, 2011; SILVA; NOGUEIRA; SOUZA, 2011; MENEZES; BICUDO, 2010; SANTANA et al., 2010; SANTIAGO, 2010; HONORATO-SIVA, 2009; VILLAC; CABRAL-NORONHA; PINTO,2008; DELGADO; SOUZA, 2007;

PAIVA et al, 2006; PROCOPIAK; FERNANDES; MOREIRA-FILHO, 2006; TEIXEIRA; KUTNER, 1961; MÜLLER-MELCHERS, 1955).

Um outro problema observado na plataforma *Algabase* foi *Tryblionella compressa* (diatomácea) aparecer como sinônimo de *Prorocentrum compressum* (dinoflagelado), fato este que indica a necessidade de alguns ajustes no site.

Ante o exposto, foi constatada uma elevada biodiversidade fitoplanctônica para o estado de Pernambuco, onde populações distintas são formadas dentro de ambientes com características hidrológicas e geomorfologicas diferenciadas. É um fato que evidencia a importância das características ambientais e particularidades de cada ecossistema na formação e estruturação da flora fitoplanctônica marinha. Todavia, a forma como a comunidade se encontra distribuída nesta porção do Atlântico Sul, é resultante de uma série de fatores que envolve principalmente características hidrológicas e a relação que um determinado ecossistema apresenta com o continente e suas contribuições, através da proximidade ou afastamento das terras emersas (continente).

Conclusões

Em Pernambuco, estudos sobre fitoplâncton em áreas estuarinas compreendem um grande volume de dados, com diversas linhas de abordagens. As regiões nerítica e oceânica, entretanto, são áreas ainda pouco exploradas. Há uma carência muito grande de estudos nessas regiões, tendo em vista o alto custo das pesquisas e maior grau de dificuldade no processo de coletas. Porém, verificou-se que para Pernambuco a flora planctônica de se apresentou rica e diversificada, comparada a outras regiões do país, com o registro de 1.061 espécies. Essa alta biodiversidade planctônica é resultante da elevada densidade hidrográfica e variedade de ambientes que o Estado apresenta, apesar da estreita faixa litorânea. A planície flúvio-marinha é riquíssima em canais (muitos dos quais foram canalizados ou aterrados) e rios (em sua maioria eutrofizados/poluídos) que dão suporte a uma grande variedade de ecossistemas costeiros e marinhos.

Essa alta variedade de ambientes propicia condições ambientais hidrológicas bem diversificadas ao longo do litoral de Pernambuco, que favorecem a formação de populações distintas e características de cada ecossitema, estabelecendo assim, sua distribuição geográfica no meio marinho.

Verificou-se que as espécies mais comuns para ecossistemas estuarinos do litoral de Pernambuco são *Bellerochea malleus*, *Coscinodiscus centralis*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Climacosphenia moniligera*, *Nitzschia sigma*, *Odontella aurita*, *Paralia sulcata*, *Terpsinoë musica* e *Thalassionema nitzschioides*, *Asterionellopsis glacialis*, *Biddulphia biddulphiana*, *Chaetoceros affnis, C. curvisetus* e *Trieres* mobiliensis, *Cylindrotheca closterium*, *Entomoneis alata*, *Fragilaria capucina*, *Gyrosigma attenuatum, Lyrella lyra*, *Nitzschia longíssima*, *Bacillaria paxillifera*, *Campylodiscus clypeus*, *Coscinodiscus oculus-iridis*, *Rhabdonema adriatricum*, *Rhizosolenia setigera* e *Surirella fastuosa*, além da cianobactéria *Oscillatoria princeps*.

Para a região nerítica, ganharam destaque as diatomáceas *Cylindrotheca closterium*, *Rhabdonema adriatricum*, *Thalassionema frauenfeldii*, *T. nitzschioides*, *Asterionellopsis glacialis*, *Bacillaria paxillifera*, *Climacosphenia moniligera*, *Odontella aurita*, *Nitzschia sigma*, *Odontella turgida*, *Podocystis adriatrica*, *Amphitetras antediluviana*, *Biddulphia biddulphiana*, *Campyloneis grevillei*, *Entomoneis alata*, *Fragilaria capucina*, *Grammatophora marina*, *Helicotheca tamesis*, *Bellerochea malleus, Cocconeis scutellum*, *Coscinodiscus centralis*, *Diploneis bombus, Leptocylindrus danicus*, *Lyrella lyra*, *Paralia sulcata*, *Surirella fastuosa*, *Trieres mobiliensis* e o dinoflagelado *Tripos furca*.

Com base na sua distribuição geográfica, cinco padrões de distribuição foram identificados:

- O *primeiro padrão* foi caracterizado pelas espécies exclusivas e formado por 538 espécies que apresentaram percentuais de distribuição geográfica variando de 2,86 a 20%;

- o *segundo padrão* foi formado por 185 espécies que exibiram percentuais de distribuição entre 5,71 a 82,86% que se caracacterizam pela preferência por águas mais costeiras;

- o *terceiro padrão* englobou 88 espécies que ocorreram nas três áreas: tanto em estuários como na região nerítica e oceânica/arquipélagos.

- o *quarto padrão* incluiu as espécies características de águas oligotróficas, com registro apenas na região nerítica e arquipélagos;

- e no *quinto padrão* foram incluídas apenas 19 espécies, todas de baixa distribuição geográfica que ocorreram em estuários e arquipélagos e sem registro na região nerítica.

Observou-se que o ecossistema manguezal da Baía do Sueste, cria um ambiente própicio á existência de espécies comuns á áreas estuarinas do litoral de Pernambuco como também, a existência de espécies exclusivas, principalmente dos filos Euglenozoa e Bacillariophyta. Todavia, as espécies de maior distribuição geográfica e de ampla distribuição foram principalmente ticoplanctônicas marinhas neríticas, planctônicas marinhas neríticas e oceânicas, ticoplanctônica estuarina e planctônica dulciaquícola, destacando-se com elevado percentual de distribuição: *Climacosphenia moniligera*, *Coscinodiscus centralis*, *Cylindrotheca closterium* e *Odontella aurita* que ocorreram em 85,71% dos ecossistemas estudados.

6 FITOPLÂNCTON E PARÂMETROS HIDROLÓGICOS, PERNAMBUCO- BRASIL

Resumo

Este estudo objetivou fazer um levantamento de dados do ambiente (temperatura, salinidade, pH, OD, sais nutrientes) e clorofila *a*. Foi feito ainda o levantamento das espécies consideradas chaves, em termos de abudância relativa e frequência de ocorrência. A Análise dos Componentes Principais baseou-se nos dados abióticos e de clorofila *a*. O pH e salinidade apresentaram maiores medias em ambientes de maior influência marinha, e tanto sais nutrientes como clorofila *a* apresentaram maiores concentrações em áreas de maior influência continental. Áreas mais afastadas geralmente são pobres em nutrientes e clorofila *a* e ambos os parâmetros estão intrinsecamente ligados e sob forte influência terrígena. Por outro lado, a lista de espécies chave foi composta por uma flora planctônica de 183 espécies, com a prevalecência das diatómeas (105 spp.) seguidas pelos dinoflagelados (42 spp.) e cianobactérias (21 spp.). Destacaram-se nos estuários *C. centralis*, *B. paxillifera*, *C. closterium*, *S. costatum*, *G. balticum*, *C. turgidus*, *S. febigeri* e *N. sigma*. Na região nerítica destacou-se *A. glacialis*, espécie chave oportunista de várias praias e em São Pedro e São Paulo *K. pelágica*, *T. erythraeum* e *T. thiebautii*; para Fernando de Noronha destacam-se *O. gracile* e *O. laticeps* no mar de fora, e euglenoficeas no ecossistema manguezal.

Palavras-chave: comunidade, eutrófico, salinidade, nutrientes, terrígena

Abstract

This study aimed to collect data on the environment (temperature, salinity, pH, OD, nutrient salts) and chlorophyll a. A survey was also made of the species considered key, in terms of relative abudence and frequency of occurrence. Principal Component Analysis was based on abiotic and chlorophyll a data. PH and salinity presented higher mean values in environments with greater marine influence, and both nutrient salts and chlorophyll showed higher concentrations in areas with greater continental influence. Further away areas are generally poor in nutrients and chlorophyll a and both parameters are intrinsically linked and under strong terrigenous influence. On the other hand, the list of key species was composed of a planktonic flora of 183 species, with diatoms (105 spp.) Followed by dinoflagellates (42 spp.) And cyanobacteria (21 spp.). Starches *C. centralis*, *B. paxillifera*, *C. closterium*, *S. costatum*, *G. balticum*, *C. turgidus*, *S. febigeri* and *N. sigma* were prominent. In the neritic region, *A. glacialis*, a key opportunistic species of several beaches and in S. Pedro and São Paulo K. pelágica, *T. erythraeum* and *T. thiebautii*; for Fernando de Noronha *O. gracile* and *O. laticeps* stand out in the sea, and euglenoficeas in the mangrove ecosystem.

Keywords: community, eutrophic, salinity, nutrients, terrigenous

Introdução

O fitoplâncton constitui a base essencial da teia alimentar e desempenha um papel fundamental na produtividade aquática e na saúde dos ecossistemas (NURSUHAYATI; YUSOFF; SHARIFF, 2013). Utilizam a radiação luminosa solar como fonte de energia, mais também macro e micronutrientes para produção de matéria orgânica. Nas áreas marinhas neríticas e oceânicas é o principal responsável pela produção de matéria orgânica que é transferida para os consumidores primários (herbívoros) e secundários (omnívoros, carnívoros), dentro da cadeia alimentar (ALDAIR et al., 1993).

As zonas de transição entre dois ecossistemas são frequentemente caracterizadas por mudanças pronunciadas na composição e diversidade da comunidade fitoplanctônica. Os estuários formam uma zona de transição entre dois ambientes aquáticos, o de água doce e marinho. Os organismos marinhos são adaptados à alta salinidade e não podem sobreviver em água doce. Organismos de água doce são adaptados à baixa salinidade e não sobrevivem na água do mar. Porém, algumas espécies marinhas ou de água doce desenvolveram uma tolerância a salinidades intermediárias ou a flutuações desse parâmetro e podem, portanto, sobreviver na água salobra dos estuários. São organismos planctônicos que experimentam um aumento ou diminuição gradual na salinidade durante a mistura de água doce e água do mar no estuário (MUYLAERT; SABBE; VYVERMAN, 2009).

De acordo com O'boyle e Silke (2010), a abundância e a distribuição do fitoplâncton serão influenciadas principalmente por fatores locais que atuam ao longo de escalas de tempo de dias e semanas, em vez de meses ou estações. Porém, as condições climáticas regionais afetam substancialmente as condições hidrográficas de cada local e consequentemente, as características biológicas tanto dos organismos pelágicos, como do bentos (ALDAIR et al., 1993). Todavia, variações espaciais e temporais na distribuição do fitoplâncton são amplamente afetadas pelos fatores físico-químicos e hidroquímicos, como temperatura, salinidade, pH, nitrato, nitrito, amônia, silicato e fosfato inorgânico. A influência desses fatores na comunidade altera a composição de espécies e sua diversidade no ecossistema marinho (DURATE; MACEDO; FONSECA, 2006; MADHU et al., 2007).

Em águas tropicais a distribuição e abundância do fitoplâncton varia notavelmente devido a flutuações ambientais sazonais e para serem avaliados é essencial estudar os parâmetros físico-químicos da área (PANDIYARAJAN et al., 2014).

Nursuhayati, Yusoff e Shariff (2013), ao estudarem a distribuição do fitoplâncton no rio Perak, Malásia, um estuário tropical que sofre flutuações drásticas de salinidade, que variam do estado de água doce para a condição de água marinha, com salinidade variando de 0,0 - 25,4 ppt., constataram que a distribuição fitoplanctônica foi mais semelhante à de comunidade de água doce do que de plâncton marinho, devido a um grande fluxo de água doce no estuário durante a monção do nordeste. Esse estudo revelou que a salinidade foi um fator importante na determinação da distribuição fitoplanctônica daquele ecótono tropical.

No Ceará, Barroso, Becker e Melo (2016), observaram que os efeitos do aumento da descarga fluvial foram diferentes entre estuários que recebem descargas antrópicas (rios Cocó, Ceará, e Pirangi) e aquele menos impactado (rio Pacoti). No Rio Cocó e Ceará, o fluxo fluvial no período chuvoso diluiu os nutrientes e controlou as florações fitoplanctônicas mas no Pirangi o fósforo e o nitrogênio inorgânico decresceram. Verificou-se um aumento de todos os nutrientes no Pacoti, e de nitrogênio total (NT) no Pirangi, seguidos de um aumento do fitoplâncton. No período chuvoso, espécies dulcícolas de ambientes eutróficos dominaram os estuários. No período seco observaram-se florações de *Cryptomonas*/*Rhodomonas* (Ceará) e *Synechocystis aquatilis* (Cocó) e sob a condição de hipersalinidade, predominaram espécies marinhas no Pacoti e Pirangi. Além disso, a Análise de Correspondência Canônica sugeriu a salinidade, a sílica e nitrogênio total como os principais responsáveis pela variação do fitoplâncton.

No litoral de Pernambuco, naturalmente as condições oligotróficas das áreas mais oceânicas, marcadas pela baixa concentração relativa de sais nutrientes, não permitem um florescimento fitoplanctônico nas proporções registradas em ecossistemas mais costeiros. Entretanto, percebe-se que o maior aporte continental durante o período chuvoso repercute positivamente na elevação dos níveis de fertilidade das águas mais afastadas do continente, ainda que a influência terrígena pareça estar confinada a uma área muito próxima à costa (ESKINAZI-LEÇA et al., 1997; RESURREIÇÃO et al., 1996).

Na plataforma de Pernambuco ocorrem espécies marinhas eurialinas, que são comuns em ecossistemas costeiros, não tendo sido observada a presença de espécies polissapróbias, indicadoras de poluição. Encontram-se distribuídas uniformemente no ambiente e a grande maioria das espécies é nerítica (planctônica ou litoral) e as diatomáceas e os fitoflagelados compõem a maior parte da população (ESKINAZI-LEÇA; SILVA-CUNHA; KOENING, 1989).

Em áreas estuarinas, Barra de Orange e Catuama, Florres-Montes et al. (1998) observou que a variação nictemeral do fitoplancton, é bastante irregular e influenciada por diversos aspectos, principalmente pelos períodos de insolação seguido pelo fluxo das marés e condições meteorológicas. Foram observadas oscilações de densidade, o que vem a confirmar uma influência das populações marinhas, presença de uma sucessão populacional e adaptação das características endógenas de cada espécie às oportunidades nutricionais visto a disponibilidade de nutrientes dissolvidos com uma relação N:P adequada. Observou-se uma sucessão de espécies que esteve relacionada a não distribuição homogênea do fitoplâncton numa secção transversal.

Todavia, o florescimento das populações fitoplanctônicas está diretamente sujeito aos fatores ambientais os quais, não só condicionam a composição florística como também, suas variações sazonais (CAMPELO; KOENING; PASSAVANTE, 2002).

Deste modo, este trabalho teve por finalidade fazer o arrolamento de dados ambientais de temperatura, salinidade, pH, OD e sais nutrientes, e o levantamento dos parâmetros bióticos de biomassa (clorofila *a*) e espécies fitoplanctônicas consideradas chaves para Pernambuco em diversos trabalhos de teses, dissertações e artigos.

