



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA

**ASSEMBLÉIAS FITOPLANCTÔNICAS EM UMA PRAIA
ESTUARINA AMAZÔNICA (CHAPÉU VIRADO, BELÉM,
PA): VARIAÇÕES NICTEMERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada por:

LUCIANA THAILA LOPES REIS

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Lucinice F. Belúcio (UFPA)

BELÉM

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ASSEMBLÉIAS FITOPLANCTÔNICAS EM UMA PRAIA
ESTUARINA AMAZÔNICA (CHAPÉU VIRADO, BELÉM,
PA): VARIAÇÕES NICTEMERAIS**

LUCIANA THAILA LOPES REIS

BELÉM

2019

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**

Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R375a Reis, Luciana Thaila Lopes

Assembleias fitoplanctônicas em uma praia estuarina
amazônica (Chapéu Virado, Belém, PA): Variações
nictemerais / Luciana Thaila Lopes Reis. — 2019.
50 f. : il. color.

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a Lucinice Belúcio
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de
Oceanografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do
Pará, Belém, 2019.

1. Fitoplâncton de rede. 2. Estuário. 3. Marés. 4.
Amazônia. 5. Diversidade. I. Título.

CDD 589.4



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

**ASSEMBLÉIAS FITOPLANCTÔNICAS EM UMA PRAIA ESTUARINA
AMAZÔNICA (CHAPÉU VIRADO, BELÉM, PA): VARIAÇÕES
NICTEMERAIS**

APRESENTADO POR:

LUCIANA THAILA LOPES REIS

Como requisito parcial à obtenção do Grau de Bacharel em Oceanografia

Data de Aprovação: 19 /07/2019

Banca Examinadora:

A handwritten signature in black ink, reading 'Lucinice F. Belúcio'.

Prof.^a Lucinice Belúcio – Orientadora
Dr.^a Teoria e Pesquisa do Comportamento
(Ecoetologia) – (UFPA)

A handwritten signature in black ink, reading 'Márcio Silva de Souza'.

Márcio Silva de Souza - Membro
Dr. Oceanografia Biológica – (FURG)

A handwritten signature in black ink, reading 'Marcelo Rollnic'.

Prof.^a Marcelo Rollnic - Membro
Dr.^a Oceanografia – (UFPA)

AGRADECIMENTOS

A FAOC (Faculdade de Oceanografia) Universidade Federal do Pará.

A minha mãe, tudo que sou, o que pretendo ser e o que serei devo a senhora.

A minha irmã e a Manu, pelo amor tão sincero, por fazerem da minha vida uma constante alegria.

A Eliene e Francisco pelo carinho e atenção.

As minhas tias Norma (*in memoriam*) Nadir, Nelma e Noemi pelas orações e cuidados.

A minha orientadora, por toda a dedicação e paciência comigo, obrigada por estar sempre disposta a me ajudar e dividir seu conhecimento.

A Sury por me inspirar enquanto oceanógrafa.

Aos meus amigos de laboratório Clarissa, Giselle, Érika e principalmente a Renê, por estarem sempre dispostos a me ajudar desde o início desse trabalho, e tirar minhas dúvidas.

A Gabi, Marcus e Camila pelo apoio incondicional, pela palavra amiga e pelos ajustes técnicos vocês tem minha eterna gratidão.

RESUMO

O ambiente costeiro contém comunidades biológicas diversificadas associadas em complexas redes tróficas. O fitoplâncton corresponde à base da cadeia trófica, desempenhando um papel ecológico essencial nos ecossistemas aquáticos. A variabilidade da comunidade fitoplanctônica é influenciada por fatores ambientais e interações biológicas. O presente estudo foi desenvolvido para conhecer a composição e o comportamento do fitoplâncton e avaliar a variabilidade temporal em pequena escala em uma estação fixa na praia do Chapéu Virado em Mosqueiro (Belém – Pará), durante ciclos nictemerais de anos consecutivos (2009/2010). A região é caracterizada por maré dinâmica e caráter oligohalino. As coletas foram realizadas utilizando uma rede cilíndrico-cônica de abertura 20 μm que foi arrastada horizontalmente à superfície na zona de arrebentação por 100 m em dezembro de 2009 e novembro de 2010, Parâmetros abióticos (pH, salinidade, temperatura) foram medidos *in situ*. A contagem das algas foi feita em câmara Palmer-Maloney, usando tantas réplicas quanto necessárias para que fossem contados no mínimo 400 indivíduos da espécie abundante. A identificação sob microscopia ótica (OLYMPUS CX41) e com auxílio de bibliografia especializada. Os índices ecológicos de diversidade de Shannon-Wiener e equitabilidade de Pielou foram calculados para a assembleia fitoplanctônica. Foram realizadas análises de abundância relativa, frequência de ocorrência. Os parâmetros abióticos: pH (6,3 a 7), temperatura (26°C a 30°C) e salinidade (0,22 a 4,5) registraram poucas variações entre os períodos. A comunidade microfitoplactônica da praia do Chapéu Virado esteve representada por 80 táxons com predominância de Bacillariophyta, seguida de Charophyta, Chlorophyta e Cyanophyta. A espécie mais abundante em dezembro em 2009 foi *Coscinodiscus* sp e em novembro de 2010 *Polymyxus coronalis* L.W. Bailey 1862. A densidade média do microfitoplâncton variou de 18,49 org L⁻¹ a 1,13 org L⁻¹. Os maiores valores de riqueza foram registrados em dezembro de 2009 na baixamar (39) diurna e menor no mês de novembro 2010 na vazante diurna (17). A diversidade variou de alta a média com registro de 3,3 bits por indivíduo na preamar diurna do mês de novembro em 2010 a 0,47 bits por indivíduo em dezembro de 2009. A assembleia microfitoplanctônica da local se mostrou fortemente influenciável pelo ciclo diário.

Palavras-chave: Estuário, Fitoplâncton de rede, Nictemeral, Marés, Amazônia.

ABSTRACT

The coastal environment contains diverse biological communities associated with complex trophic webs. Phytoplankton constitutes the base of the trophic chain, playing an essential ecological role in aquatic ecosystems. The phytoplankton community variability is influenced by environmental factors and biological interactions. The present study was developed to assess the composition and behavior of the phytoplankton and to evaluate the small-scale temporal variability in a fixed station at Chapéu Virado beach in Mosqueiro (Belém - Pará), during nictemeral cycles in consecutive years (2009/2010). The region is characterized by dynamic tide and oligohaline pattern. A 20-cm diameter cylindrical-conical shaped plankton net, 20 μm mesh, was towed on 100 meters-surface. Abiotic parameters (pH, salinity, temperature) were measured in situ. A Palmer-Maloney chamber was used for algae counting as many replicas as necessary to reach at least 400 individuals of the most abundant species. Identification was done under optical microscopy (OLYMPUS CX41) and with specialized references. Shannon-Wiener ecological indexes of diversity and Pielou evenness, Relative abundance, frequency of occurrence were calculated for the phytoplankton assemblage.. Variations in the abiotic parameters: pH (6.3 to 7), temperature (26 °C to 30 °C) and salinity (0.22 to 4.5) were small between periods. The microphytoplanktonic community of Chapéu Virado beach was represented by 80 taxa, predominantly Bacillariophyta, followed by Charophyta, Chlorophyta and Cyanophyta. The most abundant taxon in December 2009 was *Coscinodiscus* sp and in November 2010 *Polymyxus coronalis* L.W. Bailey 1862. The average density of microphytoplankton ranged from 18.49 org L⁻¹ to 1.13 org L⁻¹. The highest richness values (39) were recorded in December 2009 at lowtide during daytime and the lowest in November 2010, during daytime ebb tide (17). Diversity varied from high to medium with a record of 3.3 bits per individual in the daytime daytime (November 2010) to 0.47 bits per individual (December 2009). The local microphytoplankton assemblage was strongly influenced by the daily cycle.