Material e Métodos

Área de estudo

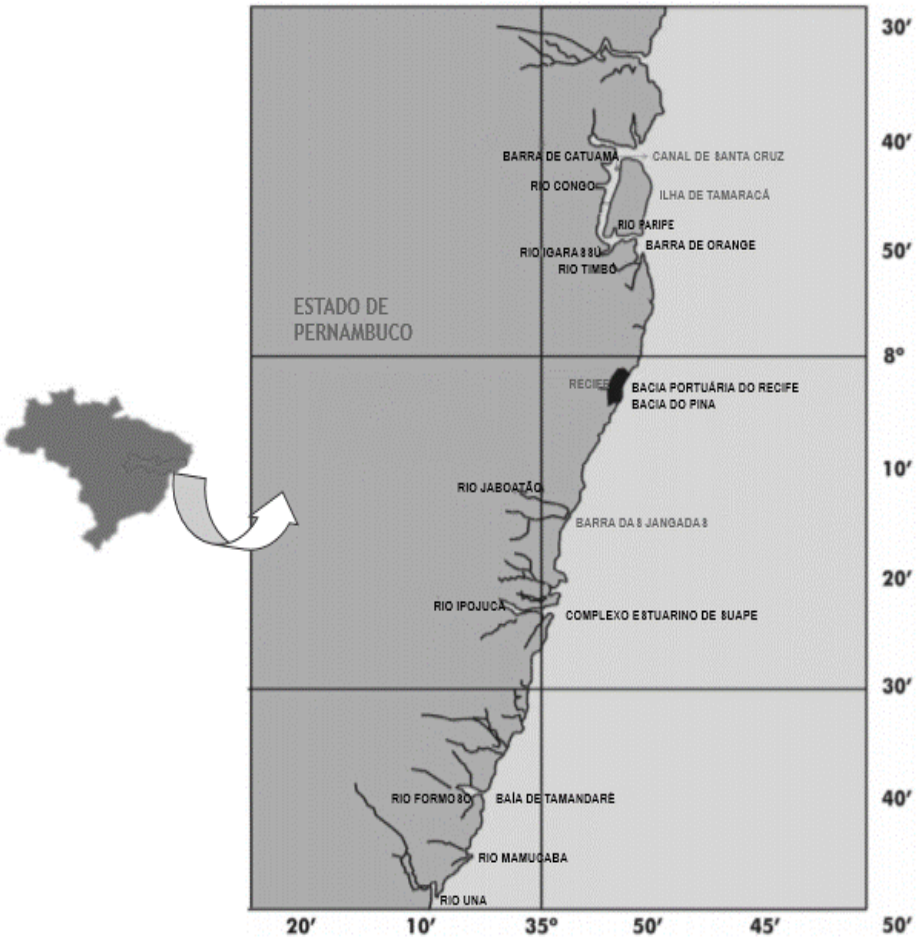
O litoral de Pernambuco fica localizado entre as coordenadas geográficas 7º18’17” e 9º28’43” Lat. S., apresentando 187 km de extensão. Limita-se ao norte com a Paraíba; ao suL com Alagoas; e a leste com o Oceano Atlântico (GALVINCIO; MOURA, 2005) (Figura 10).

Segundo Menezes, Pereira e Gonçalves (2018), o litoral pernambucano é composto pela orla marítima de 13 municípios (São José Coroa da Grande,

Barreiros, Tamandaré, Sirinhaém, Ipojuca, Cabo de Santo Agostinho, Jaboatão dos Guararapes, Recife, Olinda, Paulista, Ilha de Itamaracá, Igarassu e Goiana) que se encontram subdivididos em três setores: litoral norte, núcleo metropolitano e litoral sul. Possui uma diversidade ímpar de ecossistemas costeiros e marinhos (GUEDES, 2012) e clima do tipo Ams' na escala de Koppen (1948), caracterizado por ser bastante úmido. As temperaturas médias anuais registram uma variação entre 25^0C (mínimas) e 30^0C (máximas) sem variações expressivas, de maneira que a sua amplitude térmica anual aproxima-se a 5^0C (MANSO et al., 2006).

Ao longo da costa existem diversos estuários ocupados pela vegetação de mangue. São ambientes de grande relevância para conservação da biodiversidade, além de servir de berçário da vida silvestre, funcionando como local de reprodução para muitas espécies, inclusive espécies de importância econômica (AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE, 2014).

Figura 10- Mapa do litoral de Pernambuco, Brasil



Fonte: modificado de Eszinazi-Leça et al. (1997)

A Plataforma Continental de Pernambuco se caracteriza por sua reduzida largura, pouca profundidade, declive suave, águas relativamente quentes, elevada salinidade e por apresentar-se, quase inteiramente, coberta por sedimentos carbonáticos biogênicos. Sua largura varia de 42km, no litoral norte, a 30km em frente ao Cabo de Santo Agostinho, litoral sul, abrangendo um valor médio de 35km. A declividade média é de 1:660 (1,5 m/km), e a profundidade de quebra da plataforma está em torno de 50 ± 10m (ASSIS, 2007). Os arenitos de praia encontram-se dispostos paralelamente à linha de costa na forma de faixas longas e estreitas, separadas umas das outras por depressões onde são depositadas areias ou lamas, podendo ficar com os topos emersos quando das preamares (FERREIRA-JÚNIOR; ARAÚJO; VIEIRA, 2011).

Metodologia aplicada

Para este estudo foi feito um levantamento de dados do ambiente de caráter biótico (levantamento das espécies fitoplanctônicas dominantes e muito frequentes; e média de biomassa) e hidrológicos (médias de temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido e nutrientes), extraídos de artigos, teses e dissertações. Todos esses dados foram organizados em planilhas do *Excel 2013*.

O levantamento dos dados hidrológicos e de biomassa são do período de 2003 a 2016 e incluiem 19 áreas, sendo: 13 **áreas estuarinas**: *Maracaípe*, *Botafogo*, *Barra das Jangadas*, *Formoso*, *Sirinhaém*, *Carrapicho, Una, Ariquindá, Timbó, Massangana*, *Barra de Orange, Barra de Catuama e bacia portuária do Recife*; cinco **praias**: *Porto de Galinhas*, *Serrambi*, *Piedade*, *Boa Viagem* e *Brasília Formosa*; **plataforma:** recifes artificiais Mercurius e Saveiros. Posteriormente foi retirada a média e aplicado teste estatístico para Análise dos Componentes Principais (ACP), com a finalidade de identificar similaridade entre os ecossistemas.

O levantamento das espécies chaves (dominantes e/ou muito frequentes) são de 1989 a 2016 e abrangeu 34 áreas, sendo: 18 **áreas estuarinas**: *Goiana*, Maracaípe, *Botafogo*, *Barra das Jangadas*, *Formoso*, *Passos*, *Sirinhaém*, *Beberibe, Capibaribe, Una, Ilhetas, Mamucaba, Igarassu, Ariquindá, Timbó, Massangana*, *Bacia do Pina e bacia portuária do Recife*. Na **região nerítica** foram nove praias: *Porto de Galinhas*, *Tamandaré*, *São José da Coroa Grande*, *Serrambi*, *Piedade*, *Boa Viagem*, *Brasília Formosa*, *Maracaípe e Campas*; plataforma*/perfis distribuídos ao longo da costa*; *Naufrágios Mercurius e Saveiros*; e *Naufrágios Servemar-X e*

Servemar-I; e na **região oceânica** os arquipélagos: *São Pedro e São Paulo*; *Baía do Sueste*; *ecossistema manguezal* da ilha Fernando de Noronha; e *Fernando de Noronha* – posições geográficas Sudeste (posição sul do mar de fora) e Nordeste (posição nordeste do mar de fora).

A Análise dos Componentes Principais baseou-se nos parâmetros hidrológicos e biomassa, através da matriz de correlação momento-produto de Pearson, onde foram extraídos o autovetor e o autovalor dos três principais componentes. Os cálculos foram feitos utilizando o programa computacional NTSYS (Numerical Taxonomy and Multivariate Analisys System) da Metagraphics Software Corporation, Califórnia - USA.

Resultados e Discussão

A precipitação é o fenômeno cíclico mais importante em países tropicais, pois provoca importantes mudanças nas características físicas e químicas dos ambientes costeiros, e consequentemente, mudanças estruturais e dinâmica na biota fitoplanctônica do meio aquático. É um evento que ganha proporções acentuadas durante o período chuvoso, mas diariamente os rios são responsáveis pelo enriquecimento das águas costeiras e dinâmica do fitoplâncton, nos estuários e águas adjacentes. Nesta porção do oceano Atlântico da região Nordeste, o litoral de Pernambuco é marcado por águas oligotróficas, quentes (apresenta uma certa estabilidade térmica) e salina (de comportamento conservativo).

A lista de espécies consideradas chave (182 no total) para vários ecossistemas do litoral de Pernambuco, resultantes de diversos trabalhos de pesquisa, mostra um grupo de flora planctônica constituído principalmente por diatomáceas (105 spp.), dinoflagelados (42 spp.) e cianobactérias (20 spp.), e em menor número clorofíceas (8 spp.), euglenozoas (6 spp.) e ocrófita (1sp) (Tabela 3).

Tabela 3 - *Check-List* de espécies consideradas chaves para ecossistemas do litoral de Pernambuco, Brasil. **D**= Dominante; **F**=Muito Frequente; e **DF**= Dominante e Muito Frequente; FN= Fernando de Noronha

Taxa	Estuários																		Região Nerítica												Arquipélagos			
	Rio Goiana	Rio Botafogo	Rio Igarassu	Rio Timbó	Rio Beberibe	Rio Capibaribe	Bacia Portuária	Bacia do Pina	Barra das Jangadas	Rio Massangana	Maracaípe	Rio Sirinhaém	Rio Passos	Rio Formoso	Rio Ariquindá	Mamucaba	Rio Ilhetas	Rio Una	Brasília Formosa	Boa Viagem	Piedade	Porto de Galinhas	Maracaípe	Serrambi	Campas	Tamandaré	São José da coroa Grande	Plataforma/perfis	Mercurius e Saveiros	Servemar-I e Servemar-X	São Pedro e São Paulo	Baía do Sueste - FN	Manguezal - FN	Fernando de Noronha
CYANOBACTERIA																																		
Johannesbaptistia sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Katagnymene pelagica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DF	-	-	-	-
Katagnymene spiralis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-
Leptolyngbya sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lyngbya sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microcystis aeruginosa	-	-	D	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microcystis flos-aquae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oscillatoriaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-
Oscillatoria princeps	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ocillatoria spp	-	-	-	-	F	D	D	-	F	-	-	F	-	F	-	-	-	D	-	-	-	-	-	F	-	-	D	-	DF	-	F	-	D	-
Oscillatoria tenuis	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Planktothrix agardhii	D	-	-	-	DF	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Planktothrix sp.	-	-	-	-	-	D	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pseudanabaena sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Richelia intracellularis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	F	-	-	-
Synechococcus elongatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trichodesmium erythraeum	-	-	-	-	-	-	-	DF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	DF	-	-	-
Trichodesmium hildebrandtii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Trichodesmium radians	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Trichodesmium thiebautii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	DF	-	DF	-	-	-
EUGLENOZOA																																		
Euglena spp	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	D	-
Eutreptiella sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lepocinclis ovum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-
Lepocinclis salina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-
Phacus curvicauda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-
Trachelomonas sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIOZOA																																		
Ceratium setaceum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F
Ceratium candelabrum var *candellabrum*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-
Ceratium declinatum var. *declinatum*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-
Ceratium pentagonum var. *longisetum*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-
Ceratium pentagonum var. *tenerum*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-
Ceratocorys horrida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-

Continua...

Tabela 3 - *Check-List* de espécies consideradas chaves para ecossistemas do litoral de Pernambuco, Brasil. **D**= Dominante; **F**=Muito Frequente; e **DF**= Dominante e Muito Frequente; FN= Fernando de Noronha

	Estuários																		Região Nerítica												Arquipélagos			
Taxa	Rio Goiana	Rio Botafogo	Rio Igarassu	Rio Timbó	Rio Beberibe	Rio Capibaribe	Bacia Portuária	Bacia do Pina	Barra das Jangadas	Rio Massangana	Maracaípe	Rio Sirinhaém	Rio Passos	Rio Formoso	Rio Ariquindá	Mamucaba	Rio Ilhetas	Rio Una	Brasília Formosa	Boa Viagem	Piedade	Porto de Galinhas	Maracaípe	Serrambi	Campas	Tamandaré	São José da coroa Grande	Plataforma/perfis	Mercurius e Saveiros	Servemar-I e Servemar-X	São Pedro e São Paulo	Baía do Sueste - FN	Manguezal - FN	Fernando de Noronha
Dinophysis argus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Gonyaulax polygramma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Gymnodinum sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heterocapsa sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ostreopsis ovata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oxytoxum curvatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F
Oxytoxum gracile	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DF
Oxytoxum laticeps	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DF
Oxytoxum scolopax	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Phalacroma doryphorum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Podolampas palmipes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Prorocentrum gracile	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Prorocentrum lima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DF	-	-	-	-	D	-	-
Prorocentrum micans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	F	-	-	-	-	F	-	-	-
Protoperidinium bispinum	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	DF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Protoperidinium brevipes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Protoperidinium cassum	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F
Protoperidinium depressum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Protoperidinium globulus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Protoperidinium latispinum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Protoperidinium ovum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Protoperidinium spp	F	F	-	-	F	-	F	-	-	D	DF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	F	-	F	F	-	F	-	-	-	-	-
Protoperidinium steinii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Pyrocystis pseudonoctiluca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Pyrophacus horologium	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Triadinium polyedricum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Tripos contortus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Tripos declinatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Tripos extensus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Tripos furca	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tripos fusus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Tripos lineatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Tripos macroceros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Tripos pentagonus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Tripos teres	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-

Continua...

Tabela 3 - *Check-List* de espécies consideradas chaves para ecossistemas do litoral de Pernambuco, Brasil. **D**= Dominante; **F**=Muito Frequente; e **DF**= Dominante e Muito Frequente; FN= Fernando de Noronha

	Estuários																			Região Nerítica													Arquipélagos			
Taxa	Rio Goiana	Rio Botafogo	Rio Igarassu	Rio Timbó	Rio Beberibe	Rio Capibaribe	Bacia Portuária	Bacia do Pina	Barra das Jangadas	Rio Massangana	Maracaípe	Rio Sirinhaém	Rio Passos	Rio Formoso	Rio Ariquindá	Mamucaba	Rio Ilhetas	Rio Una	Brasília Formosa	Boa Viagem	Piedade	Porto de Galinhas	Maracaípe	Serrambi	Campas	Tamandaré	São José da coroa Grande	Plataforma/perfis	Mercurius e Saveiros	Servemar-I e Servemar-X	São Pedro e São Paulo	Baía do Sueste - FN	Manguezal - FN	Fernando de Noronha
Tripos vultur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
BACILLARIOPHYTA																																			
Actinoptychus senarius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Actinoptychus splendens	DF	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amphitetras antediluviana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Amphora sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asterionellopsis glacialis	F	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	D	DF	DF	DF	-	-	D	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aulacodiscus kittonii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	F	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Aulacoseira granulata	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bacillaria paxillifera	F	-	-	-	-	-	-	-	F	D	-	DF	DF	F	DF	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-
Bacillariophyceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-
Bacteriastrum delicatulum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bacteriastrum hyalinum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bellerochea malleus	DF	F	-	-	DF	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Biddulphia biddulphiana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	F	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Campylodiscus clypeus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Campyloneis grevillei	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	F	F	-	-	-	-	-	-	-
Cerataulus turgidus	-	F	-	-	-	-	F	-	F	-	F	F	-	-	-	F	F	-	-	-	-	-	F	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetoceros affinis	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-
Chaetoceros brevis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetoceros compressus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetoceros costatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetoceros curvisetus	-	-	DF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	DF	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetoceros lorenzianus	F	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	F	F	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetoceros muelleri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetoceros peruvianus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-
Chaetoceros sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-
Chaetoceros subtilis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetoceros teres	F	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chrysanthemodiscus floriatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Climacosphenia elongata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	F	-	-	-	-
Climacosphenia moniligera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	F	-	-	-	-
Cocconeis heteroidea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Coscinodiscophyceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	F	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coscinodiscus centralis	DF	DF	F	F	-	F	F	-	DF	-	-	-	F	DF	DF	D	D	DF	-	-	-	-	-	-	F	F	-	D	-	-	-	-	-	-	-

Continua...