Keywords: Estuary, Net phytoplankton, Nictemeral, Tides, Amazon.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1– Mapa da ilha do Mosqueiro, Belém, Pará, Brasil, com localização da praia do Chapéu Virado. Elaborado por M. Coimbra a partir de imagem de satélite adaptada de “Ilha do Mosqueiro”, GoogleEarth (2015).	8
Figura 2 - Parâmetros abióticos da água (temperatura), registrados na Praia do Chapéu Virado (2009). D: Diurna, N:Noturna, BM: Baixamar, EnC :Enchente, Vz: Vazante, PM: Préamar	12
Figura 3 - Parâmetros abióticos da água (temperatura), registrados na Praia do Chapéu Virado (2010). D: Diurna, N:Noturna, BM: Baixamar, EnC :Enchente, Vz: Vazante, PM: Préamar	12
Figura 4 - Parâmetros abióticos da água (potencial hidrogeniônico e salinidade), registrados na Praia do Chapéu Virado (2009). D: Diurna, N:Noturna, BM: Baixamar, EnC :Enchente, Vz: Vazante, PM : Préamar	13
Figura 5 - Parâmetros abióticos da água (potencial hidrogeniônico e salinidade), registrados na Praia do Chapéu Virado (2010). D: Diurna, N:Noturna, BM: Baixamar, EnC :Enchente, Vz: Vazante, PM : Préamar	13
Figura 6 - Hábitat da comunidade microfitoplanctônica da Pr. Chapéu Virado em 2009/dezembro e 2010/novembro.	18
Figura 7 – Abundância Relativa da comunidade microfitoplanctônica da Pr.do Chapéu Virado 2009/dezembro	19
Figura 8 - Abundância Relativa da comunidade microfitoplanctônica da Pr Chapéu Virado 2010/novembro.....	20
Figura 9 - Frequência de ocorrência das espécies registradas na Praia do Chapéu Virado (2009/dez).....	22
Figura 10 - Frequência de ocorrência das espécies registradas na Praia do Chapéu Virado (2010)	24
Figura 11 - Índices de Riqueza (Jackknife de 1ª ordem) calculado para cada horário de maré, Praia do Chapéu Virado (2009/dezembro). D: Diurna, N:Noturna, BM: Baixamar, EnC :Enchente, Vz: Vazante, PM : Préamar	25
Figura 12 – Índices ecológicos calculados para cada horário de maré, Pr. Chapéu Virado (2009/dezembro) D: Diurna, N:Noturna, BM: Baixamar, EnC :Enchente, Vz: Vazante, PM : Préamar.....	26

Figura 14 - Índices ecológicos calculados para cada horário de maré, Praia do Chapéu Virado (2010/novembro). D: Diurna, N:Noturna, BM: Baixamar, EnC :Enchente, Vz: Vazante, PM: Préamar..... 27

Figura 15 - Densidade para cada horário de maré, Praia do Chapéu Virado (2009). D: Diurna, N:Noturna, BM: Baixamar, EnC :Enchente, Vz: Vazante, PM: Préamar..... 27

Figura 16 - Densidade para cada horário de maré, Praia do Chapéu Virado (2010). D: Diurna, N:Noturna, BM: Baixamar, EnC :Enchente, Vz: Vazante, PM: Préamar..... 28

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	viii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 ZONA COSTEIRA AMAZÔNICA	1
1.2 O FITOPLÂNCTON	2
2 OBJETIVO	6
2.1 OBJETIVO GERAL	6
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
3 MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1 ÁREA DE ESTUDO	7
3.2 MÉTODOS	8
3.2.1 Amostragem e procedimentos de laboratório	8
3.2.2 Análise dos parâmetros físicos-químicos	9
3.2.3 Análise de descritores ecológicos	9
4 RESULTADOS.....	12
4.1 PARÂMETROS ABÍOTICOS	12
4.2 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA	14
4.3 ABUNDÂNCIA RELATIVA.....	18
4.4 FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA.....	21
4.4 ÍNDICES ECOLÓGICOS	25
5 DISCUSSÃO	29
6 CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

1.1 ZONA COSTEIRA AMAZÔNICA

As zonas costeiras são regiões de transição ecológica que desempenham importante função de ligação e trocas genéticas entre os ecossistemas terrestres e marinhos, fato que as classificam como ambientes complexos, diversificados e de extrema importância para a sustentação da vida no mar. A elevada concentração de nutrientes e outras condições ambientais favoráveis à biodiversidade, como os gradientes térmicos e salinidade variável e, ainda, as excepcionais condições de abrigo e suporte à reprodução e à alimentação inicial da maioria das espécies que habitam os oceanos, transformaram os ambientes costeiros num dos principais focos de atenção no que diz respeito à conservação ambiental e à manutenção de sua biodiversidade (MMA/SBF 2002).

Nos ambientes costeiros amazônicos, ocorrem complexos processos hidrodinâmicos resultantes das correntes costeiras, da ação dos ventos, da elevada precipitação e de uma enorme descarga de água, solutos e material particulado provenientes, principalmente, do rio Amazonas (Nittrouer & Demaster 1996).

A zona costeira do Estado do Pará possui 1.200 km de extensão perfazendo uma superfície de 82.596,43 km² entre a foz dos rios Amazonas e Gurupi (El Robrini *et al* 1992). Como esta zona é caracterizada por reentrâncias formadas por baías e estuários, ocorrem inúmeras praias estuarinas (Ramos 2017).

Para Dione (1963), estuário é uma reentrância do mar, que atinge o valor de um rio até o limite de influência da maré, sendo geralmente subdividido em três setores: a) estuário inferior ou marinho com ligação livre com o oceano aberto; b) estuário médio, sujeito à intensa mistura da água do mar com a água fluvial; c) um estuário superior ou fluvial, caracterizado por água doce mais sujeito à influência diária da maré. Esses ambientes são altamente produtivos, devido ao fluxo de maré, oferta de nutrientes e os produtores primários, tornando-se de suma importância econômica e ecológica por serem habitadas por diversas populações de seres vivos, muitos dos quais de alto valor econômico. Estas áreas são tidas ainda como grandes responsáveis pela fertilização das águas costeiras, funcionando muitas vezes como verdadeiras estações depuradoras naturais de esgotos, antes que eles sejam lançados ao mar, evitando ou retardando a poluição (McLusky 1989).

Dentre os vários ambientes existentes na zona costeira, o ambiente de praia é considerado um dos que apresenta maior dinamismo possuindo grande importância na função de proteção da costa e se destacando por ser susceptível aos impactos antropogênicos, devido à grande concentração populacional e as atividades econômicas (pesca, turismo, navegação recreação, entre outros (Ferreira 2007)).

Dentre os produtores primários dos ambientes costeiros, o fitoplâncton constitui uma das maiores fontes alimentícia aos herbívoros, transferindo energia sintetizada à teia trófica aquática. Esta dinâmica da comunidade fitoplanctônica é influenciada pela combinação dos fatores biológicos, climatológicos e hidrológicos dos estuários, sendo afetada pelas variações sazonais e diárias do ambiente, como pluviosidade, profundidade da zona eufótica, alterações do padrão de circulação da água e mudanças na sua composição química, sendo as alterações na composição do fitoplâncton refletidas em toda a biota estuarina (Brandini 1988, Boney 1989 e Rezende & Brandini 1997).

1.2 O FITOPLÂNCTON

O fitoplâncton é um grupo polifilético de microrganismos fotossintetizantes (algas, cianobactérias e algumas poucas bactérias) adaptados a viverem parcial ou continuamente em águas abertas. (Esteves 1998). As microalgas, especialmente as do fitoplâncton, desempenham um papel importante na assimilação e transformação de carbono e nutrientes incluindo nitrogênio, fósforo, sílica, ferro e uma ampla gama de elementos traços (Reynolds 2006).

Este grupo é o principal produtor primário dos ambientes costeiros, sendo responsável pelo início do fluxo de matéria e energia da rede trófica destes ambientes, contribuindo para a sua fertilização, sustentando diretamente os herbívoros e indiretamente os animais dos níveis tróficos superiores, incluindo espécies economicamente importantes (Dring 1992).

Segundo o United Nations Environment Programme (1995); Rabalais & Nixon (2002), a qualidade do ambiente marinho costeiro é uma questão de grande preocupação global. Desse modo, as algas do fitoplâncton desempenham um papel único, visto que, a eutrofização pode provocar aumento das taxas de produtividade primária, mudanças na composição e biomassa de algas e de vegetais, perecimento de gramíneas e corais, redução das populações de peixes e mariscos, redução na transparência, perdas da

biodiversidade e de habitats aquáticos e depleção do oxigênio em águas profundas NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2000).

Reynolds (2006) avalia que existam cerca de quatro mil espécies de fitoplâncton marinho, e seguramente um número aproximado para fitoplâncton de águas continentais. Conjuntamente as duas listas contam com uma ampla diversidade de espécies e igualmente ampla variedade de formas entre os indivíduos (Reynolds 2000, Finkel *et al.* 2010). As diferenças morfológicas têm sido usadas na circunscrição taxonômica das espécies (Huszar 2011).

Siebert (1978) classifica os organismos fitoplanctônicos, por categorias de tamanho: o picoplâncton, constituído por organismos que apresentam dimensões entre 0,2 a 2 μm , o nanoplâncton, que envolve organismos com dimensões entre 2,1 e 2,0 μm e, por fim o micropoplâncton, com tamanho entre 20,1 e 200 μm .

Em 1841 (reeditado em 1943), Ehrenberg iniciou os estudos sobre algas na região amazônica. Dickie (1981) citou sem descrições 188 táxons de diatomáceas, 31 de desmídias e 70 de outros tipos de algas para o rio Amazonas e seus tributários. Patrick (1940) descreveu novas espécies e variedades de diatomáceas para o estado Pará, com destaque para Eunotiaceae, com base na análise de amostras da coleção de Dr. Francis Drouet e Dr. Stillman Wright.

Ainda nos dias atuais, trabalhos sobre o fitoplâncton no Estado do Pará são escassos diante da extensa malha hidrográfica da região, sendo em sua maioria realizados em rios de águas brancas p.ex. (Moreira-Filho *et al.* 1974, Paiva *et al.* 2006); Monteiro *et al.* 2009) e águas estuarinas (p.ex. Santana *et al.* 2006, Souza *et al.* 2008, Souza, 2010).

Paiva *et al.* (2006) realizou levantamento do fitoplâncton na baía do Guajará e foz do Rio Guamá. O estuário guajarino apresentou biomassa fitoplanctônicos considerada elevada com distribuição regular e variações marcadas durante os dois períodos anuais com expressivo aumento de células/litro durante o período menos chuvoso. As diatomáceas foram predominantes com destaque para *Polymyxus coronalis* L.W. Bailey 1862.

Estudando a dinâmica da comunidade microfítotoplanctônica relacionada com os parâmetros físicos-químicos de um estuário em Vigia (PA), Cardoso (2009) observou que a variação das densidades das espécies é condicionada pela variação dos parâmetros físicos-químicos, principalmente pluviosidade, salinidade e sólidos totais dissolvidos.

Monteiro *et al.* (2009), analisou a composição e distribuição do microfitoplâncton no trecho entre Belém e São Miguel do Guamá (PA) o estudo que o ambiente dispõe de uma ficoflora bastante heterogênea. As diatomáceas parecem dominar os ambientes costeiros amazônicos, provavelmente devido aos processos de mistura da coluna d'água associados à grande precipitação pluviométrica e macromarés”

Santos *et al.* (2010) avaliaram a comunidade fitoplanctônica da praia do Chapéu Virado e observou uma comunidade composta por 37 espécies divididas em três classes (Bacillariophyceae, Chlorophyceae e Cyanophyceae). A classe Bacillariophyceae apresentou-se como mais de 70% da composição total, destacando-se a *Aulacoseira granulata* e *Coscinodiscus* sp. Entre as clorófitas, *Pleodorina* sp obteve destaque por apresentar maior densidade celular durante a enchente, Cyanophyta por sua vez, apresentou maior concentração de células durante a vazante uma espécie do gênero *Oscillatoria*

Um estudo similar sobre a comunidade fitoplanctônica da Baía de Maracanã já tinha revelado as diatomáceas tendem a ser dominantes em regiões costeiras (Santos *et al.*, 2010). A dominância do grupo Bacillariophyceae em especial de espécies pertencentes ao gênero *Coscinodiscus* sp é amplamente registrado em ambientes costeiros amazônicos (Santos *et al.* 2010).

Outros trabalhos têm indicado que a diatomáceas particularmente as eurilianas, predominam em ambientes costeiros amazônicos, rio Arienga (Bragança, PA), Sena (2012) onde a climatologia local parece ser um dos grandes fatores para a abundância e alta frequência desse grupo. Em praias mais internas, em direção à parte límnica do estuário amazônico, pode haver contribuição variável de outros grupos fotossintéticos tais como Cyanophyceae, Chlorophyceae, Zignematophyceae, além de outras diatomáceas, associando-se provavelmente com períodos distintos do ciclo mareal (Reis *et al.*, 2012).

De maneira geral, muitos trabalhos têm sugerido que o conhecimento de todos os fatores físico-químicos e biológicos, aliado ao estudo de ecologia no ambientes aquáticos nos fornecem subsídios para tomadas de decisões em se tratando de manejo e conservação desses sistemas, bem como dos organismos encontrados (Cardoso 2009; Huszar *et al.*, 2000). Ao mesmo tempo, o estudo da variabilidade temporal na estrutura da comunidade fitoplanctônica é de grande importância para o entendimento da

dinâmica de ecossistemas aquáticos, e suas flutuações podem adquirir caráter preditivo sobre possíveis mudanças do hábitat.

Nesse sentido, esta pesquisa objetiva caracterizar o fitoplâncton de rede correlacionando com os fatores físico-químicos da água na praia do Chapéu Virado em amostras nictemerais tomadas em dois períodos, um seco e outro chuvoso (novembro/dezembro) de anos consecutivos, contribuindo para o aumento de informações e conhecimentos destas assembleias dentro da dinâmica ambiental amazônica.

Este trabalho é parte integrante de um projeto executado pelo Laboratório de Biologia Aquática (BIOAQUA- ICB- UFPA), que visa conhecer a composição e o comportamento do plâncton de praias estuarinas amazônicas e avaliar a variabilidade em função dos ciclos diário e das marés. As coletas faziam programação da disciplina Tópicos Especiais em Oceanografia (Práticas de Biologia e Ecologia Marinha) ministrada pela Dr^a Lucinice Belúcio.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar o fitoplâncton de rede da praia do Chapéu Virado, distrito de Mosqueiro, Belém (PA) em dois períodos um seco e outro chuvoso (novembro/dezembro) de anos consecutivos, e investigar as possíveis diferenças temporais (nictemerais) dos parâmetros biológicos dessas assembleias.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a composição específica, do fitoplâncton de rede na praia do Chapéu Virado;
- Calcular a riqueza da comunidade estudada;
- Determinar a densidade populacional, a riqueza, a diversidade específica e a equitabilidade da flora fitoplanctônica da praia estuarina;
- Determinar os organismos dominantes e/ou frequentes;
- Estabelecer as possíveis diferenças nictemerais e anuais do fitoplâncton de rede presente nesse ambiente estuarino.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A ZCEP (Zona Costeira Estuarina Paraense) é fisiograficamente bem dividida em três setores bem particulares: Costa Atlântica do Salgado Paraense, Insular Estuarino do Rio Amazonas e Continental Estuarino do Rio Pará/ Baía de Marajó El Robrini *et al.* (2006). Mosqueiro pertence ao terceiro setor e é uma ilha fluvial que fica localizada na região nordeste do estado do Pará, entre as coordenadas 01°04' a 01°14' de latitude sul e 48°19' a 48°29' longitude oeste de Greenwich às margens do rio Pará sendo uma área de estuário banhada por três baías (Baía de Santo Antônio, Baía do Marajó e Baía do Sol).

Essa ilha é caracterizada por uma orla marcada por sucessivos pontões e enseada arenosas, as quais formam ao todo 21 praias, que se estendem ao longo de aproximadamente 220 km² (El Robrini 2001, Farias 2004).

As marés apresentam intervalos periódicos de aproximadamente 6 horas e 12 minutos com intervalos de uma baixa-mar e uma preamar correspondendo assim a ¼ do dia lunar para marés semidiurnas (Pinheiro 1987). As amplitudes mais elevadas coincidem com as marés de sizígia (datas das posições de lua cheia e lua nova) e as menores amplitudes coincidem com as marés de quadratura (posições de quarto minguante e crescente) (Short 1982).

O comportamento praias foi caracterizado como refletivo e intermediário (Terraços de Maré Baixa, Banco e Calha Longitudinal e Correntes de Retorno e Barras Transversais) (Alves 2005).

O clima característico é quente e úmido, do tipo *Af* de Köepen, sazonalmente bem definido com um período quente/seco de junho a novembro e uma estação chuvosa de dezembro a maio. A sazonalidade é determinada por variações na posição da Zona de Convergência Intertropical durante o curso do ano (Arraut *et al.*, 2012). As temperaturas anuais são: média de 25,9 °C, mínima de 21,9 °C e máxima de 31,4 °C (INMET 2015, Miranda *et al.* 2015).

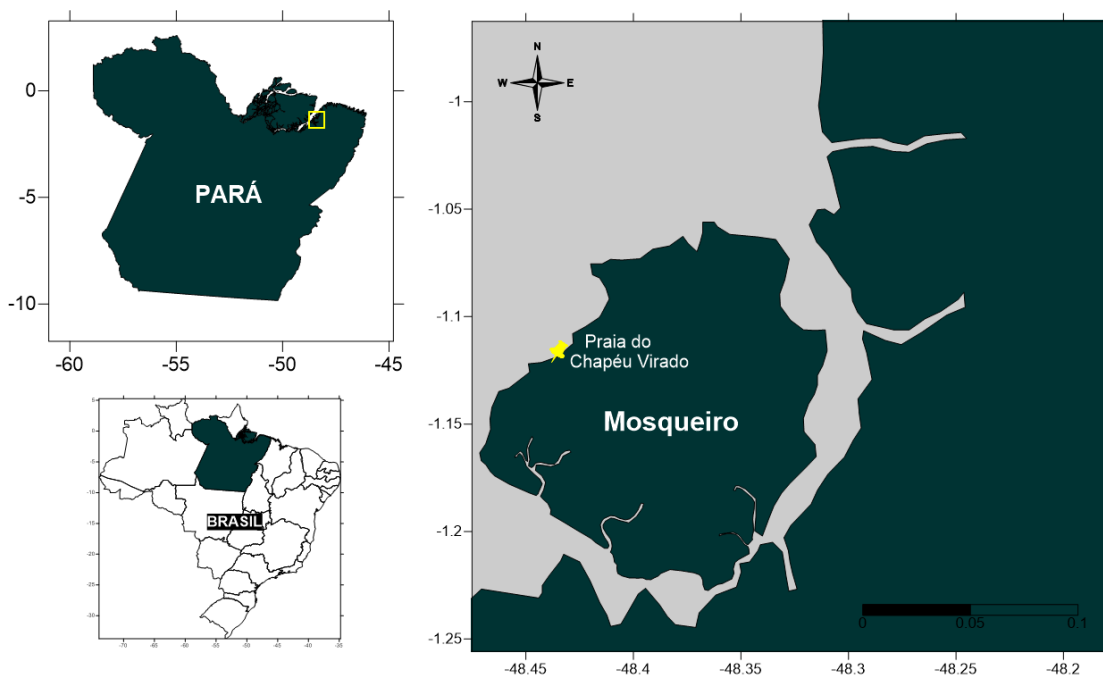


Figura 1– Mapa da ilha do Mosqueiro, Belém, Pará, Brasil, com localização da praia do Chapéu Virado. Elaborado por M. Coimbra a partir de imagem de satélite adaptada de “Ilha do Mosqueiro”, GoogleEarth (2015).