Tabela 3 - *Check-List* de espécies consideradas chaves para ecossistemas do litoral de Pernambuco, Brasil. **D**= Dominante; **F**=Muito Frequente; e **DF**= Dominante e Muito Frequente; FN= Fernando de Noronha

	Estuários																		Região Nerítica												Arquipélagos			
Taxa	Rio Goiana	Rio Botafogo	Rio Igarassu	Rio Timbó	Rio Beberibe	Rio Capibaribe	Bacia Portuária	Bacia do Pina	Barra das Jangadas	Rio Massangana	Maracaípe	Rio Sirinhaém	Rio Passos	Rio Formoso	Rio Ariquindá	Mamucaba	Rio Ilhetas	Rio Una	Brasília Formosa	Boa Viagem	Piedade	Porto de Galinhas	Maracaípe	Serrambi	Campas	Tamandaré	São José da coroa Grande	Plataforma/perfis	Mercurius e Saveiros	Servemar-I e Servemar-X	São Pedro e São Paulo	Baía do Sueste - FN	Manguezal - FN	Fernando de Noronha
Coscinodiscus oculus-iridis	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	DF	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coscinodiscus sp.	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	DF	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyclotella meneghiniana	-	-	-	-	-	-	F	-	DF	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyclotella sp.	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyclotella striata	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyclotella stylorum	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cylindrotheca closterium	-	-	-	-	-	D	-	F	-	-	D	-	DF	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diatomácea centrica	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diatomácea penada	-	F	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diploneis crabro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Entomoneis alata	-	F	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Entomoneis pulchra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Ethmodiscus gazellae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fragilaria capucina	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Grammatophora marina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Grammatophora oceanica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Guinardia delicatula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Gyrosigma balticum	F	F	-	F	-	-	-	F	F	-	-	-	F	F	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Helicotheca tamesis	-	-	-	-	F	D	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	F	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hemiaulus membranaceus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Hemiaulus sinensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Hydrosera triquetra	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isthmia enervis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Leptocylindrus danicus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Licmophora abbreviata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	F	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Licmophora ehrenbergii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Lindavia glomerata	-	-	-	-	-	D	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lithodesmium sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	F	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lithodesmium undulatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mastogloia splendida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Melosira granulata	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Navicula arenaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Navicula spp	-	-	F	-	F	-	F	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Nitzschia incurvata var. *lorenziana*	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitzschia longissima	-	-	-	-	F	-	-	-	-	DF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-

Continua...

Tabela 3 - *Check-List* de espécies consideradas chaves para ecossistemas do litoral de Pernambuco, Brasil. **D**= Dominante; **F**=Muito Frequente; e **DF**= Dominante e Muito Frequente; FN= Fernando de Noronha

	Estuários																		Região Nerítica												Arquipélagos			
Taxa	Rio Goiana	Rio Botafogo	Rio Igarassu	Rio Timbó	Rio Beberibe	Rio Capibaribe	Bacia Portuária	Bacia do Pina	Barra das Jangadas	Rio Massangana	Maracaípe	Rio Sirinhaém	Rio Passos	Rio Formoso	Rio Ariquindá	Mamucaba	Rio Ilhetas	Rio Una	Brasília Formosa	Boa Viagem	Piedade	Porto de Galinhas	Maracaípe	Serrambi	Campas	Tamandaré	São José da coroa Grande	Plataforma/perfis	Mercurius e Saveiros	Servemar-I e Servemar-X	São Pedro e São Paulo	Baía do Sueste - FN	Manguezal - FN	Fernando de Noronha
Nitzschia pungens var. *atlantica*	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitzschia sigma	F	F	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	F	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitzschia sp.	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Odontella aurita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Odontella turgida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paralia sulcata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	F	F	-	-	-	-	-	-	F	-	DF	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Pennales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Petrodictyon gemma	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Petroneis humerosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plagiogramma sp.	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pleurosigma elongatum	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pleurosigma spp	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	F	F	F	-	-	-	-	-	-	F	F	F	-	-	-	-	F	-	-	-
Pleurosira laevis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Podocystis adriatica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Psammodiscus nitidus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Psammodictyon panduriforme	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhabdonema adriaticum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	F	-	-	F	-	F	-	-	-
Rhizosolenia clevei	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
Rhizosolenia hebetata	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhizosolenia styliformis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-
Skeletonema costatum	-	-	-	-	-	D	D	DF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Streptotheca tamesis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	D	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Striatella unipunctata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Surirella fastuosa	-	-	-	-	-	-	-	-	F	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	F	F	-	-	-	-	-	-	-
Surirella febigeri	-	F	-	F	-	-	-	-	F	-	-	-	F	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Synedra sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Terpsinoë musica	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	DF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thalassionema nitzschioides	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thalassiosira eccentrica var. *fasciculata*	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thalassiosira gravida	-	-	D	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thalassiosira leptopus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thalassiosira lineata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Thalassiosira sp.	D	-	-	D	F	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trachyneis aspera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Triceratium pentacrinus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-

Continua...

Tabela 3 - *Check-List* de espécies consideradas chaves para ecossistemas do litoral de Pernambuco, Brasil. **D**= Dominante; **F**=Muito Frequente; e **DF**= Dominante e Muito Frequente; FN= Fernando de Noronha

	Estuários																		Região Nerítica												Arquipélagos			
Taxa	Rio Goiana	Rio Botafogo	Rio Igarassu	Rio Timbó	Rio Beberibe	Rio Capibaribe	Bacia Portuária	Bacia do Pina	Barra das Jangadas	Rio Massangana	Maracaípe	Rio Sirinhaém	Rio Passos	Rio Formoso	Rio Ariquindá	Mamucaba	Rio Ilhetas	Rio Una	Brasília Formosa	Boa Viagem	Piedade	Porto de Galinhas	Maracaípe	Serrambi	Campas	Tamandaré	São José da coroa Grande	Plataforma/perfis	Mercurius e Saveiros	Servemar-I e Servemar-X	São Pedro e São Paulo	Baía do Sueste - FN	Manguezal - FN	Fernando de Noronha
Trieres mobiliensis	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Trieres regia	DF	DF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tryblionella hantzschiana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OCHROPHYTA																																		
Dictyocha fibula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
CHLOROPHYTA																																		
Clorophyceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-
Oedogonium sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Palmellaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pediastrum duplex	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pledorina sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhizoclonium sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-
Scenedesmus quadricauda	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphaerocystis sp	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

As diatomáceas constituíram o maior grupo dentre as espécies chave arroladas, principalmente em ambientes bem fertilizados e ricos em sais nutrientes, a exemplo das áreas estuarinas. De acordo com esses dados e dentre os trabalhos levantados, euglenofíceas raramente foram consideradas espécies chave em Pernambuco (dominantes e/ou muito frequentes). Do total (182), apenas *Lepocinclis ovum*, *Lepocinclis salina* e *Phacus curvicauda* foramconsideradas espécies chave na ilha Fernando de Noronha, fato que pode ser atribuído a presença do ecossistema manguezal com grande quantidade de matéria orgânica na ilha Fernando de Noronha. Foram também considerados chave os gêneros *Eutreptiella* sp. (Rio Massangana), *Trachelomonas* sp. (rio Formoso) e *Euglena* spp. (rio Goiana, rio Formoso e praia de Campas) (Tabela 3).

O manguezal da Baía do Sueste constitui um ambiente atípico no meio do oceano Atlântico que se encontra bem adaptado às especificidades locais. Esporadicamente se conecta ao ambiente marinho e é favorecido pelo acúmulo de matéria orgânica em quantidades elevadas que chega a deixar a água visivelmente esverdeada e com formação de limo, presença marcante e domínio de espécies de euglenas. É, portanto, um ecossistema completamente diferente do entorno da ilha Fernando de Noronha.

Notoriamente em São Pedro e São Paulo, Mioza foi o filo de maior importância, apresentando várias espécies oportunistas pertencentes principalmente aos gêneros *Ceratium*, *Protoperidinium*, *Tripos* e *Oxytoxum*, fato que pode está relacionado as características predominantemente marinha do ambiente. Foram 49 no total, sendo: 27 dinoflagelados, 13 diatomáceas, oito cianobactérias e uma Ochrophyta. Desse total, apenas três espécies foram ao mesmo tempo registradas como dominantes e muito frequentes (*Katagnymene pelagica*, *Trichodesmium erythraeum* e *Trichodesmium thiebautii*), contra 46 taxa muito frequentes. Deve-se ressaltar que em todos os trabalhos levantados para a área de São Pedro e São Paulo, este estudo verificou que a cianofícea *Trichodesmium thiebautii* foi sempre relatada como uma espécie chave oportunista, dominante e também muito frequente, conforme pode ser constatado nos estudos de Queiroz et al. (2015); Queiroz (2011); Tiburcio et al. (2011); e Koening e Oliveira (2009).

Trichodesmium thiebautii também tem sido registrada em vários trabalhos da região nerítica (plataforma) do litoral pernambucano: foi relatada pela primeira vez para região Nordeste do Brasil por Monteiro et al. (2010) em dois perfis

perpendiculares ao litoral (Gaibú e Serrambi); mais também por Melo et al. (2014) na área costeira adjacente ao porto de Recife; Jales et al. (2013) na praia de Serrambi; por Bastos (2011) na área recifal de Maracaípe; nos naufrágios Servemar-I e Servemar-X onde *Trichodesmium thiebautii* prevaleceu quantitativamente de acordo com dados de Santos et al. (2010); e no arquipélago Fernando de Noronha (AQUINO, 2016). Apesar de sua presença em Fernando de Noronha, lá outras espécies de dinoflagelados se destacam (*Oxytoxum gracile* e *Oxytoxum laticeps*).

Embora seja uma espécie frequente na desembocadura do rio Sirinhaém e esteja presente no rio Maracaípe (BASTOS, 2011; MELLO, 2009) que são áreas sob influências estuarinas, a cianobactéria *Trichodesmium thiebautii* é típica de águas oligotróficas, sobressaindo-se em regiões oceânicas.

Em São Pedro e São Paulo, a maior diversidade específica de dinoflagelados e a dominância de *Trichodesmium thiebautii* indicaram uma composição florística característica de ambiente estável, de águas transparentes e oligotróficas (KOENING; OLIVEIRA, 2009). Segundo Capone et al. (1997), o gênero *Trichodesmium* é o principal produtor primário nas águas oceânicas tropicais e subtropicais, ocorrendo em águas altamente estratificadas, com baixos teores de nutrientes e frequentemente formador de *blooms*.

Este estudo revelou ainda que *Katagnymene pelágica* é uma espécie típica de águas oceânicas, sem registros até o momento para áreas estuarinas ou plataforma de Pernambuco. Registros para *Katagnymene pelágica* em Pernambuco constam apenas na Baía do Sueste por Lima (2012) e em São Pedro e São Paulo, único local onde ela ocorreu e foi considerada dominante e muito frequente por Queiroz, koening e Gaspar (2014).

O filo Ochrophyta apresentou apenas uma espécie chave, *Dictyocha fíbula*, a qual foi muito frequente em São Pedro e São Paulo. Em termos de distribuição geográfica, essa espécie ocorre principalmente nas regições nerítica e oceânica, com poucos registros em áreas sob influências estuarinas. E observa-se que espécies de clorofíceas são dominantes ou muito frequentes em alguns poucos estuários (Tabela 3).

Portanto, em regiões mais afastadas do continente as espécies chave de maior importância, são completamente diferentes daquelas que habitam áreas estuarinas. Na região nerítica destacou-se a diatomácea *Asterionellopsis glacialis*, espécie dominante e muito frequente em várias praias do litoral de Pernambuco.

Outras espécies de importância são: *Paralia sulcata*, *Streptotheca tamesis*, *Licmophora abbreviata*, *Biddulphia biddulphiana*, *Campyloneis grevillei*, *Helicotheca tamesis*, *Surirella fastuosa*, *Bellerochea malleus*, *Cerataulus turgidus*, *Coscinodiscus centralis*, *Isthmia enervis*, *Nitzschia sigma*, *Rhabdonema adriaticum* e *Thalassiosira leptopus* (Tabela 3).

Em São Pedro e São Paulo são espécies de relevância *Katagnymene pelágica*, *Trichodesmium erythraeum* e *Trichodesmium thiebautii*; e para Fernando de Noronha destacam-se *Oxytoxum gracile* e *Oxytoxum laticeps* no mar de fora e euglenoficeas no ecossistema manguezal (Tabela 3).

Com base neste estudo, foi possível assinalar como espécies chave que se destacaram em áreas estuarinas de Pernambuco, em termos de dominância e frequência de ocorrência, as diatomáceas *Coscinodiscus centralis*, *C. oculus-iridis*, *Gyrosigma balticum*, *Bacillaria paxillifera*, *Cerataulus turgidus*, *Cylindrotheca closterium*, *Chaetoceros curvisetus*, *C. lorenzianus*, *Bellerochea malleus*, *Cyclotella meneghiniana*, *Helicotheca tamesis*, *Nitzschia sigma*, *Paralia sulcata*, *Skeletonema costatum*, *Surirella febigeri*, *Trieres mobiliensis* e *T. regia*. Dentre as cianobactérias e dinoflagelados destacaram-se *Planktothrix agardhii* e *Protoperidinium bispinum*.

Verificou-se que *C. centralis* foi a espécie que melhor caracterizou o ambiente, principalmente em áreas estuarinas. Além de apresentar uma ampla distribuição geográfica ocorrendo em 85,71% dos ecossistemas estudados, *C. centralis* foi considerada espécie chave dominante e/ou muito frequente de diversas áreas que compõem o Estado, conforme estudos de Grego (2010/2004), Bastos (2006), Lacerda et al. (2004), Honorato-Silva (2003) e Feitosa et al (1999), entre outros.

Coscinodiscus centralis consiste em uma grande diatomácea cêntrica com tamanho médio de célula de 180-200 mm de diâmetro, embora o tamanho das células varie de 100 a 370 mm de diâmetro. As células são de vida livre e contêm quantidades muito altas de clorofila por célula (HASLE; SYVERTSEN, 1997; HASLE; LANGE 1992; WRG; PARKE, 1951).

Apesar de não produzir toxina, é uma espécie nociva que em altas concentrações, gera um meio anóxico responsável por mortandade maciça de organismos marinhos. Além disso, os compostos ricos em proteínas formam barreiras que afetam a migração de peixes (FERRARIO; SAR; SALA, 2002).

Um estudo conduzido nas águas costeiras do sul de Andaman, em duas áreas distintas, uma sob maior pressão antrópica (estações de Chatan e Junglight) e outra sob menor pressão antrópica (Burmanallah e Corbyn's cove), constatou o domínio das diatomáceas e uma floração maciça de *C. centralis* (95.000 células/ml) em Junglight, onde o *bloom* dessa espécie apresentou abundância relativa altíssima (99,9%) que levam a uma população monoespecífica em alguns locais. Maiores valores de clorofila *a* foram registrados durante de proliferação de diatomáceas, como *C. centralis*, *Rhizosolenia alata*, *R. imbricat*ae devido a cianobactéria *Trichodesmium erythraeum.* As condições hidrológicas se apresentavam da seguinte forma: temperatura entre 25 e 28 °C e salinidade de 30 a 34. O oxigênio dissolvido variou de 3,2 mg/l - 4,5 mg/l, onde o mínimo esteve associado em grande parte à ocorrência da floração de *C. centralis*. As concentrações de nitrato (0,1 a5,61 µmol l^{-1}), fosfato (0,1 a 0,6 µmol l^{-1}) e silicato (3 a 15 µmol l^{-1}) mostraram pronunciada variação espacial e temporal, com quantidade relativa de nitrato-silicato e nitrato-fosfato maior durante o período de florescimento das algas (KARTHIK et al., 2012).