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Amostragem e procedimentos de laboratório

Em 2009 e 2010, foram realizadas coletas nictemerais de fitoplâncton em uma estação fixa na praia do Chapéu Virado. Uma rede cilíndrico-cônica de abertura 20 μ m foi arrastada horizontalmente à superfície da água na zona de arrebentação por 100 m.

Foram coletadas sete amostras no ano de 2009 e oito amostras em 2010 (Tabela 1), em períodos de cerca de 24 horas, com intervalos aproximados de 3-4 horas entre as coletas, distribuídas em função dos horários de maré. As Tábuas de Marés para a ilha de Mosqueiro (DHN 2009 e DHN 2010) foram utilizadas como base.

Tabela 1 Horarios de coleta na Pr Chapéu Virado em dezembro de 2009 e novembro de 2010.

Dia	Horário	Maré		Dia	Horário	Maré
18/12/2009	14:43	VAZ D		13/11/2010	11:55	ENC D
18/12/2009	18:55	BM D		13/11/2010	16:05	PM D
18/12/2009	22:21	ENC N		13/11/2010	19:11	VAZ N
19/12/2009	02:21	VAZ N		13/11/2010	22:00	BM N
19/12/2009	06:25	BM D		14/11/2010	01:22	ENC N
19/12/2009	10:21	ENC D		14/11/2010	03:50	PM N
19/12/2009	14:16	PM D		14/11/2010	07:54	VAZ D
				14/11/2010	14:14	ENC D

As amostras foram transferidas para recipientes de polietileno devidamente etiquetados de 150 ml e fixadas com formol a 1% para análise no Lab. Biologia Aquática (ICB-UFPA).

Além desses procedimentos, em cada coleta foram realizadas medidas *in situ* de parâmetros físicos e químicos da água como temperatura (°C), pH e salinidade, com auxílio de termômetro e condutivímetro digitais (Handilab LF1 Shcott) (Belúcio 2016)

Em laboratório as amostras foram homogeneizadas, retiradas alíquotas com o auxílio de pipeta, e colocadas em câmara de Palmer-Maloney. A identificação foi feita pela análise de características morfológicas e morfométricas, sob microscopia ótica (OLYMPUS CX41) e com auxílio de bibliografia especializada, da qual podemos destacar: Bicudo (2005), Bourrelly (1972), Praxedes (1979), Santana (1999), Soares (2002), Tomas (1996) e Prescott (1978).

A contagem de organismos foi feita usando a Palmer-Maloney através de faixas horizontais, tantas quanto necessárias para que fossem contados no mínimo 400 indivíduos da espécie abundante.

3.2.2 Análise dos parâmetros físicos-químicos

Os dados de pH, salinidade e temperatura foram inseridos em planilha eletrônica e utilizados na confecção de gráficos analisados.

3.2.3 Análise de descritores ecológicos

3.2.3.1 Abundância relativa dos taxa (%)

A abundância relativa (**Ar**) foi calculada segundo as recomendações Lobo e Leighton (1996) em que:

$$\mathbf{Ar} = \mathbf{N} \cdot \mathbf{100} / \mathbf{Na},$$

sendo, **N**= é o número total de organismos de cada táxon na amostra; **Na**= é o número total de organismos na amostra.

Os resultados serão apresentados em porcentagem, sendo classificados nas seguintes categorias:

>70% - Dominante

70% | - 40% - Abundante

40% | - 10% - Pouco abundante
 $\leq 10\%$ - Raro

3.2.3.2 Frequência de ocorrência

A partir da avaliação quantitativa da composição de organismos, a frequência de ocorrência foi calculada, segundo Matucci & Colma (1982):

$$F = P \times 100 / p,$$

Sendo: P o número de amostras contendo a espécie em questão e
 p é o número total de amostras.

Desse modo, os táxons podem ser classificados nas seguintes categorias:

- Muito frequentes: espécies com F (MF) $> 70\%$,
- Frequentes (F), com $40\% < F \leq 70\%$,
- Pouco frequentes (PF), com $10\% < F \leq 40\%$, e
- Esporádicas (E), com $F \leq 10\%$.

3.2.3.3 Índice de diversidade, equitabilidade, riqueza e dominância

Os índices de diversidade, equitabilidade, riqueza e dominância foram obtidos através do *software* DivEs-diversidade de espécies 4.7.1. O índice da diversidade (H') seguiu as recomendações de Shannon (1948), calculado pela fórmula:

$$H = -\sum p_i \cdot \log_2 p_i,$$

sendo $p_i = n_i/N$, n_i é o número de células de cada espécie (i); N é o número total de células. Os resultados serão apresentados em torno de bits por células, sendo 1 bit equivalente a uma unidade de informação Valentim *et al.* (1991).

- $H' \geq 3,0$ bits por indivíduo: \rightarrow diversidade alta;
- $H' < 3,0$ e $\geq 2,0$ bits por indivíduo: \rightarrow diversidade média;
- $H' < 2,0$ e $\geq 1,0$ bit por indivíduo: \rightarrow diversidade baixa;
- $H' < 1,0$ bit por indivíduo: \rightarrow diversidade muito baixa.

A equitabilidade (J') foi calculada pelo a partir do índice de Pielou (1967) pela seguinte formula:

$$J = H / \log_2 S,$$

sendo H' = índice de Shannon; S = número total de espécies de cada amostra.

Este índice varia de 0 a 1, sendo $> 0,5$ considerado significativo e equitativo, o que representa uma distribuição uniforme de todas as espécies na amostra (alta equitabilidade) e os valores abaixo deste são considerados baixa equitabilidade. Para estimar o índice de riqueza usou-se o teste de Jackknife de primeira ordem. A equação usada para determinar esses valores:

$$S_{jack1} = S_{obs} + L \left(\frac{a-1}{a} \right)$$

Sendo: S_{jack1} = estimador de riqueza Jackknife de 1ª ordem

S_{obs} = número total de espécies observadas em todas as amostras

L = número de espécies que ocorrem só em uma amostra (espécies únicas)

a = número de amostras.

Para o cálculo de dominância, foi utilizado o índice de Berger-Parker que considera a maior proporção da espécie com maior número de indivíduos. É calculada através da seguinte equação:

$$D = N_{m\acute{a}x}/NT,$$

sendo: $N_{m\acute{a}x}$ = o número de indivíduos da espécie mais abundante

NT = o número total de indivíduos na amostra

4 RESULTADOS

4.1 PARÂMETROS ABIÓTICOS

Os valores dos parâmetros abióticos de salinidade, temperatura e potencial hidrogeniônico da água, obtidos durante o trabalho de campo, bem como os registros do estado de maré, constam nas Figuras 2 a 5.

Os valores de temperatura apresentaram pequenas variações: 26,7°C a 30,1°C em 2009 - mínima na vazante noturna e máxima na preamar diurna; e 27 °C a 32°C em 2010 – mínima na enchente noturna e máxima na baixamar diurna Figuras 2 e 3.

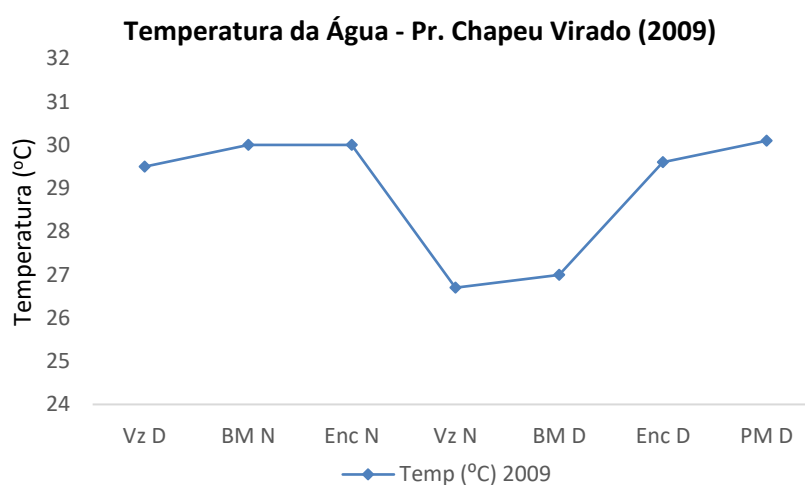


Figura 2 - Parâmetros abióticos da água (temperatura), registrados na Praia do Chapéu Virado (2009). **Legenda:** D = Diurna, N =Noturna, BM = Baixamar, Enc = Enchente, Vz:= Vazante, PM = Préamar

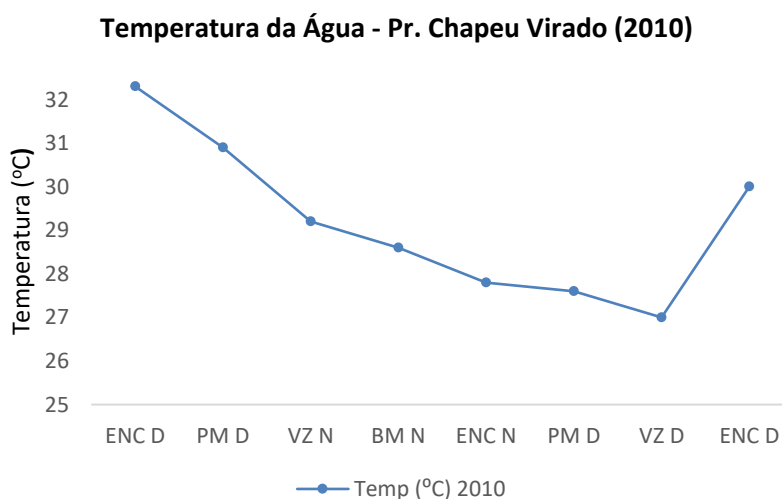


Figura 3 - Parâmetros abióticos da água (temperatura), registrados na Praia do Chapéu Virado (2010). **Legenda:** D = Diurna, N =Noturna, BM = Baixamar, Enc = Enchente, Vz:= Vazante, PM = Préamar

Os valores de pH e salinidade se mantiveram constantes apresentando poucas oscilações durante o ano de 2009 no mês de dezembro, nos dias 18/19 sendo levemente mais ácido (6,6) durante o período de baixa-mar diurna e próximo do neutro (6,9) nos períodos de enchente e premar diurnas. Por sua vez, a salinidade flutuou em torno de 0,2, compatível com águas doces (Figura 4).

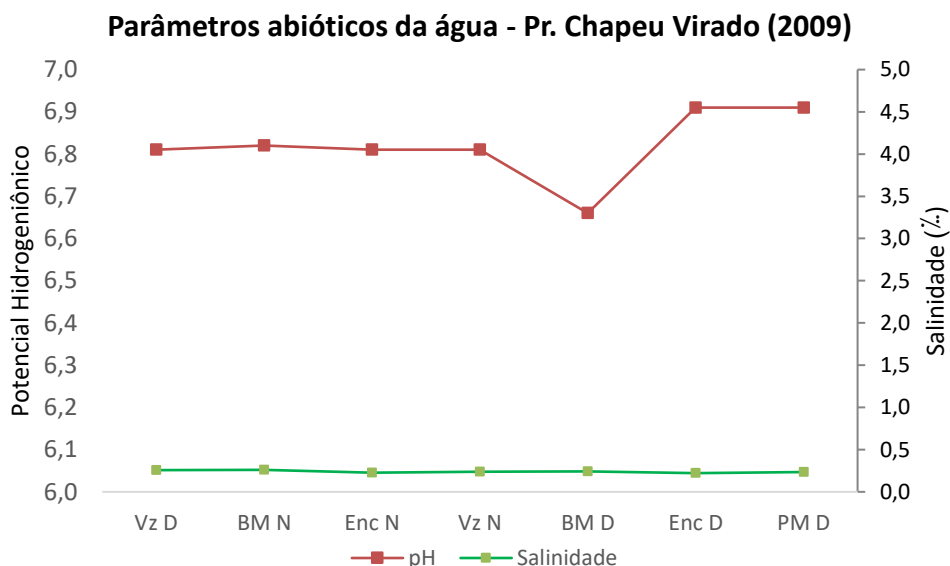


Figura 4 - Parâmetros abióticos da água (potencial hidrogeniônico e salinidade), registrados na Praia do Chapéu Virado (2009). **Legenda:** D = Diurna, N =Noturna, BM = Baixamar, Enc = Enchente, Vz:= Vazante, PM = Préamar

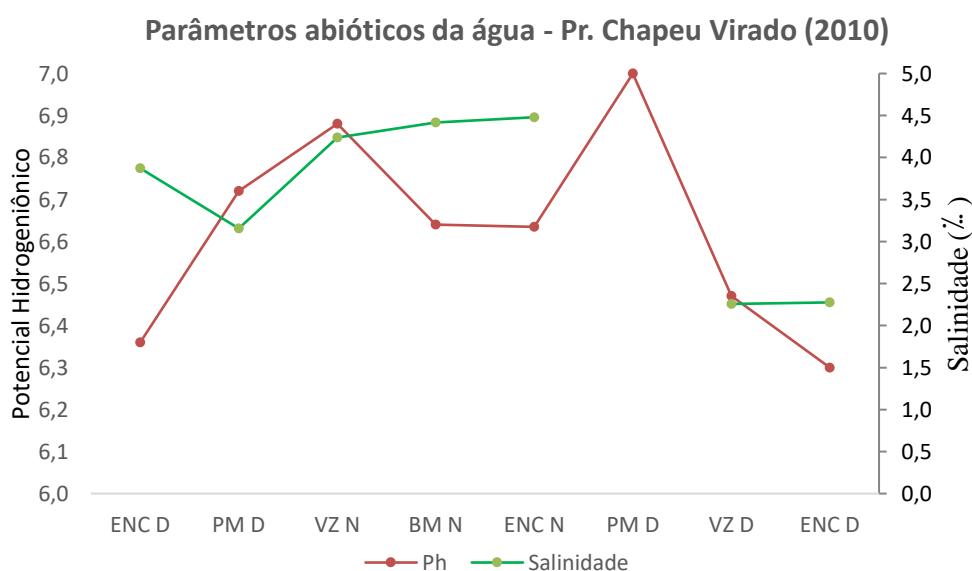


Figura 5 - Parâmetros abióticos da água (potencial hidrogeniônico e salinidade), registrados na Praia do Chapéu Virado (2010). **Legenda:** D = Diurna, N =Noturna, BM = Baixamar, Enc = Enchente, Vz:= Vazante, PM = Préamar

Em 2010, no mês de novembro nos dias 13/14 os dados de pH apresentaram flutuações, mas ainda assim dentro da mesma faixa do ano anterior, sendo os valores mínimos (6,3) durante as enchentes diurnas e o máximo (7,0) durante a preamar diurna. A salinidade foi um pouco mais elevada que no ano anterior, com mínimas durante a Vazante diurna (2,3) e máxima durante a Enchente Noturna (5,0). Desse modo compatível com um sistema oligohalino.

4.2 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA

A comunidade microfitoplanctônica da Pr. do Chapéu Virado (2009dez/2010nov) foi representada ao todo por 80 táxons genéricos e infragenéricos distribuídos entre quatro divisões: Bacillariophyta (70 espécies), Charophyta (4 espécies), Chlorophyta (3 espécies) e Cyanophyta (3 espécies). Bacillariophyta apresentou-se como a divisão com mais representantes nos dois períodos.

Bacillariophyta

Actinoptychus sp.

Actinoptychus senarius Ehrenberg, 1843

Actinoptychus annulatus (Wallich) Grunow in Van Heurck, 1883

Achnanthes sp.

Achnanthidium sp.

Amphiprora alata Kützing, 1844

Asteromphalus sp.

Aulacoseira granulata Simonsen, 1979

Bacillaria sp.

Biddulphia sp.

Biddulphia sinensis Greville, 1866

Cyclotella striata Grunow in Cleve & Grunow, 1880

Cyclotella meneghiniana Kützing, 1844

Cocconeis sp.

Cosmioneis sp.

Coscinodiscus sp.

Coscinodiscus apiculatus Ehrenberg, 1844

Coscinodiscus asterolamphus Ehrenberg, 1844

Coscinodiscus centralis Ehrenberg, 1844

Coscinodiscus eccentricus Ehrenberg, 1840
Coscinodiscus granii L.F. Gough, 1905
Coscinodiscus lineatus Ehrenberg, 1839
Coscinodiscus radiatus Ehrenberg, 1840
Coscinodiscus jonesianus Ehrenberg, 1840
Coscinodiscus oculus-iridis Ehrenberg, 1840
Coscinodiscus perforatus Ehrenberg 1844
Coscinodiscus varians (Karsten, 1905)
Coscinodiscus vulgaris (Schumann, 1867)
Closterium moniliferum (Ehrenberg ex Ralfs, 1848)
Diatoma hyemalis (Kirchner, 1878)
Diploneis bombus (Ehrenberg, 1853)
Diploneis ovalis (Hilse Cleve, 1891)
Eunotia flexuosa Kützing, 1849
Fragilariopsis sp.
Fragilaria capucina Desmazières, 1830
Grammatophora sp.
Gyrosigma sp.
Hemiaulus sinensis Greville, 1865
Melosira sp.
Nanoneis hasleae R.E.Norris, 1973
Navicula sp.
Navicula radiosa Kützing, 1844
Navicula directa (W.Smith) Ralfs in Pritchard, 1861
Navicula lanceolata Ehrenberg, 1838
Nitzschia sp.
Pseudo-nitzschia pungens (Grunow ex Cleve) Hasle 1993
Nitzschia longuissima (Brébisson) Ralfs in Pritchard, 1861
Odontella aurita (Lyngbye) C.Agardh, 1832
Trieres mobiliensis (Bailey) Ashworth & E.C.Theriot 2013
Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehrenberg, 1843
Epithemia gibba Erenberg, 1843
Polymyxus coronalis L.W.Bailey, 1862
Placoneis sp.