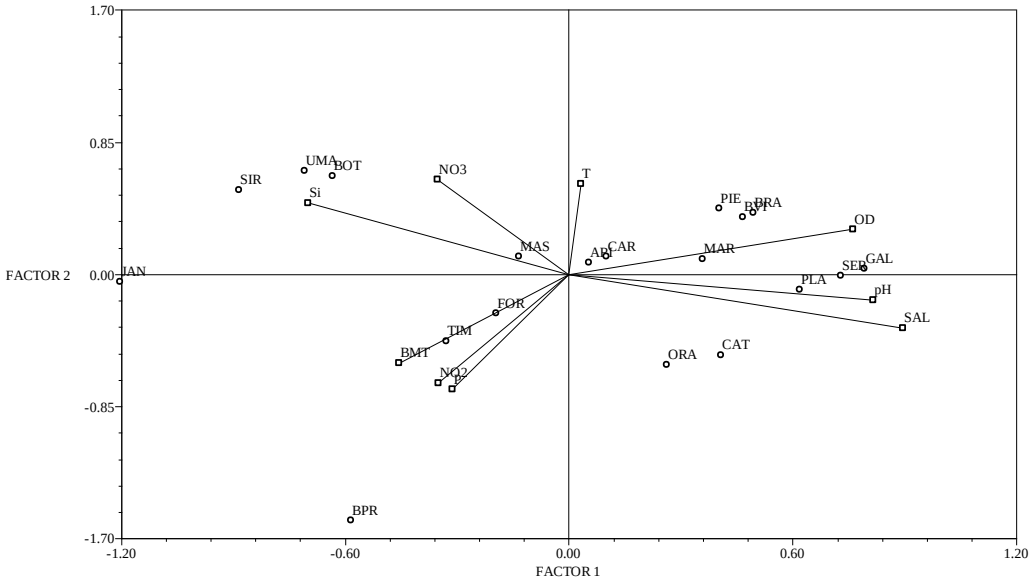
A Análise dos Componentes Principais permite destacar associações ambientais que ocorrerem nos ecossistemas costeiros de Pernambuco através dos dados levantados. Os três primeiros fatores explicaram 80,55% da variação dos dados. O *fator 1* explicou 34,32% da variação dos dados e associou diretamente a salinidade, o pH e o oxigênio dissolvido às praias de Porto de Galinhas e Serrambi e a Plataforma. O *fator 2* explicou 27,89% da variação dos dados e associou a biomassa, silicato e nitrato aos estuários dos rios Una, Botafogo e Sirinhaém. E o *fator 3* explicou 18,33%, sendo de menor importância (Tabela 4 e Figura 11).

Tabela 4 - Análise dos Componentes Principais de ecossistemas estuarinos, praias e plataforma do litoral pernambucano, Brasil

Parâmetros	**Fator 1 (34,32%)**	**Fator 2 (27,89%)**	**Fator 3 (18,33%)**
Temperatura (T)	0,0320	0,5861	0,7103
Salinidade (SAL)	**0,8949**	-0,3418	0,0426
Potencial hidrogeniônico (pH)	**0,8150**	-0,1646	0,3158
Oxigênio dissolvido (OD)	**0,7609**	0,2914	0,0908
Nitrito (NO_2)	-0,3513	-0,6975	0,6109
Nitrato (NO_3)	-0,3522	**0,6100**	0,4277
Fosfato (P)	-0,3132	-0,7379	0,5830
Silicato (Si)	-0,6997	**0,4597**	0,0147
Biomassa (BMT)	-0,4571	-0,5686	-0,3736

Observa-se no lado direito da projeção bi-demensional a grande influência do fluxo marinho, enquanto no lado esquerdo se observa influência estuarina e de maior carga de nutrientes. A salinidade e o pH que foram os fatores mais relevantes seguidos do oxigênio dissolvido, estão correlacionados inversamente aos sais nutrientes e biomassa fitoplanctônca (BMT). A temperatura foi o fator de menor importância, uma vez que suas variações ao longo do ano são baixas (Figura 11).

Figura 11 - Projeção bi-dimensional dos parâmetros e dos ecossistemas amostrados na zona costeira e marinha de Pernambuco, Brasil



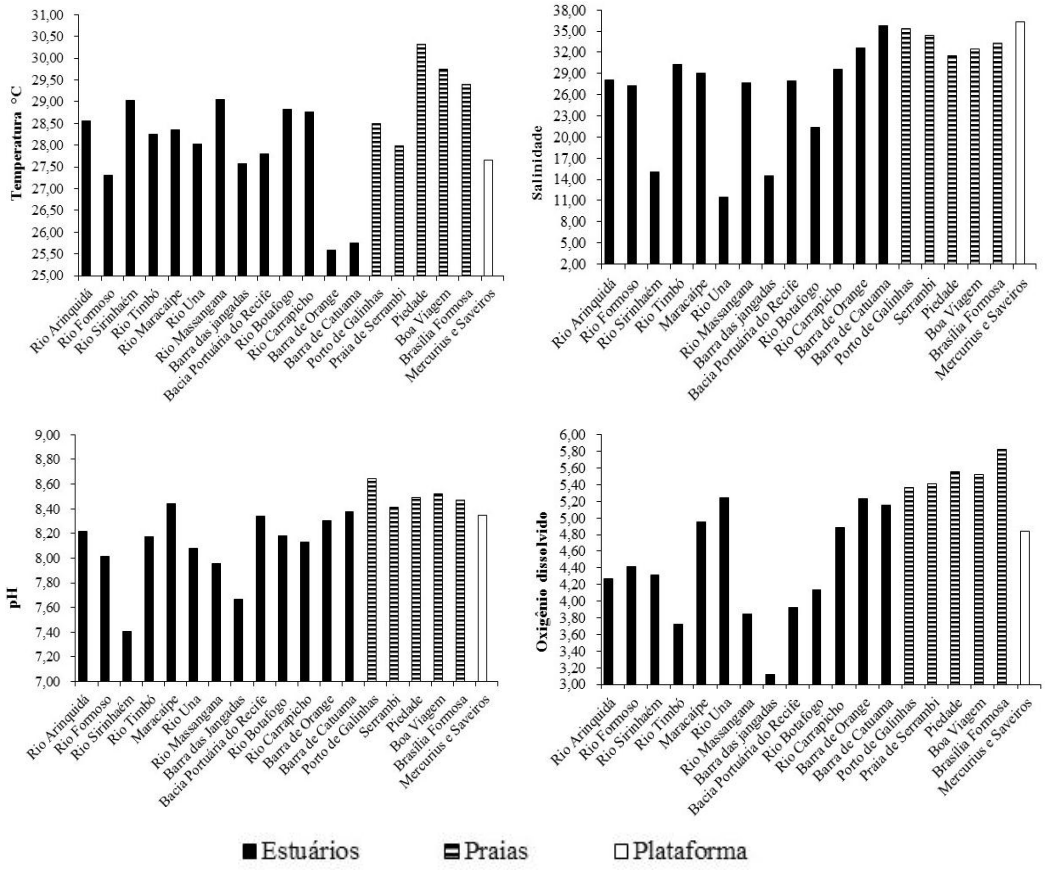
Em relação à temperatura, os menores valores foram registrados em Barra de Catuama e Barra de Orange (médias de 25,59 e 25,79°C, respectivamente), com maiores valores térmicos em áreas de praias, a exemplo de Piedade (média de 30,32°C), Boa viagem (média de 29,75°C) e Brasília Formosa (média de 29,40°C). Observa-se que a salinidade apresenta diferenças acentuadas ao longo da costa (estuários, praias e plataforma). Porém como esperado, do ponto de vista espacial, é menor em áreas estuarinas e maior em regiões mais afastadas da costa, longe do fluxo de água doce. Menores concentrações de salinidade foram observadas nos rios Una (média de 11,49), Barra das Jangadas (14,46), Sirinhaém (15,01) e rio Botafogo (21,41) (Figura 12).

Próximo à costa, o grande volume de água doce continental que chega é responsável pela baixa salinidade detectada no ambiente. De acordo com Bastos (2006), o estuário do rio Una variou de limnético a eualino, com teor salino que oscilou de zero a 39. O ambiente apresentou forte tendência a ser considerado

estratificado no período seco e homogêneo no chuvoso, evidenciando um forte hidrodinamismo local. Situação semelhante de salinidade foi reportada por Honorato (2009) no rio Sirinhaém; e Lacerda (2004) em Barra das Jangadas. No rio Botafogo o regime variou de polialino a mesoalino (MELO, 2007).

Espacialmente o pH se manteve alcalino, com médias variando de 7,41 no estuário do rio Sirinhaém a 8,64 em Porto de Galinhas, o que caracteriza uma praia sob forte influência marinha, onde Machado (2009) constatou pH mínimo 8,38 e máximo de 8,84. Observou-se que o oxigênio dissolvido apresentou padrão diferenciado ao longo do litoral, com menores médias para os estuários e maiores concentrações em áreas com características predominantemente marinhas (Figura 12).

Figura 12 - Médias dos dados abióticos de temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido de áreas estuarinas, praias e plataforma (recifes artificiais) do litoral de Pernambuco, Brasil



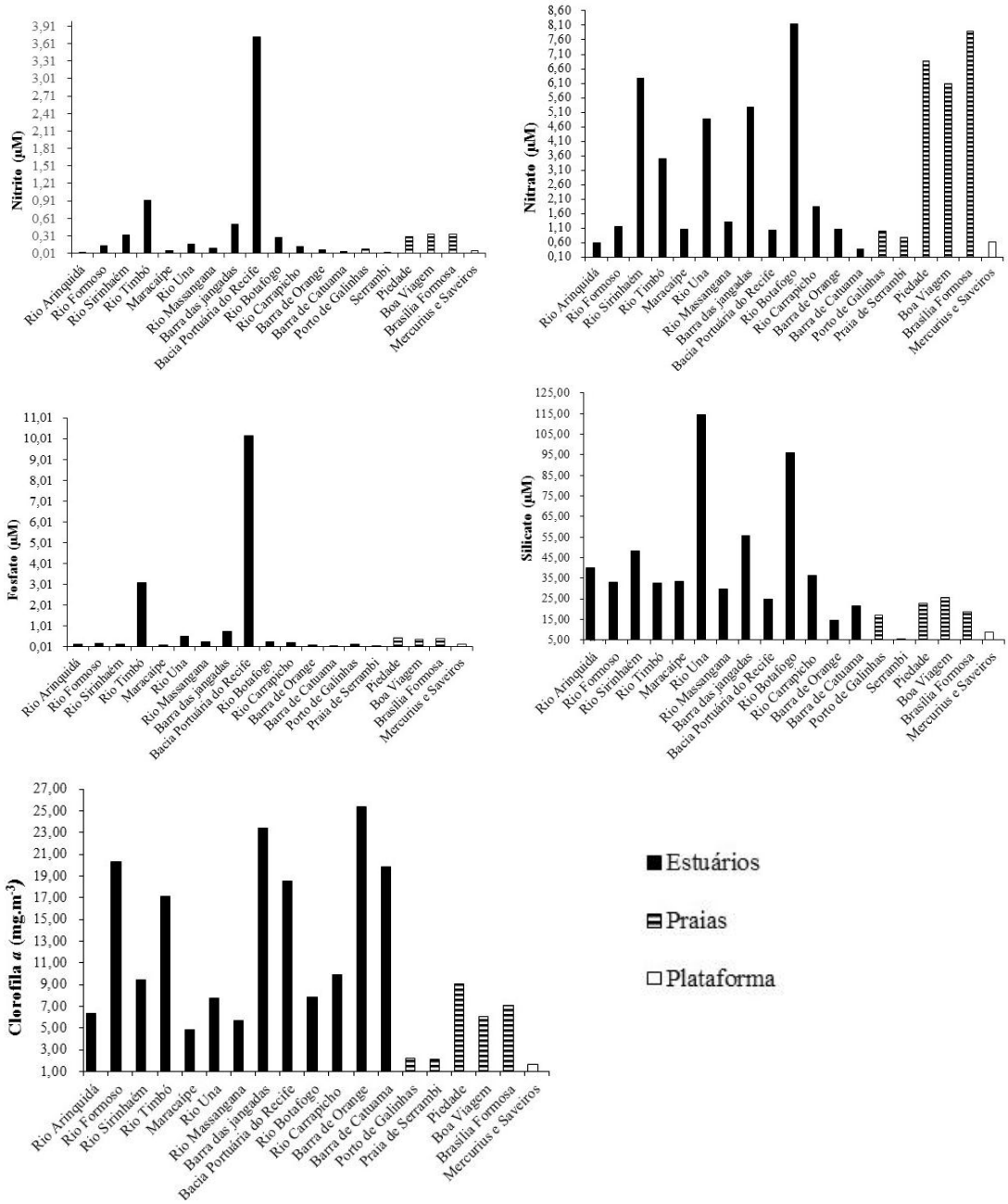
Segundo Vajravelu et al. (2018), o oxigênio dissolvido é um componente importante que determina a qualidade da água e suporta a vida aquática nos ecossistemas. Variações sazonais na temperatura podem ser atribuídas à força do vento, influxo de água doce e temperatura atmosférica.

Verificou-se maiores concentrações de sais nutrientes em locais mais próximos à costa, sujeitos a forte influência terrígena e dejetos urbanos, com variações ambientais decorrentes do aporte continental. Todavia, a influência destas águas continentais mais ricas em sais nutrientes, eleva a concentração de clorofila *a* em áreas estuarinas eutrofizadas e águas adjacentes à costa, a exemplo do que acontece na Bacia Portuária do Recife (SANTIAGO, 2010), Barra de Orange e Barra de Catuama (FIGUEIREDO, 2005), Barra das Jangadas (LACERDA, 2004), rio Timbó (GREGO, 2004; GREGO et al., 2016) e rio Formoso (HONORATO-SILVA, 2003). Condição oposta observou-se em águas oligotróficas e geograficamente afastadas do continente. No entanto, verificou-se quantidades elevadas de nitrato nas praias de Piedade, Boa Viagem e Brasília Formosa (Figura 13). Contudo, vale ressaltar que esse trecho do litoral pernambucano se encontra próximo e entre duas das principais áreas estuarinas da Região Metropolitana do Recife, Rio Jaboatão ao sul e Bacia do Pina ao norte, além de ser um segmento de linha de praia sobre intensa ocupação e forte pressão demográfica com dejetos sendo lançados na água.

Na bacia portuária do Recife observou-se também índices altíssimos de nitrito e fosfato, quando comparada a outros ambientes impactados. Entretanto, a bacia portuária do Recife é uma área receptora de grande quantidade de matéria orgânica e poluentes inorgânicos, oriundos de diversos bairros e comunidades ribeirinhas, que chegam através dos rios Capibaribe (240 km de extensão), Beberibe (19 km) e Bacia do Pina (Figura 13).