Pleurosigma sp.

Pleurosigma normanii Ralfs in Pritchard, 1861

Pleurosigma directum Grunow in Grunow & Cleve, 1880

Pseudo-nitzschia pungens (Grunow ex Cleve)

Ulnaria ulna (Nitzsch) Compère 2001

Surirella elegans Ehrenberg, 1843

Surirella dentata Schumann, 1862

Surirella minuta Kützing, 1844

Surirella robusta Ehrenberg, [C.G.], 1840

Iconella linearis W.Smith, 1853

Terpsionoe musica Ehrenberg, 1843

Thalassiothrix sp.

Thalassiosira spp.

Thalassiosira oceanica Hasle, 1983

Thalassiosira punctigera (Castracane) Hasle, 1983

Triceratium pulvinar Schmidt in Schmidt et al., 1888

Triceratium favus Ehrenberg, 1839

Charophyta

Closterium sp.

Cosmarium sp

Closterium setaceum Ehrenberg ex Ralfs, 1848

Triploceras gracile Bailey, 1851

Chlorophyta

Monactinus simplex (Meyen, 1829)

Pediastrum duplex Meyen, 1829

Pediastrum clathratum (Schröder) Lemmermann 1897

Cyanophyta

Anabaena sp.

Chroococcus limneticus Lemmermann 1898

Lyngbya sp

A divisão Bacillariophyta, classe Coscinodiscophyceae, ordem Coscinodiscales e família Coscinodiscaceae apresentou a maior riqueza, com 11 espécies, no ano de 2010. O mesmo ocorreu com o ano de 2009, com sete espécies nessa família.

Foram registradas vinte e seis táxons infragenéricos comuns aos dois períodos: *Actinoptychus* sp; *Actinoptychus senarius*, *Amphiprora alata*, *Aulacoseira granulata*, *Cyclotella striata*, *Cyclotella meneghiniana*, *Coscinodiscus* sp, *Coscinodiscus centralis*, *Coscinodiscus eccentricus*, *Coscinodiscus lineatus*, *Coscinodiscus radiatus*, *Coscinodiscus jonesianus*, *Coscinodiscus oculus-iridis*, *Fragilaria capucina*, *Navicula* sp; *Navicula radiosa*, *Navicula directa*, *Pseudo-nitzschia pungens*, *Pinnularia viridis*, *Epithemia gibba*, *Polymyxus coronalis*, *Surirella dentata*, *Surirella minuta*, *Triceratium favus* e *Monactinus simplex*.

Os táxons exclusivos em dezembro no ano de 2009 foram: *Achnanthes* sp, *Asteromphalus* sp; *Bacillaria* sp; *Biddulphia sinensis*, *Coscinodiscus apiculatus*, *Closterium moniliferum*, *Fragilariopsis* sp; *Ghamathopora* sp; *Hemiaulus sinensis*, *Nanoneis hasleae*, *Nitzschia* sp; *Odontella aurita*, *Trieres mobiliensis*, *Pleurosigma normanii*, *Pleurosigma directum*, *Pseudo-nitzschia pungens*, *Surirella robusta*, *Iconella linearis*, *Thalassiosira oceânica*, *Thalassiosira punctigera*, *Triceratium pulvina*, *Triploceras gracile*, *Pediastrum duplex*, *Pediastrum clathratum*, *Anabaena*; *Chroococcus limneticus*, *Lyngbya* sp e *Oscillatoria* sp.

Os táxons exclusivos de novembro em 2010 foram: *Actinoptychus annulatus*, *Achnantheidium* sp; *Biddulphia* sp, *Cocconeis* sp, *Cosmioneis* sp, *Coscinodiscus asterolamphus*, *Coscinodiscus granii*, *Coscinodiscus perforatus*, *Coscinodiscus varians*, *Coscinodiscus vulgaris*, *Cosmarium* sp, *Diatoma hiemale*, *Diploneis bombus*, *Diploneis ovalis*, *Eunotia flexuosa*, *Gyrosigma* sp, *Melosira* sp, *Navicula lanceolata*, *Nitzschia longuíssima*, *Placoneis* sp, *Pleurosigma* sp, *Ulnaria ulna*, *Surirella elegans*, *Terpsinoe musica*, *Thalassiothrix* sp, *Thalassiosira* sp, *Closterium* sp e *Closterium setaceum*.

A ficoflórula da Pr.do Chapéu Virado em 2009/dez foi representada por 57 espécies distribuídas nos filos Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta e Cyanobacteria. As diatomáceas constituíram o grupo de maior representatividade com 82,4% (47 espécies) do total das espécies, seguidas pelas Cianobacterias 7% (4 espécies), Charophyta e Chlorophyta ambas com 3 representantes cada foram responsáveis por 5,2% do total espécies encontradas neste período.

No período 2010/nov a comunidade microfitoplanctônica da Pr.do Chapéu Virado foi representada por 59 espécies ordenadas em Bacillariophyta, Charophyta e Chlorophyta. As diatomáceas obtiveram 93,2% (55 espécies) do total de espécies analisadas neste período, sendo o grupo mais representativo. A divisão Charophyta foi

representada por 5,0% (três espécies) já Chlorophyta compreendeu apenas 1,6% (uma espécie).

Quanto à classificação ecológica dos táxons em relação ao habitat foi registrada a predominância de espécies marinhas nos dois períodos 37 em dezembro de 2009 e 39 em novembro de 2010. Foram classificadas 44 espécies como marinhas, 24 de água doce, três marinho-estuarinas, três estuarino-dulcícolas, uma estuarina e cinco não puderam ser classificadas, por carência de informação na literatura.

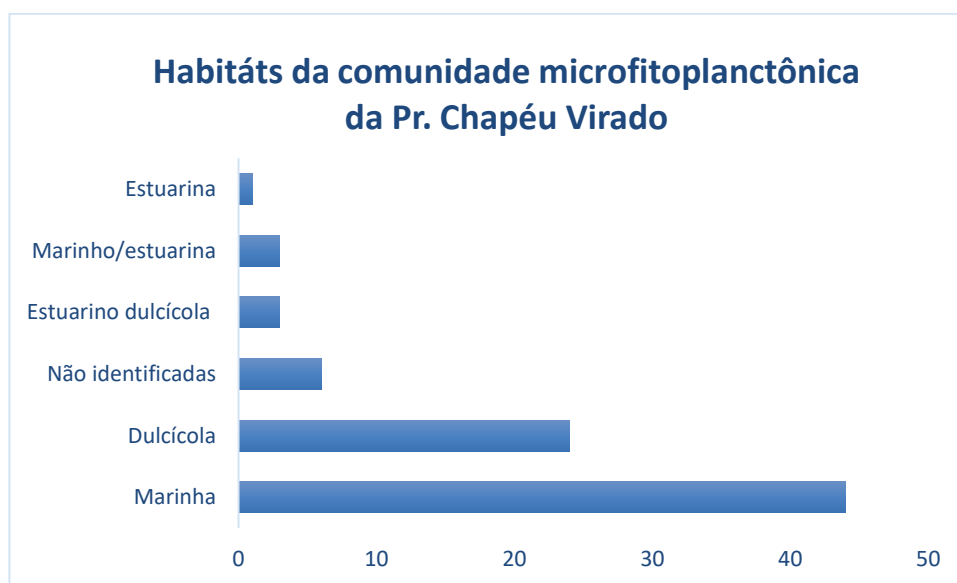


Figura 6 - Habitat da comunidade microfitoplanctônica da Pr. Chapéu Virado em 2009/dezembro e 2010/novembro.

4.3 ABUNDÂNCIA RELATIVA

Não houve espécies consideradas dominantes entre as 57 encontradas nas amostras de dezembro em 2009. Apenas *Coscinodiscus* sp (46,09%) foi considerada abundante. *Polymyxus coronalis* (18%) está registrada como pouco abundante. Todas as espécies restantes foram consideradas raras (Figura 7).

No mês de dezembro em 2010 a maioria das espécies foi considerada rara, não foram registradas espécies dominantes e nem abundantes. *Polymyxus coronalis* (35%) e *Coscinodiscus* sp (33%) foram consideradas pouco abundantes (Figura 8).