De acordo com Ressureição et al. (1996), o aporte dos rios Capibaribe, Beberibe, Tejipió, Jordão, Jequiá e Pina tem grande influência na produção orgânica enriquecendo as águas costeiras, ao mesmo tempo que provoca uma forte variação sazonal na área de interação rio-mar, porquanto o material em suspensão, poluentes e outros produtos de lixiviação carreada pelas águas fluviais reduz drasticamente a camada fótica no período de maior pluviosidade. Santiago (2010), ao realizar estudo na área (bacia portuária do Recife), constatou concentrações inadequadas de nitrito e níveis altíssimos de fosfato que podem estar relacionados a descargas de esgoto doméstico. Todavia, segundo ainda a autora, o sistema possui uma condição de autodepurador de matéria orgânica e explotador de nutrientes.

Figura 13 - Médias dos sais nutrientes e clorofila *a* em de ambientes estuarinos, praias e plataforma, litoral de Pernambuco, Brasil



De acordo com Cermeño e Figueiras (2008), ao longo das escalas de tempo evolucionárias, a chance de espécies de maior porte se adaptarem a ambientes de limitação de recursos é relativamente pequena comparada com as de menor tamanho celular.

Na região Nordeste, a Corrente do Brasil flui para sul, bordejando o continente sul-americano até a região da Convergência Subtropical (33-38°S), onde conflui com a Corrente das Malvinas e se separa da costa (SILVEIRA, 2000). Segundo Eskinazi-Leça et al. (1997), as águas costeiras de Pernambuco caracterizam-se por pequenas variações em suas condições hidrológicas,

apresentando constantemente altas temperaturas (em torno de 28°C) e altas salinidades (em torno de 35). Estas condições são devido à ausência de grandes rios, sendo os mais importantes o Capibaribe e o Jaboatão, os quais têm influência relativamente limitada sobre o ambiente costeiro adjacente.

A salinidade está intimamente correlacionada com a comunidade fitoplanctônica, por ter um efeito pronunciado sobre o crescimento e a distribuição de microalgas (SHEN et al., 2011). É considerada o principal fator responsável pelos padrões de diversidade nos estuários e tem sido intensamente estudada em todo o mundo (BARRON et al., 2002; PILKAITYTË et al., 2004; MUYLAERT; SCHOOR; SCHUBERT, 2009).

Em região nerítica da Baia de Paranaguá estado do Paraná, as principais forçantes ambientais da comunidade planctônica foram: influência mais forte de águas oligotróficas da Corrente do Brasil na primavera/verão; alternância entre as estações chuvosa (rica em nutrientes) e seca; influência de águas subantárticas enriquecidas misturadas às costeiras no outono e inverno, trazendo espécies de águas frias, além de promover o crescimento de autóctones; e florações de espécies nanoplanctônicas (*Phaeocystis*) e microplanctônicas (*C. wailesii*)(FERNANDES; BRANDINI, 2004).

Assim, os parâmetros ambientais, principalmente de salinidade e sais nutrientes, têm forte influência sobre a comunidade e estrutura das populações fitoplanctônicas locais, nos diferentes ecossistemas estudados.

Conclusões

A alta fertilidade das águas costeiras contrastada com a baixa concentração de sais nutrientes e alta salinidade das águas oligotróficas, regiões nerítica e oceânica, cria duas zonas bem distintas, em termos de condições hidrológicas e estrutura de populações. A primeira caracteriza-se pela instabilidade nos parâmetros hidrológicos decorrente do movimento de subida e descida das marés e contribuições continentais que se dá através da drenagem continental. Os rios são em grande parte eutrofizados e de baixa profundidade, e isso faz com que o fluxo marinho adentre o ambiente costeiro minimizando os efeitos da degradação e ao mesmo tempo provocando mudanças na estrutura das populações. Nas áreas costeiras, observou-se elevado índice de biomassa fitoplanctônica e sais nutrientes

(especialmente áreas eutrofizadas), menores concentrações de pH, salinidade (devido ao maior fluxo de água doce) e oxigênio dissolvido. Diferentemente, as regiões afastadas da costa se caracterizaram pela oligotrofia, sendo áreas de menor concentração de sais nutrientes e clorofila *a*.

Dentre as espécies chave, ganharam destaque nos estuários as diatomáceas *Coscinodiscus centralis*, *Bacillaria paxillifera*, *Cylindrotheca closterium*, *Skeletonema costatum*, *Gyrosigma balticum*, *Cerataulus turgidus*, *Surirella febigeri* e *Nitzschia sigma*. Na região nerítica *Asterionellopsis glacialis* foi a de maior relevância como espécie chave oportunista de várias praias; para São Pedro e São Paulo se sobressaíram *Katagnymene pelágica*, *Trichodesmium erythraeum* e *Trichodesmium thiebautii*; e para Fernando de Noronha destacaram-se *Oxytoxum gracile* e *Oxytoxum laticeps* no mar de fora e euglenoficeas no ecossistema manguezal.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da pequena extensão territorial, apenas 187 km, e da estreita plataforma (largura em torno de 33km) com pequena faixa praial de areia batida, o litoral de Pernambuco apresenta uma rica diversidade de feições geomorfológicas na zona de interação rio-mar. As feições geomorfológicas mais expressivas resultantes dessa interação incluem: estuários com extensos manguezais, praias, recifes coralíneos, recifes de arenito, prados de fanerógamas, ilhas costeiras e fluviais, restingas, segmentos de planícies recobertas por coqueirais e Mata Atlântica. E embora Fernando de Noronha esteja a 360km de Natal (545km de Recife-PE) e São Pedro e São Paulo diste cerca de 1.010km do Rio Grande do Norte, estados de maior proximidades, ambos arquipélagos também pertencem ao território pernambucano.

A zona litorânea de Pernambuco, favorecida pela alta densidade hidrográfica, apresenta duas categorias de rios que deságuam no oceano Atlântico levando sais nutrientes e provocando mudanças estruturais nas populações fitoplanctônicas do ambiente costeiro e águas adjacentes. Esses pequenos rios litorâneos e translitorâneos resultantes da divisão física do espaço territorial pelo Planalto da Borborema, exercem importante papel na interação com o ambiente marinho, criando uma zona de influências mútuas entre o continente e o oceano Atlântico. É um ambiente de transição extremamente complexo do ponto de vista biológico, por conter em seus limites uma série de processos ecológicos e influências, tanto terrestres e atmosféricas quanto oceânicas, permitindo caracterizá-la como uma das mais dinâmicas e rica em biodiversidade da terra.

Segundo Pedrosa, Lira e Maia (2013), a estreita faixa litorânea do litoral pernambucano é marcada pela presença de regiões estuarinas, as quais lhe conferem características ambientais que promovem uma intrínseca relação entre homem-natureza. Encontram-se nas planícies costeiras que se formaram durante a transgressão marinha no Holoceno, inundando os vales dos rios. O processo de inundação foi mais acentuado que o de sedimentação, tornando a topografia atual desses ecossistemas semelhantes ao vale do rio. Eles são geralmente rasos, raramente ultrapassando os 30m de profundidade. Sua seção transversal na maioria das vezes aumenta em direção à foz. São predominantemente do tipo *planície* (vale inudado), seguidos pelo tipo *constituído por barra* e por *outros processos*,

encontrando-se neste último duas subclassificações: *ria* e *laguna costeira* (SILVA et al., 2011). Conforme Bastos, Feitosa e Muniz (2005), os estuários são ambientes costeiros bastante complexos devido ao seu forte hidrodinamismo, sofrendo grandes alterações nos seus parâmetros hidrológicos e biológicos.

Ao longo dos anos, os rios que deságuam na zona costeira de Pernambuco vêm sofrendo fortes impactos causados pela ação deletéria e antrópica do homem, comprometendo a saúde ambiental dos ecossistemas litorâneos, notoriamente às áreas estuarinas de maior influência continental.

São diversos ecossistemas classificados como eutrofizados e impactados, segundo investigações de vários pesquisadores e de trabalhos realizados no Estado: Barra das Jangadas (BRANCO, 2007; NORIEGA et al., 2005; LACERDA, 2004); rio Botafogo (MELO, 2007); rio Igarassu (LEÃO, 2004); rio dos Passos (AQUINO, 2012); rio Massangana (BORGES, 2011); rio Formoso (HONORATO-SILVA et al., 2009); bacia portuária do Recife, rios Beberibe e Capibaribe (BORGES, 2016; BORGES et al., 2016; SANTIAGO, 2010; RESURREIÇÃO; PASSAVANTE; MACÊDO, 1996); rio Goiana (FEITOSA et al., 1999); rio Timbó (GREGO et al., 2016); e bacia do Pina (SANTOS et al., 2009).No rio Sirinhaém, a taxa de saturação do oxigênio, juntamente com os nutrientes nitrogenados, biomassa e produtividade fitoplanctônica são indicativos de área eutrofizada (HONORATO-SILVA, 2009); indícios de degradação ambiental também foram constatados em outras áreas: rio Jaguaribe (SANTOS-FERNANDES et al.,1998); rio Ipojuca (KOENING et al., 2002); e Barra de Orange e Catuama por Figueiredo et al., (2006).

Dentre as áreas não eutrofizadas, são poucas as regiões preservadas e isentas de poluição, a exemplo: rio Una, muito embora a clorofila *a* tenha em determinados momentos apresentado valores característicos de um ambiente eutrófico (BASTOS; FEITOSA; MUNIZ, 2005); Carrapicho (CASTRO; FEITOSA; FLORES-MONTES, 2014); Serrambi (JALES et al., 2012); Ilhetas, Mamucabas e Baía de Tamandaré (SILVA, 2005); rio Maracaípe (BASTOS et al., 2011) e praia de Porto de Galinhas (MACHADO, 2009; FONSECA et al., 2002), sendo essas duas últimas classificadas como mesotróficas. Dentre os ecossistemas considerados oligotróficos estão: Campas (AMANCIO, 2005); São José da Coroa Grande (FERREIRA et al., 2015); e Koening e Macêdo (1999) na região nerítica em frente à Ilha de Itamaracá-PE (perfis Orange e Catuama).

Conforme Bastos, Feitosa e Muniz (2005), os diversos impactos sofridos pelas regiões estuarinas, tais como aterros, degradação e poluição, causam uma diminuição da biodiversidade e, consequentemente, de seus recursos alimentícios.

No rio Ipojuca, o alto grau de instabilidade ambiental resultante desses impactos antrópicos modificou a estrutura da comunidade fitoplanctônica, condicionando o maior aparecimento de espécies litorais (epífitas e bentônicas) que, em virtude da pequena profundidade decorrente da grande sedimentação na área e dos processos de ressuspensão, predominaram no ecossistema com percentual de 28,88%, enquanto que as espécies planctônicas estiveram em torno de 16,30% (KOENING et al., 2002).

No rio Formoso, a dominância das espécies *Phacus acuminatus* e *Trachelomonas* sp. durante o período de estiagem, esteve associada ao fluxo limnético e a degradação ambiental decorrente do aporte de substâncias orgânicas oriundas de esgotos domésticos. Variações das condições nutritivas da água foram responsáveis pelas alterações na estrutura das populações fitoplanctônicas, refletindo-se por oscilações da diversidade específica em consequência do desenvolvimento das espécies oportunistas (HONORATO-SILVA et al., 2009; HONORATO-SILVA, 2003). E no sistema estuarino de Barra das Jangadas, Lacerda (2004) verificou baixa diversidade específica com predomínio de algumas espécies. Além disso, a equitabilidade apresentou distribuição não uniforme da comunidade, indicando desequilíbrio ambiental.

O precário sistema de coleta e tratamento de esgotos domésticos e industriais, lançam diariamente poluentes orgânicos e inorgânicos nos ecossistemas que compõem o estado. Porém, em Pernambuco, a baixa profundidade dos rios associada às correntes de marés, propiciam uma renovação dos parâmetros químicos e biológicos do ambiente através do hidrodinamismo gerado pelo fluxo marinho do oceano Atlântico, a exemplo do que acontece nos rios Paripe, Timbó, Goiana, Igarassu e Una. Assim, o ecossistema marinho exerce importante papel no processo de renovação das águas costeiras, atenuando os efeitos da degradação ambiental e evidencia o poder de alto depuração das águas salinas.

Segundo Brandini (2008) sistemas de menor porte e baixa profundidade geralmente sustentam um maior elenco de produtores primários, incluindo fitoplâncton, micro e macroalgas bentônicas, e marismas com gramíneas e/ou manguezais, dependendo da sua localização geográfica e configuração hidro-

geomorfológica. Estuários e enseadas de maior porte e profundidades são geralmente dominados pelo fitoplâncton e se divergem principalmente quanto ao balanço hídrico. Porém, variações no regime meteorológico, características geomorfológicas regionais e os impactos antropogênicos nas áreas costeiras e estuarinas estabelecem, conjuntamente, o regime hidrográfico particular de cada região e, consequentemente, as características taxonômicas e a dinâmica espaço-temporal de suas comunidades planctônicas.

Pesquisas sobre o fitoplâncton no litoral de Pernambuco datam desde a década de 60 e apresentam diversas linhas de abordagem, tais como composição, biomassa, produção primária, taxonomia, riqueza de espécies, abundância relativa, frequência de ocorrência e ecologia. Porém, concentram-se principalmente na zona costeira, do rio Goiana aos canais ao redor da Ilha de Itamaracá localizados no litoral norte, até São José da Coroa Grande, no extremo sul do Estado. Além disso, há determinadas temáticas como biovolume, grupos funcionais e biomassa em carbono em que os trabalhos ainda são poucos ou limitados.

Contudo, de forma geral, os dados apresentados neste trabalho mostram a importância de estudos que abordem a distribuição geográfica e biogeografia das espécies, para preservação da biodiversidade e conservação dos ecossistemas aquáticos, tendo em vista que o conhecimento da distribuição do fitoplâncton marinho permite diversas análises de cunho ecológico.

Estudos com este enfoque são escassos ou inexistem no Brasil e em Pernambuco. São temáticas que precisam ser intensificadas através de um trabalho conjunto envolvendo pesquisadores, universidades e poder público.

Em 2010, por exemplo, a publicação do "*Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil*", resultante do projeto "Flora Brasil" (FORZZA et al., 2010) evidência a carência de estudos com essas linhas de abordem, padrões de distribuição das espécies e biogeografia. Hoje o projeto da "*Flora do Brasil 2020*" conta com cerca de 700 pesquisadores responsáveis por informações nomenclaturais e de distribuição geográfica (abrangência no Brasil, endemismo e Domínios Fitogeográficos), além de incluírem dados valiosos sobre formas de vida, substrato e tipos de vegetação para as espécies monografadas.

À luz dos dados apresentados, ficou provado que as populações fitoplanctônicas mudam de acordo com as características ambientais de cada ecossistema. As áreas estuarinas são caracterizadas pela maior variedade de filos,

presença de espécies de água doce e domínio das diatomáceas, clorofíceas, cianobactérias e dinoflagelados. A medida que se afasta da costa, há uma redução na variedade de filos e domínio de outros grupos, chegando em São Pedro e São Paulo com o domínio dos dinoflagelados, seguidos pelas diatomáceas e cianobactérias. Assim, vale ressaltar a importância das contribuições continentais nas características ecológicas e de distribuição geográfica das espécies.

Os padrões de distribuição identificados são resultantes de vários fatores ecológicos, mas a salinidade e grau de fertilidade da água se mostraram parâmetros fundamentais nesse processo. Além disso, as correntes oceânicas desempenham importante papel no transporte de espécies de um lugar para o outro, com a entrada ou saída de espécies em um dado ecossistema. Evidencia-se também a grande biodiversidade do litoral através de um elevado número de espécies fitoplanctônicas inventariadas nos estuários, regiões nerítica e arquipélagos de Pernambuco.