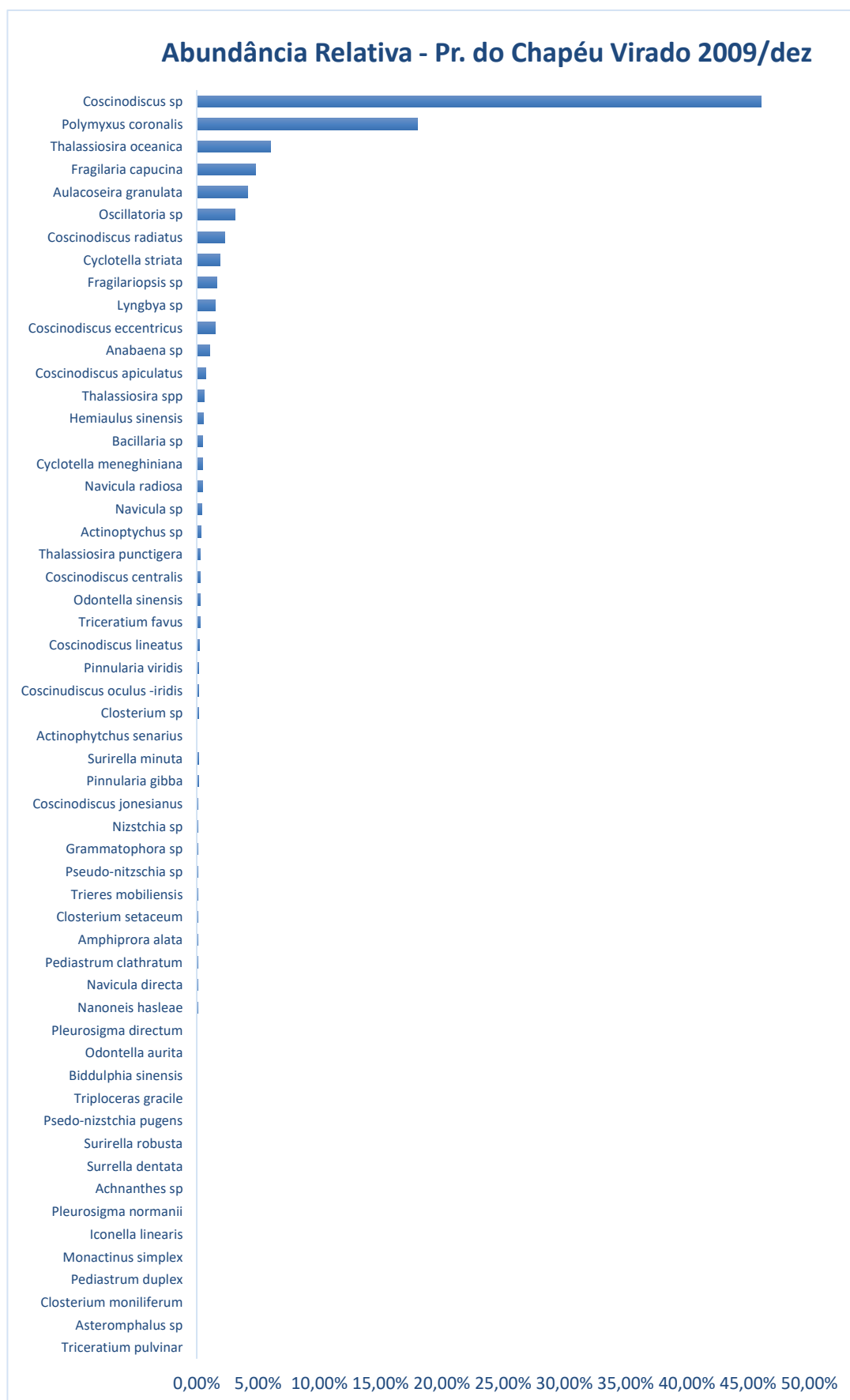


Figura 7 – Abundância Relativa da comunidade microfitoplanctônica da Pr.do Chapéu Virado 2009/dezembro



Figura 8 - Abundância Relativa da comunidade microfitoplanctônica da Pr Chapéu Virado 2010/novembro

4.4 FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA

A frequência de ocorrência das espécies de espécies do mês 2009 está apresentada graficamente na Figura 9, não ocorreram espécies consideradas Muito Frequentes (MF) nas amostras. Foram consideradas Frequentes (FR) 17% das espécies encontradas neste período. Foram totalizadas como Pouco frequentes a grande maioria das espécies (80,7%). Apenas uma espécie esporádica *Triploceras graciles* (1,7%).

Dentre as espécies registradas, as seguintes apresentaram-se como Frequentes (F): *Aulacoseira granulata*, *Coscinodiscus* sp, *C. eccentricus*, *C. centralis*, *Polymyxus coronalis*, *C. apiculatus*, *Cyclotella striata*, *Triceratium favus*, *Pinularia viridis* e *Coscinodiscus radiatus*. As espécies avaliadas como Pouco Frequentes (PF) foram: *Thalassiosira oceanica*, *Navicula radiosa*, *Navicula* sp, *Epithemia gibba*, *Nanoneis hasleae*, *Fragilariopsis* sp, *Fragilaria capucina*, *Cyclotella meneghiniana*, *C. oculus-iridis*, *Actinoptychus* sp, *C. lineatus*, *Surirella minuta*, *Pseudo-nitzschia* sp, *Grammatophora* sp, *Amphiprora alata*, *Actinoptychus senarius*, *Achnanthes* sp, *Chroococcus limneticus*, *Surirella robusta*, *C. jonesianus*, *Biddulphia sinensis*, *Bacillaria* sp, *Asteromphalus* sp, *Thalassiosira* sp, *Pleurosigma normanii*, *Pediastrum duplex*, *Pediastrum clathratum*, *Trieres mobiliensis*, *Nitzschia* sp, *Monactinus simplex*, *Triceratium pulvinar*, *Thalassiosira punctigera*, *Surirella dentata*, *Iconella linearis*, *Pleurosigma directa*, *Oscillatoria* sp, *Trieres sinensis*, *Odontella aurita*, *Lyngbya* sp, *Hemiaulus sinensis*, *Closterium setaceum*, *Closterium moniliferum*, *Pseudo-nitzschia pungens*, e *Anabaena* sp.

Frequência de Ocorrência - Pr. Chapéu Virado 2009/dez

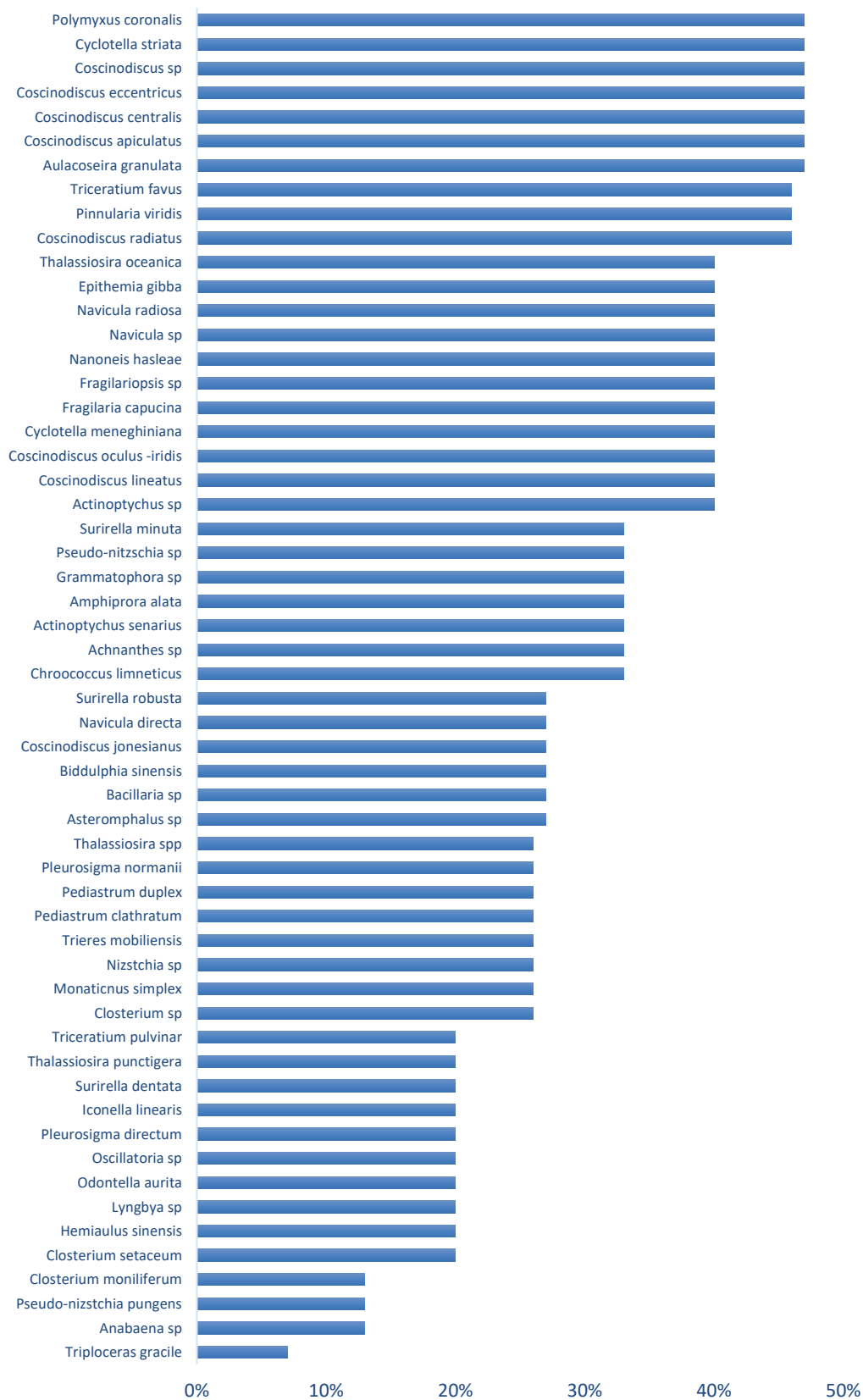


Figura 9 - Frequência de ocorrência das espécies registradas na Praia do Chapéu Virado (2009/dez).