Na análise por tipo de ambiente, verificou-se que as espécies de maior distribuição geográfica nos estuários de Pernambuco foram as diatomáceas *Bellerochea malleus*, *Coscinodiscus centralis*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Climacosphenia moniligera*, *Nitzschia sigma*, *Odontella aurita*, *Paralia sulcata*, *Terpsinoë musica*, *Thalassionema nitzschioides*, *Asterionellopsis glacialis*, *Biddulphia biddulphiana*, *Chaetoceros affnis, C. curvisetus*, *Trieres mobiliensis*, *Cylindrotheca closterium*, *Entomoneis alata*, *Fragilaria capucina*, *Gyrosigma attenuatum, Lyrella lyra*, *Nitzschia longíssima*, *Bacillaria paxillifera*, *Campylodiscus clypeus*, *Coscinodiscus oculus-iridis*, *Rhabdonema adriatricum*, *Rhizosolenia setigera*, *Surirella fastuosa* e a cianobactéria *Oscillatoria princeps*.

Na região nerítica, as espécies que apresentaram maior distribuição foram em sua maioria também diatomáceas: *Cylindrotheca closterium*, *Rhabdonema adriatricum*, *Thalassionema frauenfeldii*, *T. nitzschioides*, *Asterionellopsis glacialis*, *Bacillaria paxillifera*, *Climacosphenia moniligera*, *Odontella aurita* que ocorreram em 11 das 12 áreas neríticas analisadas; *Nitzschia sigma*, *Odontella turgida*, *Podocystis adriatrica*, *Amphitetras antediluviana*, *Biddulphia biddulphiana*, *Campyloneis grevillei*, *Entomoneis alata*, *Fragilaria capucina*, *Grammatophora marina*, *Helicotheca tamesis*, *Bellerochea malleus, Cocconeis scutellum*, *Coscinodiscus centralis*, *Diploneis bombus, Leptocylindrus danicus*, *Lyrella lyra*, *Paralia sulcata*, *Surirella fastuosa e Trieres mobiliensis*, além do dinoflagelado *Tripos furca*.

Todavia, apresentaram maior percentual de distribuição geográfica: *Climacosphenia moniligera*, *Coscinodiscus centralis*, *Cylindrotheca closterium* e *Odontella aurita* que ocorreram em 85,71% dos ecossistemas estudados.

Coscinodiscus centralis exibiu uma excelente adaptação as diferentes condições hidrológicas locais encontradas ao longo do litoral. A referida espécie encontrou, portanto, condições ideais de reprodução e colonização nas águas que banham o Estado, por reunir uma série de características peculiares que permitiram-lhe ser a espécie de maior relevância na comunidade fitoplanctônica de Pernambuco, podendo responder a muitos questionamentos.

É uma espécie cosmopolita em todos os oceanos, porém típica de águas quentes (FERNANDES; BRANDINI, 2004; HASLE; LANGE 1992), sendo encontrada em todas as regiões biogeográficas marinhas, vivendo em condições completamente adversas das locais, inclusive em regiões frias de mares congelados.

Tem ampla distribuição no Golfo da Califórnia e na costa da Baixa Califórnia (HASLE; LANGE 1992). No Ártico, especialmente no estreito de Barrow onde apresentou maior concentração, padrões espaciais de perfis de ácidos graxos e isótopos estáveis indicaram duas populações de origem para *Coscinodiscus centralis*: uma de origem ocidental com condições de pouca luz e altas concentrações de nutrientes; e uma de origem norte com baixos níveis de nutrientes e maiores irradiâncias (DUERKSEN et al, 2014).

Segundo Duerksen et al (2014) *C. centralis* pode crescer tanto em “polynyas” quanto sob gelo, e pode representar uma fonte de ácidos graxos ômega 3 de alta qualidade para as cadeias alimentares do Ártico. Apresenta níveis significativamente mais elevados de ácidos graxos poliinsaturados, especificamente o ácido graxo essencial EPA (ácido eicosapentaenoico), comparado a algas de gelo. Apesar disso, o grande tamanho da célula observado, podem impedir o consumo de *C. centralis* pelo zooplâncton, especificamente copépodes calanóides.

Apesar de estar presente em todos os oceanos, *C. centralis* é pouco estudada e pouco se sabe sobre suas necessidades de crescimento ou dinâmica de população. Tem uma grande adaptação as diferentes condições hidrológicas e climatológicas do ambiente, bem como uma ampla distribuição geográfica, mostrando ser uma espécie bastante comum em Pernambuco. Além disso, é a espécie que mais se destacou nos estuários, sendo dominante e também muito frequente na maior parte das áreas estuarinas estudadas, mostrando sua afinidade

com as condições eutróficas dos ecossistemas locais. E provavelmete devido ao seu grande tamanho celular, elevada distribuição geográfica (85,71%), abundância relativa e frequência de ocorrência em vários estuários que compõem o litoral pernambucano, possivelmente é uma espécie que não está sendo consumida pelo zooplâncton.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO-TREJOS, E.; BRANDT, G.; MERICO, A.; SMITH, S. L. Biogeographical patterns of phytoplankton community size structure in the oceans. **Global Ecology and Biogeography**, vol.22, p.1060 - 1070, 2013.

AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE-CPRH. 2001. **Diagnóstico Socioambiental: Litoral Sul de Pernambuco – Maio 1999**. Disponível em http://www.cprh.pe.gov.br (Acessada em 20/01/2019).

AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE-CPRH. Áreas estuarinas. Disponível em http://www.cprh.pe.gov.br/perfis_ambientais/areas_estuarinas/39751%3B33012%3B1802%3B0%3B0.asp (Acessada em 20/03/2019).

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA (APAC). **Bacias Hidrográficas**. Disponível em http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5 (Acessada em 15/04/2019).

AIDAR, E.; GAETA, S.A.; GIANESELLA-GALVÃO, S.M.F.; KUTNER, M.B.B.; TEIXEIRA, C. Ecossistema costeiro subtropical: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofIla-a e suas relações com as condições oceanográficas na região de Ubatuba, SP. **Publicação especial do instituto oceanográfico, São Paulo**, vol.10, n.740, p.9-43, 1993.

AL-HANDAL, A. Y.; COMPÈRE, P.; RIAUX-GOBIN, C. Marine benthic diatoms in the coral reefs of Reunion and Rodrigues Islands, West Indian Ocean. **Micronesica**, vol.03, p.1–78, 2016.

AMANCIO, F.C. **Interação entre fitoplâcton e parâmetros ambientais: subsídio na gestão ambiental marinha**. 2005. 91f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais) – CFCH, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

ANDRADE, G. O.; LINS, R. C. Os climas do Nordeste. In: Vasconcelos Sobrinho, J. **As regiões naturais do Nordeste**, **o meio e a civilização**. Recife, CONDEPE. p. 95-18, 1971.

AQUINO, E.P. **Fitoplâncton como indicativo das condições oceanográficas de um arquipélago no Atlântico Equatorial (Fernando de Noronha, Brasil).** 2016. 93f. Tese (Doutorado em Oceanografia)- CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

_____, E.P. **Fitoplâncton do estuário do rio dos Passos (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil)**.2012. 87f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia)- CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

_____, E.P.; BORGES, G.C.P.; HONORATO-DA-SILVA, M.; PASSAVANTE, J.Z.O.; G. G. SILVA-CUNHA, M.G.G. Phytoplankton in a tropical estuary, Northeast Brazil: composition and life forms. **Check List**, vol.11, n.3, p.5, 2015.

ASSIS, H. M.B. **Influência da hidrodinâmica das ondas no zoneamento litorâneo e na faixa costeira emersa, entre Olinda e Porto de Galinhas, Pernambuco**. 2007. 131f. Tese (Doutorado) – CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

BARBOSA, M.R.V. **Fundamentos de Sistemática e Biogeografia**. In: GUERRA, A. T; GADELHA, C. A.; REIS, C. M. M.; SILVA, H. S.; SANTOS, L. F. M. BARBOSA, M.R.V.; VASCONCELLOS, M.L.A.A.; VAN-DER-LINDEN, M.M.G.; SANTOS, P.R.P.Ciências Biológicas: cadernos CB virtual 1. 276p, 2011.

BARRON, S.; WEBER, C.; MARINO, R.; DAVIDSON, E.; TOMASKY, G.; HOWARTH, R. Effects of varying salinity on phytoplankton growth in a low-salinity coastal pond under two nutrient conditions. **The Biological Bulletin**, vol.203, n.2, p.260–261, 2002.

BARROSO, H. S.; BECKER, H.; MELO, V.M.M. Influence of river discharge on phytoplankton structure and nutrient concentrations in four tropical semiarid estuaries.**Brazilian Journal of Oceanography**, vol.64, n.1, 2016.

BASTOS, R.B. **Estrutura da comunidade fitoplanctônica da zona costeira de Maracaípe (Ipojuca-Pernambuco).** 2011. 122p. Tese (Doutorado em Oceanografia) – CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

_____, R.B. **Estrutura da comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais no estuário do rio Una - Pernambuco-Brasil**. 2006. 93p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

_____, 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**, vol.15, n.1, n.1-10, 2011.

_____, R.B.; FEITOSA, F.A.N.; MUNIZ, K. Variabilidade espaço-temporal da biomassa fitoplanctônica e hidrologia no estuário do rio una (Pernambuco – Brasil). **Tropical Oceanography**, Recife, vol. 33, n. 1, p. 1–18, 2005.

BORGES, G.C.P. **Descritores da qualidade ambiental do sistema estuarino do Recife (PE): o papel do fitoplâncton**. 2016. 123f. Tese (Doutorado em Oceanografia) – CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

_____, G.C.P. **Comunidade fitoplanctônica do estuário do Rio Massangana (Pernambuco-Brasil)**. 2011. 105f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

_____, G.C.P.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; ESKINAZI-LEÇA, E.; FERREIRA, L.C.; AQUINO, E.P.; SANTOS-JÚNIOR, A.C.; SANTIAGO, M.F.; GUENNES, M.Indicadores das mudanças da comunidade fitoplanctônica associados com a dragagem no estuário do Rio Beberibe (Brasil). **Tropical Oceanography,** vol.44, n.1, p.1-15, 2016.

BOUMAN, H.A.; ULLOA O.; SCANLAN, D.J.; ZWIRGLMAIER, K.; LI, W.K.; PLATT, T.; STUART, V.; BARLOW, R; LETH, O.; CLEMENTSON, L.; LUTZ, V.; FUKASAWA, M.; WATANABE, S.; SATHYENDRANATH, S. Oceanographic basis of the global surface distribution of Prochlorococcus ecotypes. **Science**, vol.312, n.5775, p.918-21, 2006.

BRANCO, E.S. **Influência das variáveis ambientais na estrutura da comunidade fitoplanctônica do sistema estuário de Barra das Jangadas (Pernambuco - Brasil)**. 2007. 211f.Tese (Doutorado em Oceanografia) – CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

CAMPELO, M.J.A.; KOENING, M.L.; PASSAVANTE, J.Z.O. Microalgas da praia de Carne de Vaca - Goiana - Pernambuco, Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, vol.14/15, p.1-17, 2001/2002.

CAPONE, D. G.; ZEHR, J. P.; PAERL, H. W.; BERGMAN, B.; CARPENTER, E. J. Trichodesmium, a globally significant marine cyanobacterium. **Science**, vol. 276, n.5316, p. 1221-1229, 1997.

CASTRO, N.F.; FEITOSA, F.A.N; FLORES-MONTES, M.J. Avaliação das condições ambientais do estuário do Rio Carrapicho (Itamaracá-Pe): biomassa fitoplanctônica e hidrologia. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 42, n. 1, p. 77-93, 2014.

CERMEÑO, P.; FIGUEIRAS, F.G. Species richness and cell-size distribution: size structure of phytoplankton communities. **Marine Ecology Progress Series**, vol. 357, p. 79–85, 2008.

CHISHOLM, S.W. Phytoplankton size. In: FALKOWSKI, P.G.; WOODHEAD, A.D. (Ed.). **Primary productivity and Biogeochemical Cycles in the Sea.** Plenum Press: New York, 1992a. p. 213–237.

COLEMAN, M.L.; CHISHOLM, S.W. Code and context: Prochlorococcus as a model for cross-scale biology. **Trends in Microbiology**, vol.15, n.9, p. 398-407, 2007.

DANDONNEAU, Y.; MONTELB, Y.; BLANCHOTB, J.; GIRAUDEAUC, J.; NEVEUX, J. Temporal variability in phytoplankton pigments, picoplankton and coccolithophores along a transect through the North Atlantic and tropical southwestern Pacific. **Deep-Sea ResearchI**, vol.53, p.689–712, 2006.

DELGADO, S.M.; SOUZA, M.G.M. Diatomoflórula Perifítica do rio Descoberto – DF e GO, Brasil, Naviculales (Bacillariophyceae): Diploneidineae e Sellaphorineae. **Acta Botanica Brasilica,** vol.21, n.4, p.767-776, 2007.

DUERKSEN, S.W.; THIEMANN, G.W.T.; BUDGE, S.M.; POULIN, M.; NIEMI, A.; MICHE, C. Large, Omega-3 Rich, Pelagic Diatoms under Arctic Sea Ice: Sources and Implications for Food Webs. **PLoS ONE**, vol.9, n.12, p.1-18, 2014.

DURATE, P.; MACEDO, M.F.; FONSECA, L.C. The relationship between phytoplankton diversity and community function in a coastal lagoon. **Hydrobiologia**, vol.555, p.3-18, 2006.

ECONOMOU-AMILL, A.; ELSTER, J.; KOMAREK, J. Summer phytoplankton composition in transect from Weddell Sea to La Plata. **Polish Polar Research**, vol.19, n.3-4, p.187-204, 1998.

EFFENDI, H.; KAWAROE, M.; LESTARI, D.F.; MURSALIN; PERMADI, T. Distribution of phytoplankton diversity and abundance in Mahakam Delta, East Kalimantan. **Procedia Environmental Sciences**, vol.33, p. 496 – 504, 2016.

ESKINAZI-LEÇA, E. Estudo da Plataforma Continental na Área do Recife (Brasil) (1). IIIa. Diatomáceas do Fitoplâncton. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, Recife**, vol. 9, 10, 11, p. 159-172, 1967/69.

_____, E. Estudo da Barra das Jangadas - Parte VI - Distribuição das Diatomáceas. **Trabalhos do Instituto Oceanográfico da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife: vol. 7-8. p. 17-32, 1965/66.

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

_____, E; MACEDO, S. J.; PASSAVANTE, J. Z. O. Estudo Ecológico da Região de Itamaracá Pernambuco, Brasil. Composição e Distribuição do Microfitoplâncton do Canal de Santa Cruz. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, Recife**, vol. 15, p. 185-262, 1980.

_____, E.; PASSAVANTE, J.Z.O. Estudo da plataforma continental na área do recife (Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, Recife,** vol.13, p.83-106, 1972.

_____, E.; SATO, S. Contribuição ao Estudo das Diatomáceas da Praia de Piedade (Pernambuco - Brasil). **Trabalhos do Instituto Oceanográfico da Universidade Federal de Pernambuco, Recife**, vol.5, n.6, p. 73-114, 1963/64.

_____, E.; SILVA-CUNHA, M.G.G; KOENING, M.L.; MACEDO, S.J.; COSTA, K.MP. Variação espacial e temporal na plataforma continental de Pernambuco- Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernmabuco, Recife**, vol.25, n.1, p.1-16, 1997.

_____, E.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; KOENING, M.L. Variação quantitativa do fitoplâncton na plataforma continental de Pernambuco (Brasil). **Insula**, vol.19, n.19, p.179-180, 1989.

ESTRADA, M.; DELGADO, M.; BLASCO, D.; LATASA, M.; CABELLO, A. M.; BENÍTEZ-BARRIOS, V.; FRAILE-NUEZ, E.; MOZETIČ, P.; VIDAL, M. Phytoplankton across Tropical and Subtropical Regions of the Atlantic, Indian and Pacific Oceans. **PLOS ONE**, vol.11, n.3, 29p., 2016.

FEITOSA, F.A.N.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; PASSAVANTE, J.Z.O.; NEUMANN-LEITÃO, S.; UNS, I.C. Estrutura do microfitoplâncton no sistema estuarino do Rio

Goiana, Pernambuco, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos**, vol.27, n.2, p.15-25, 1999.

FERNANDES, L.F.; BRANDINI, F.P. Diatom associations in shelf waters off Paraná state, southern Brazil: annual variation in relation to environmental factors. **BrazilianJournalofOceanography**, vol.52, n.1, p.19-34, 2004.

FERRARIO, M.; SAR, E.; SALA, S. Diatomeas potencialmente toxígenas del cono Sur Americano. In: SAR, E.A.; FERRARIO, M.E.; REGUERA, B. **Floraciones algales nocivas en el Cono Sur Americano**. Madrid: Instituto Español de Oceanografia, 2002. p. 169-194.

FERREIRA-JÚNIOR, A.V.; ARAÚJO, T.C.M.; VIEIRA, M.M.; Virgínio Henrique NEUMANN, V.H.; GREGÓRIO, M.N. Petrologia dos arenitos de praia (*beachrocks*) na costa central de Pernambuco. **Geociências**, vol. 30, n. 4, p. 545-559, 2011.

FERREIRA, L.C.**Fitoplâncton como indicador da qualidade ambiental em área recifal (APA Costa dos Corais - Pernambuco, nordeste do Brasil)**. 2014. 122 p. Tese (Doutorado em Oceanografia) - CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

_____, L.C. **O fitoplâncton na zona de arrebentação de praias urbanas da Região Metropolitana do Recife, Pernambuco, Brasil.** 2007. 147p. Dissertação (Mestrado Oceanografia) – CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

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

_____, L.C.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; KOENING, M.L.; FEITOSA, F. A.N.; SANTIAGO, M.F.; MUNIZ, K. Variação temporal do fi toplâncton em três praias urbanas do litoral sul do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, vol.24, n.1, p.214-224, 2010.

FIGUEIREDO, J.A. **Influência hidrológica e biomassa fitoplanctônica nas Barras Orange e Catuama (Canal de Santa Cruz) - Itamaracá-PE: variação nictemeral.** 2005. 143p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

FIGUEIRERO, J. A.; MUNIZ, K.; MACÊDO, S. J.; FLORES-MONTES, M. J.; FEITOSA, F. A. N. Hidrologia e biomassa fitoplanctônica nas barras Orange e Catuama (Canal de Santa Cruz), em Itamaracá-PE: variação nictemeral. **Arquivos de Ciências do Mar**, n.1-2, v. 39, p.5- 17, 2006.

FLORES-MONTES, M.J.; MACÊDO, S.J.; KOENING, M.L.; LINS-CORREIA, I. Variação nictemeral do fitoplâncton e elementos nutrientes no canal de Santa Cruz, Itamaracá- PE-Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernmabuco, Recife**, vol.26, n.01, p.13-26, 1998.

FOLLOWS, M.J.; DUTKIEWICZ, S.; GRANT, S.; CHISHOLM, S.W. Emergent biogeography of microbial communities in a model ocean. **Science**, vol.315, p.1843–1846, 2007.

FONSECA, R.S.; PASSAVANTE, J.Z.O.; MARANHÃO, G.M.B.; MUNIZ, K. Ecossistema recifal da praia de Porto de Galinhas (Ipojuca, Pernambuco): biomassa fitoplanctônica e hidrologia**. Boletim Técnico Científico do CEPENE**, vol.10, n.1, p. 9-26, 2002.

FORZZA, RC., org., et al. INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio**: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, vol. 1, 2010. 871 p.

GALVINCIO, J. D.; MOURA, M. S. B. Aspectos climáticos da captação de água de chuva no estado de Pernambuco. **Revista de Geografia**, vol. 22, n.2, p.100-116, 2005.

GOERICKE, R.; REPETA, D.J..The pigments of Prochlorococcus marinus – the presence of divinyl chlorophyll-a and chlorophyll-B in a marine prokaryote. **Limnology and Oceanography**, vol.37, n.2, p.425-433, 1992.

GREGO, C.K.S. **Estrutura e dinâmica do Fitoplâncton no estuário do Rio Ariquindá, Tamandaré, Pernambuco, Brasil**. 2010. 150p. Tese (Doutorado em Oceanografia) –CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

_____, C.KS. **Distribuição espacial e sazonal da composição e biomassa fitoplanctônica correlacionadas com a hidrologia do estuário do rio Timbó (Paulista, Pernambuco)**. 2004. 117p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

_____, C.K.S.; FEITOSA, F.A.N.; HONORATO-SILVA, M.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; NASCIMENTO-FILHO, G.A. Fitoplâncton do ecossistema estuarino do Rio Ariquindá (Tamandaré, Pernambuco, Brasil): variáveis ambientais, biomassa e produtividade primária. **Atlântica, Rio Grande**, vol. 31, n. 2, p.183-198, 2009.

_____, C.K.S.; FEITOSA, F.A.N.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; HONORATO-SILVA, M.; NUNES, R.V. Produtividade fitoplanctônica em um estuário impactado do litoral norte de Pernambuco - Rio Timbó (Paulista). **Tropical Oceanography**, vol.44, n.1, p.25-42, 2016.

GUEDES, M.V. **Situação das áreas de reserva legal e proteção dos recursos naturais em assentamentos rurais da mata meridional, Pernambucana**. 2012.143p. Dissertação (Mestrado Desenvolvimento em Meio Ambiente) - CFCH, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

GUIRY, M.D.; GUIRY, G.M. 2018. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway.Disponível em http://www.algaebase.org (Acessada em 21/12/2018).

HAMSHER, S.; KOPALOVÁ, K.; KOCIOLEK, J.P.; ZIDAROVA, R.; BART, V.V. 2016. The genus Nitzschia on the South Shetland Islands and James Ross Island. **Fottea**, vol.16, n.1, p.79–102, 2016.

HASLE, G.R.; LANGE, C.B. Morphology and distribution of Coscinodiscus species from the Oslofjord, Norway, and the Skagerrak, North Atlantic. **Diatom Research**, vol.7, n.1, p.37-68, 1992.

HASLE, G.R.; SYVERTSEN, E.E. Marine Diatoms. In: TOMAS, C. R. (Ed.). **Identifying Marine Phytoplankton**. San Diego: Academic Press, 1997. p. 5–385.

HONORATO-SILVA, M. **Estrutura e produtividade da comunidade fitoplanctônica de um estuário tropical (Sirinhaém, Pernambuco, Brasil).** 2009. 171p. Tese (Doutorado em Oceanografia) – CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

_____, M. **Fitoplâncton do estuário do rio Formoso (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil): biomassa, taxonomia e ecologia**. 2003. 131f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

_____, M.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; PASSAVANTE, J.Z.O.; GREGO, C.K.S.; MUNIZ, K. Estrutura sazonal e espacial do microfitoplâncton no estuário tropical do rio Formoso, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, vol.23, n.2, p.355-368, 2009.

LACERDA, S. R.; KOENING, M. L., NEUMANN-LEITÃO; FLORES-MONTES, M. J. Phytoplankton nyctemeral variation at a tropical river estuary (Itamaracá - Pernambuco - Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v.64, n.1, p.81-94, 2004.

LEÂO, B.M. Biomassa, taxonomia e ecologia do fitoplâncton do estuário do Rio Igarassu (Pernambuco, Brasil). 2004. 70f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – CCB, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

JAHN, R.; SCHMID, A.-M. Revision of the brackish-freshwater diatom genus Bacillaria Gmelin (Bacillariophyta) with the description of a new variety and two new species. **European Journal of Phycology**, v.42, n.3, p. 295–312, 2007.

JALES, M.C. **O ecossistema recifal de Serrambi (Pernambuco-Brasil): estrutura da comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais**. 2011. 104p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

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

_____, M.C.; FEITOSA, F.A.N.; KOENING, M.L.K.; BASTOS, R.B.; MACHADO, R.C.A. O ecossistema recifal de Serrambi (nordeste do Brasil): biomassa fitoplanctônica e parâmetros hidrológicos. **Atlântica,** Rio Grande, v.34, n.2, p.87-102, 2012.

KARTHIK, R.; ARUN-KUMAR, M.; SAI-ELANGOVAN, S.; SIVA-SANKAR, R.; PADMAVATI, G.Phytoplankton Abundance and Diversity in the Coastal Waters of Port Blair, South Andaman Island in Relation to Environmental Variables. **Journal of Marine Biology & Oceanography**, v.01, n.02, p6, 2012.

KHATOON, H.S.; BANERJEE, F.M.; YUSOFF, F.M.; SHARIFF, M. Effects of salinity on the growth and proximate composition of selected tropical marine periphytic diatoms and cyanobacteria. **Aquaculture Research**, v.41, n.9, p.1348-1355, 2010.

KIM, B.S.; KIM, S.Y.; PARK, J.-G.; WITKOWSK, A. New Records of the Diatom Species (Bacillariophyta) from the Seaweed and Tidal Flats in Korea. **Korean Journal of Environmental Biology,** v.35, n.4, p. 604-621, 2017.

KOENING, M.L.; ESKINAZI-LEÇA, E.Biomassa e Fracionamento do Fitoplâncton no Estuário do Rio Timbó (Pernambuco- Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, Recife**, vol.20, n.1, p.53-76, 1987/89.

_____, M.L.; ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; MACÊDO, S.J. Impactos da construção do Porto de Suape sobre a comunidade fitoplanctônica no estuário do rio Ipojuca (Pernambuco-Brasil).**Acta Botânica Brasílica**, vol.16, n.4, p.407-420, 2002.

_____, M.L.; MACÊDO, S.J. Hydrology and Phytoplankton Community Structure at Itamaracá-Pernambuco (Northeast Brazil**).Brazilian Archives of Biology and Technology**, vol.42 no.4, 1999.

_____, M.L.; OLIVEIRA, M.S. **Estrutura da comunidade fitoplanctônica**. O arquipélago São Pedro e São Paulo: 10 anos de Estação científica/ Orgs. Daniele de Liam Viana [et al.,] Brasília, DF: SECIRM. 2009. 348p.

LACERDA, S.R. **Série Temporal do fitoplâncton no estuário de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes-Pernambuco- Brasil) - Pernambuco-Brasil**. 2004. 247p. Tese (Doutorado em Oceanografia) - CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

_____**,** S. R.; KOENING, M. L.; NEUMANN-LEITÃO, S.; FLORES-MONTES, M. J. Phytoplankton nyctemeral variation at a tropical river estuary (Itamaracá - Pernambuco - Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v.64, n.1, p.81-94, 2004.

_____, S. R.; KOENING, M. L.; NEUMANN-LEITÃO, S.; FLORES-MONTES, M. J. Phytoplankton nyctemeral variation at a tropical river estuary (Itamaracá – Pernambuco – Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, vol. 64, n.1, p.81-94, 2004.

LI, Y.; BOONPRAKOB, A.; GAONKAR, C.C.; KOOISTRA, W.H.C.F.; LANGE, C.B.; HERNÁNDEZ-BECERRIL, D.; CHEN, Z.; MOESTRUP, Ø.; LUNDHOLM, N. Diversity in the Globally Distributed Diatom Genus Chaetoceros (Bacillariophyceae): Three New Species from Warm-Temperate Waters. **PLoS ONE**, v.12, n.1, p.1-38, 2017.

LIMA, J.C. **Dinâmica do fitoplâncton e microfitobentos da Baía do Sueste, arquipélago Fernando de Noronha, Pernambuco, Brasil.** 2012.75p. Dissertação

(Mestrado em Oceanografia) – CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

_____, J.C. **Caracterização do fitoplâncton estuarino de Pernambuco, Brasil.** 2009. 67p. Monografia (Especialista em Oceanografia) - CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

_____, J. C.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; ESKINAZI-LEÇA, E; BORGES, G.C.P.; HONORATO SILVA, M.; LACERDA, S. R.; FEITOSA, F.A.N; SANTIAGO, M. F.; FERREIRA, L. C. **Caracterização do fitoplâncton estuarino de Pernambuco, Nordeste do Brasil**. In: XXI Semana Nacional em Oceanografia / Seminário Cidades Costeiras Sustentáveis, 2009, Belém. **Anais**. Belém: EDUFPA, 2009. p.1-3.

LITCHMAN, E. Resource Competition and the Ecological Success of Phytoplankton. In:FALKOWSKI, P. G.; KNOLL, A. H. (Ed.). **Evolution of Primary Producers in the Sea.** San Diego: Academic Press, 2007. p.351-376.

MACÊDO, M.E.; DUARTE, P.; MENDES, P; FERREIRA, J.G. Annual variation of environmental variables, phytoplankton composition and photosynthetic parameters in a coastal lagoon. **Journal of Plankton Research**, v.23, n.7, p.719–732, 2001.

MACÊDO, S. J.; KOENING, M. L.; VASCONCELOS-FILHO, A. L. Aspectos Hidrológicos e Fitoplanctônicos em Viveiros Estuarino (Itamaracá-PernambucoBrasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, Recife**, v. 20. p. 99-124, 1987/89.

MACHADO, R.C.A**. Estrutura Da Comunidade Fitoplanctônica E Hidrologia Do Ecossistema Recifal de Porto de Galinhas (Pernambuco-Brasil)**. 2015. 122p. Tese (Doutorado em Oceanografia) – CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

MACHADO, R.C.A**. Produtividade fitoplanctônica e hidrologia do ecossistema recifal de Porto de Galinhas (Pernambuco-Brasil)**. 2009. 70p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia)- CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

_____, R. C. A.; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L.; FLORES MONTES, M. J.; BASTOS, R. B.; JALES, M. C. Phytoplankton productivity and hydrology of Porto de Galinhas reef ecosystem (Pernambuco, Brazil). **Journal of Coastal Research**, v. 30, n.2, p. 371-378, 2014.

MADHU, N.V.; JYOTHIBABU, R.; BALACHANDRAN, K.K.; HONEY, U.K.; MARTIN, G.D.; VIJAY, J.G.; SHIYAS, C.A.; GUPTA, G.V.M.; ACHUTHANKUTTY, C.T. Monsoonal impact on planktonic standing stock and abundance in a tropical estuary (Cochin Backwaters - India). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.73, n.1-2, p.54-64, 2007.

MALLMANNAC, D.L.B.; ARAÚJOAD, T.C.M.; DROGUETT, E.L. Caracterização do litoral central de Pernambuco (Brasil) quanto ao processo erosivo em curto e médio-termo. **Quaternary and Environmental Geosciences**, vol.05, n.2, p.137-154, 2014.

MALVIYA, S.; SCALCO, E.; AUDIC, S.; VINCENT, F.; VELUCHAMY, A.; POULAIN, J.; WINCKER, P.; IUDICONE, D.; Vargas, C.; BITTNER, L.; ZINGONE, A.; BOWLER, C. Insights into global diatom distribution and diversity in the world's ocean. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.113, n.11, p.E1516–E1525, 2016.

MANSO, V.A.V.; CORRÊA, I.C.S.; GUERRA, N.C. Morfologia e Sedimentologia da Plataforma Continental Interna entre as Praias Porto de Galinhas e Campos - Litoral Sul de Pernambuco, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, vol.30, n.2, p.17-25, 2003.

_____, V.A.V.; COUTINHO P.N.; GUERRA, N.C.; SOARES, J.R Pernambuco. In:.MUEHE, D. (Ed.). **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. p.179-196p.

_____, V. A. V. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA) / PNMA II / SECTMA. **Definição dos pontos de contorno da linha de preamar máxima atual do litoral de município de Ipojuca – PE**. Relatório final: Ipojuca – PE, 2003, 36 p.

MARAÑÓN, E. Phytoplankton size structure. In: STEELE, J. H.; TUREKIAN, K. K.; THORPE, S. A. (Eds.). **Encyclopedia of Ocean Sciences**. Oxford: Academic Press, 2009. p. 4249–4256.

MATTEUCCI, S.D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetacion**. Washington: The Genral Secretarial of the Organization of American States, 1982. 67p.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **Multivariate analysis of ecological data**. Glaneden Beach: MjM Software Design, Oregon, 1999. 237p.

MCMANUS, M. A.; WOODSON, C. B. Plankton distribution and ocean dispersal. **The Journal Of Experimental Biology**, v.215, n.06, p.1008-1016, 2011.

MELLO, M.V.L. **Parâmetros hidrológicos correlacionados com a Biomassa e composição fitoplanctônicana região costeira adjacente à desembocadura do Rio Sirinhaém**. 2009. 119f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) Universidade Federal de Pernambuco - CTG, Recife, 2009.

MELO, A.A.S. **Nutrientes dissolvidos e biomassa primária nos estuários dos rios Botafogo e Carrapicho- Pe.** 2007. 91p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Pernambuco - CTG, Recife, 2007.

MELO, M.A.F.; KOENING, M.L.; ROSA-FILHO, J.S.; TRAVASSOS, R.K.; SILVA, A.C. Microfitoplâncton de águas costeiras adjacentes ao porto do Recife (PE-Brasil). **Tropical Oceanography**, vol. 42, n. especial, p. 80-94, 2014.

MENEZES, M.; BICUDO, C.E.M. (coords). Lista de espécies: algas. In: FORZZA, RC., org., et al. INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil** [online]. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, vol. 1, 2010. p. 262-451. Disponível em: http://reflora.jbrj.gov.br/downloads/vol1.pdf (Acesso em 02/08/2018).

MENEZES, M. et al. Update of the Brazilian floristic list of Algae and Cyanobacteria. **RODIGRÉSIA**, v.66, n.4, 2015.

MENEZES, A.F.; PEREIRA, P.S.; GONÇALVES, R.M. Uso de Geoindicadores para avaliação da vulnerabilidade à erosão costeira através de sistemas de informações geográficas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.11, n.01, p.276-296, 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE –MMA. Biodiversidade Brasileira: **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília: MMA/SBF, 2002. 404p. Disponível em http://www.biodiversidade.rs.gov.br/arquivos/BiodiversidadeBrasileira_MMA.pdf. (Acessada em 18/01/2019).

MIRANDA, T. P.; MARQUES, A. C. Abordagens atuais em biogeografia marinha. **Revista da Biologia**, volume especial de Biogeografia, p.41-48, 2011.
MONTEIRO, J.J.F.; ESKINAZI LEÇA, E.; KOENING, M.L.; MACEDO, S.J. Novo registro de *Trichodesmium thiebautii* Gomont *ex*Gomont (Oscillatoriales - Cyanophyta) para a plataforma continental do Nordeste do Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, vol.24, no.1, p.1.104 - 1.106, 2010.
MÜLLER-MELCHERS,F.C. Las diatomeas del plancton marino de las costas del Brasil. **Boletim do Instituto Oceanográfico,** v.6 n.1-2, p.93-138, 1955.

MUYLAERT, K.; SABBE, K.; VYVERMAN., W. Changes in phytoplankton diversity and community composition along the salinity gradient of the Schelde estuary (Belgium/The Netherlands). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.82, n.2, p.335-340, 2009.

NORIEGA, C.D.; COSTA, K.M.P.; FEITOSA, F.A.N.; FLORES-MONTES, M.J.; GREGO, C.K.S.; SOARES, G.S.S.; SILVA, H.P. Spatial distribution of the phytoplanktonic biomass and its relationship with nutrient salts at the Barra das Jangadas estuarine system, Pernambuco State, Brazil**. Arquivos de Ciências do Mar**, vol.38:, p.5 – 18, 2005.

NURSUHAYATI, A.S.; YUSOFF, F.M.; SHARIFF, M. Spatial and Temporal Distribution of Phytoplankton in Perak Estuary, Malaysia, During Monsoon Season. **Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v.8, n.4, p.480-493, 2013.

O'BOYLE, S. e SILKE, J. A review of phytoplankton ecology in estuarine and coastal waters around Ireland. **Journal of Plankton Research**, v.32, n.1, p.99 - 118, 2010.

OLIVEIRA, T.S.; BARCELLOS, R.L.; SCHETTINI, C.A.; CAMARGO, P.B. Processo sedimentar atual e distribuição da matéria orgânica em um complexo estuarino tropical, Recife, PE, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v.14, n.3, p. 399-411, 2014.

PAIVA, R.S.; ESKINAZI-LEÇA, E.; PASSAVANTE, J.Z.O.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; MELO, N.F.A.C. Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da baía do Guajará e foz do rio Guamá (Pará, Brasil) ará, Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi** , v. 1, n. 2, p. 133-146, 2006.

PANDIYARAJAN, R. S.; SHENAI-TIRODKAR, P.S.; AYAJUDDIN, M.; ANSARI, Z.A. Distribution, abundance and diversity of phytoplankton in the inshore waters of Nizampatnam, South East coast of India. **Indian Journal of Geo-Marine Sciences**, v. 43, n.3, p. 348-356, 2014.

PARK, J.; KHIM; J.S.; OHTSUKA, T.; ARAKI, H.; WITKOWSKI, A.; Chul-Hwan KOH, C.-H. Diatom assemblages on Nanaura mudflat, Ariake Sea, Japan: with reference to the biogeography of marine benthic diatoms in Northeast Asia**. Botanical Studies**, v.53, p.105-124, 2012.

PEDROSA, B.M.J; LIRA, L.; MAIA, A.L.S. Pescadores urbanos da zona costeira do Estado de Pernambuco, Brasil.**Boletim do Instituto da Pesca**, v.39, n.2, p.93 – 106, 2013.

PILKAITYTË, R.; SCHOOR, A.; SCHUBERT, H. Response of phytoplankton communities to salinity changes-a mesocosm approach. **Hydrobiologia**, v.513, n.1-3, p.27–38. 2004.

PROCOPIAK, L.K.; FERNANDES, L.F.; MOREIRA-FILHO, H. Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas. **Biota Neotropica**, v.6, n.3, p.1-28, 2006.

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

QUEIROZ, A.R. **Distribuição vertical e horizontal da densidade e biomassa em carbono da comunidade fitoplanctônica do arquipélago de São Pedro e São Paulo (Atlântico Equatorial)**. 2015. 105p. Tese (Doutorado em Oceanografia) – CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

_____, A.R.**Estrutura do microfitoplâncton no arquipélago ão Pedro e São Paulo (Lat.0056’2”N e Log. 2920’6”W): estimativa da biomassa em carbono através do biovolume celular.** 2011. 92p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

_____, A. R.; FLORES-MONTES, M. J.; MELO, P. A.; SILVA, R.; KOENING, M. L. Vertical and horizontal distribution of phytoplankton around an oceanic archipelago of the Equatorial Atlantic. **Marine Biodiversity Records**, v.8, p.1-13. 2015.
_____, A. R.; KOENING, M. L.; GASPAR, F. L. Cell biovolume and biomass in carbon of microphytoplankton species of oceanic regions, Equatorial Atlantic. **Tropical Oceanography**, v. 42, n. 2, p. 131-144, 2014.

RESSURREIÇÃO, M. G.; PASSAVANTE, J. Z. O.; MACEDO, S. J. Estudo da plataforma continental na área do Porto do Recife (Brasil): variação sazonal da biomassa fitoplanctônica (08º03’38” lat. S; 34º42’28”W a 34°52’00” long. W). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, Recife**, Recife, v. 24, p. 39-60, 1996.

RODRIGUES, A. R.J.; MEURE, B.C. Distribuição do fitoplâncton em relação às variáveis ambientais em quatro regiões do estado do Rio de Janeiro. **Revista BioUSU**, v.2, p.1-12, 2016.

RODRÍGUEZ, A.O. Diatomeas centrales del orden Triceratiales en aguas costeras de las islas Canarias. **Vieraea**, v.31, p.207-217, 2003.

ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M.; MANN, D. G. **The Diatoms**: Biology and Morphology of the Genera. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 760p.

SANTANA, D.S.; PAIVA, R.S.; PEREIRA, L.C.C.; COSTA, R.M. Microphytoplankton of the marapanim estuary (Pará, northern Brazil). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 38, n. 2, p. 153-164, 2010.

SANTIAGO, M. F. **Dinâmica e interações das comunidades planctônicas na Bacia Portuária do Recife (Pernambuco-Brasil)**. 2010. 180p. Tese (Doutorado em Oceanografia) – CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

SANTOS, D.H.C.**Estrutura da comunidade fitoplanctônica em recifes artificiais da plataforma continental de Pernambuco, Brasil.** 2012. 150p. Tese (Doutorado em Oceanografia) – CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

_____, D.H.C.**Estudo socioambiental dos naufrágios da plataforma continental de Pernambuco - Brasil: contribuição para a formulação de políticas ambientais e manejo de recifes artificiais marinhos na costa do Estado de Pernambuco.** 2006. 153p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

_____, D.H.C.; PASSAVANTE, J.Z.O.; BARROS, D.C.P. Biomassa fitoplanctônica na praia de Candeias, Pernambuco (Brasil): a construção de um quebra-mar como agente transformador. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE, Tamandaré**, v. 15, n. 1, p. 21-29, 2007.

_____, D.H.C.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; SANTIAGO, M.F.S.; PASSAVANTE, J.Z.O. Characterization of phytoplankton biodiversity in tropical shipwrecks off the coast of Pernambuco, Brazil.**Acta Botanica Brasilica**, vol.24, n.4, 2010.

SANTOS, T. G.; BEZERRA-JÚNIOR, J. L.; COSTA; K. M. P.; FEITOSA, F. A. N. Dinâmica da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais em um estuário tropical (bacia do Pina, Recife, PE). **Revista brasileira de engenharia de pesca**, v.4, n.1, p.95-109, 2009.

SANTOS-FERNANDES, T.L.; PASSAV ANTE, J.Z.O.; KOENING, M.L.; MACÊDO, S.J. Fitoplâncton do estuário do rio (Itamaracá, Pernambuco, Brasil): biomassa. **Trabalhos do Instituto Oceanográfico da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, vol.26, n.2, p.1-18, 1998.

SATÔ, S.; PARANAGUÁ, M. N.; ESKINAZI-LEÇA, E. On the Mecanism of Red Tide of Trichodesmium in Recife Northeastern Brazil, with Some Considerations of the Relation to the Human Disease "Tamandaré Fever". **Trabalhos do Instituto**

Oceanográfico da Universidade Federal de Pernambuco, Recife: v. 5-6, 1963/64. p. 7-50.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE. Proposta de criação: **Área de Proteção Ambiental Marinha Recifes de Serrambi**. 2017. 75p. Disponível em http://wwwsemas.pe.gov.br (Acessada em 26/08/2018).

SHEN, P.-P.; LI, G.; HUANG, L.-M.; ZHANG, J.-L.; TAN, Y.-H. Spatio-temporal variability of phytoplankton assemblages in the Pearl River estuary, with special reference to the influence of turbidity and temperature. **Continental Shelf Research**, v.31, n.16, p.1.672–1.681, 2011.

SILVA, J.B.; GALVÍNCIO, J.D.; CORRÊA, A.C. de B.; SILVA, D.G.; MACHADO, C.C.C. Classificação Geomorfológica dos Estuários do Estado de Pernambuco (Brasil) com Base em Imagens do LANDSAT 5/TM. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.4, n.1, p.118-133, 2011.

SILVA, L.M. **Condições ambientais do ecossistema recifal de Tamandaré (APA Costa dos Corais): comunidade fitoplanctônica e variáveis hidrológicas**. 2015. 73p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia)- CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

SILVA, M.R. **Variação espacial e temporal da comunidade microfitoplanctônica em ecossistemas costeiros localizados no litoral sul de Pernambuco, nordeste do Brasil**.2005.147f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

SILVA, W.J.; NOGUEIRA, I.S.; SOUZA, M.G.M. Catálogo de diatomáceas da região Centro-Oeste brasileira. **IHERINGIA, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 66, n. 1, p. 61-86, 2011.

SILVEIRA, I.C.A.; SCHMIDT, A.A.K.; CAMPOS, A.J.D.; GODOI, S.S.; IKEDA, Y. A Corrente do Brasil ao Largo da Costa Leste Brasileira. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v.48, n.2, p.171-183. 2000.

SOURNIA, A.; CHRETIENNOT-DINET, M.-J.; RICARD, M.Marine phytoplankton: how many species in the world ocean?.**Journal of Plankton Research,** v.13, n. 5, p. 1093-1099, 1991.

TEIXEIRA, C.; KUTNER, M**.** B.Contribuição para o conhecimento das diatomáceas da região de Cananéia**. Boletim do Instituto Oceanográfico**,v.11, n.3, p.41-73, 1961.

TIBURCIO, A.S.X.S.; KOENING, M.L.; MACÊDO, S.J.; MELO, P.A.M.C. A comunidade microfitoplanctônica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Atlântico Norte-Equatorial): variação diurna e espacial. **Biota Neotropica**, v.11, n.2, p.203-215, 2011.

TUNDISI, J.G. O plâncton estuarino. **Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, série Oceanográfia Biológica**, vol.19, n.1, p.1-22, 1970.

VAJRAVELU, M.; MARTIN, Y.; AYYAPPAN, S.; MAYAKRISHNAN, M. Seasonal influence of physico-chemical parameters on phytoplankton diversity, community structure and abundance at Parangipettai coastal waters, Bay of Bengal, South East Coast of India. **Oceanologia**, v.60, p.114-127, 2018.

VANORMELINGEN, P.; VERLEYEN, E.; VYVERMAN, W. The diversity and distribution of diatoms: from cosmopolitanism to narrow endemismo. **Biodiversity and Conservation** – Springer, v.17, p.393–405, 2008.

VILA, M.;MASÓ, M. Phytoplankton functional groups and harmful algae species in anthropogenically impacted waters of the NW Mediterranean Sea. **Scientia Marina**, v.69, n.1, p.31-45, 2005.

VILLAC, M.C.; CABRAL-NORONHA, V.A.P.; PINTO, T.O. The phytoplankton biodiversity of the coast of the state of São Paulo, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, p.151-173, 2008.

ZANARDI-LAMARDO, E.; NÓBREGA, A.S.C.; SANTOS, R. H. A.; MACIEL, D.C. Fontes e níveis de contaminação do sistema estuarino do rio Capibaribe (Pernambuco/Brasil). **Tropical Oceanography**, v.44, n.2, p.118-131, 2016.

ZUBKOV, M. V. ; SLEIGH, M. A.; BURKILL, P. H.; LEAKEY, R.J.G.Picoplankton community structure on the Atlantic Meridional Transect: a comparison between seasons.**ELSEVIER**, v.45, n.3-4, p.369-386, 2000.

WITKOWSKI, A.; LANGE-BERTALOT, H.; METZELTIN, D. **Diatom Flora of Marine Coasts**. Iconographia Diatomologica, v.7, 2000. 925p.

WRG, A.; PARKE, M. Seasonal changes in the phytoplankton as indicated by chlorophyll estimations. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom,** vol.29, n.3, p.609–618, 1951.