As análises de frequência de ocorrência do mês de 2010 (Figura 10) não demonstraram nenhuma espécie considerada Muito Frequente (MF). Dezesete espécies foram consideradas espécies Frequentes (F): *Coscinodiscus* sp, *C. apiculatus*, *C. eccentricus*, *C. centralis*, *C. jonesianus*, *C. lineatus*, *C. radiatus*, *Cyclotella meneghiniana*, *Cyclotella striata*, *Triceratium favus*, *Aulacoseira granulata*, *Navicula radiosa*, *Surirella ovata*, *Polymyxus coronalis*, *Thalassiosira* sp, *Fragilaria capucina*.

Vinte e nove espécies foram tidas como pouco frequentes (PF): *Epithemia gibba*, *Pinnularia viridis*, *Nitzschia* sp, *C. vulgaris*, *C. oculus-iridis*, *C. granii*, *C. varians*, *Cocconeis* sp, *Pleurosigma* sp, *Biddulphia* sp, *Surirella elegans*, *Surirella dentata*, *Melosira* sp, *Coscinodiscus oculus-iridis*, *Coscinodiscus vulgaris*, *Navicula* sp, *Monactinus simplex*, *Navicula lanceolata*, *Pleurosigma* sp, *Diploneis bombus*, *Actinoptychus* sp, *Actinoptychus senarius*, *Actinoptychus annulatus*, *Achananthidium* sp, *Terpsinoe musica*, *Nitzschia longuíssima*, *Navicula directa*, *Cosmarium* sp e *Diatoma hyemalis*.

As treze espécies restantes foram classificadas como esporádicas (E): *Triceratium* sp, *Triceratium pulvinar*, *Thalassiothrix* sp, *Placoneis* sp, *Pediastrum duplex*, *Eunotia flexuosa*, *Diploneis subovalis*, *Cosmioneis* sp, *C. perforatus*, *C. asteromphalus*, *Closterium setaceum*, *Amphiprora alata* e *Ulnaria ulna*.

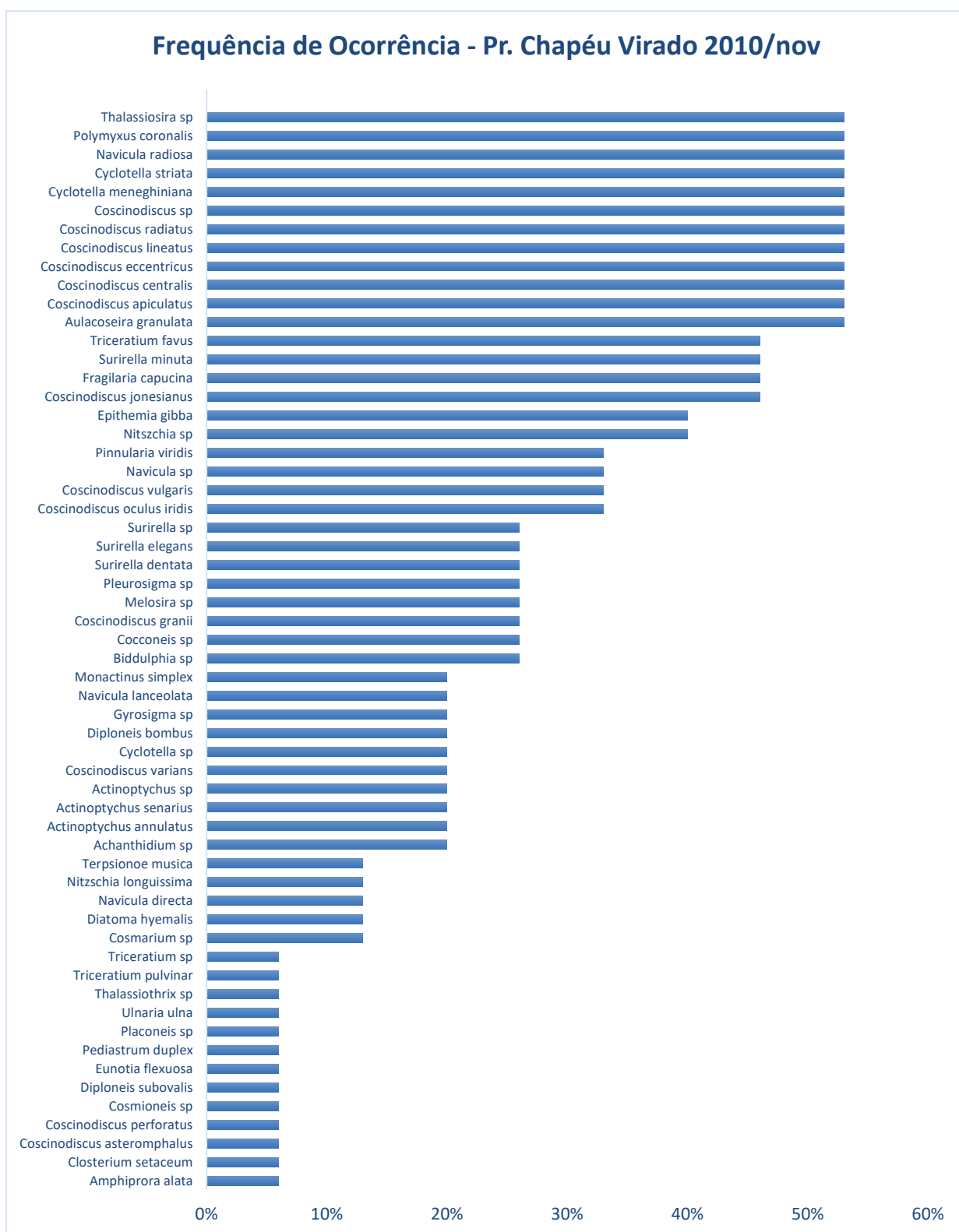


Figura 10 - Frequência de ocorrência das espécies registradas na Praia do Chapéu Virado (2010)

4.4 ÍNDICES ECOLÓGICOS

Os valores dos índices ecológicos das espécies são apresentados nas figuras 11 a 14, para os anos de 2009 e 2010.

Em 2009, a riqueza elevou-se gradualmente na vazante noturna, atinge o máximo na baixamar do início da manhã e continua elevada na enchente diurna. A diversidade em grande parte acompanha essa elevação da riqueza, mas também responde negativamente ao aumento da dominância durante a baixamar noturna (Figuras 11 e 12). A espécie dominante deste período é *Coscinodiscus* sp.

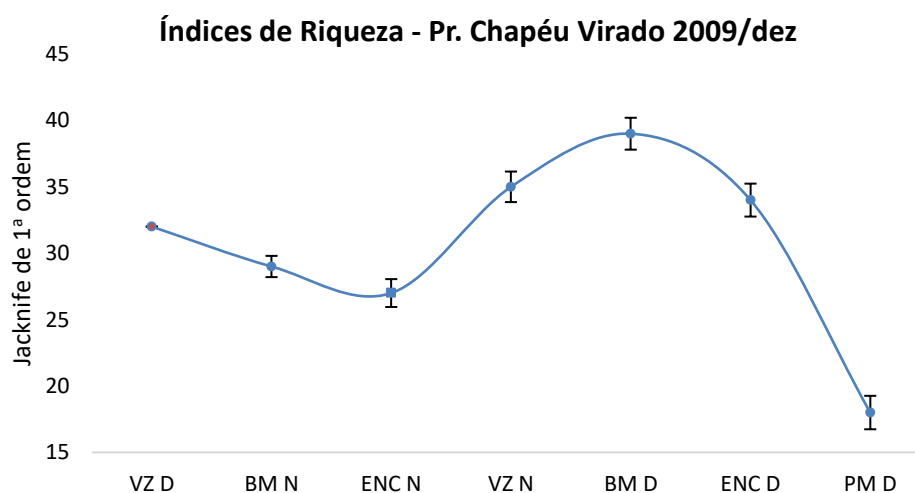


Figura 11 - Índices de Riqueza (Jackknife de 1ª ordem) calculado para cada horário de maré, Praia do Chapéu Virado (2009/dezembro). **Legenda:** D = Diurna, N =Noturna, BM = Baixamar, Enc = Enchente, Vz:= Vazante, PM = Préamar

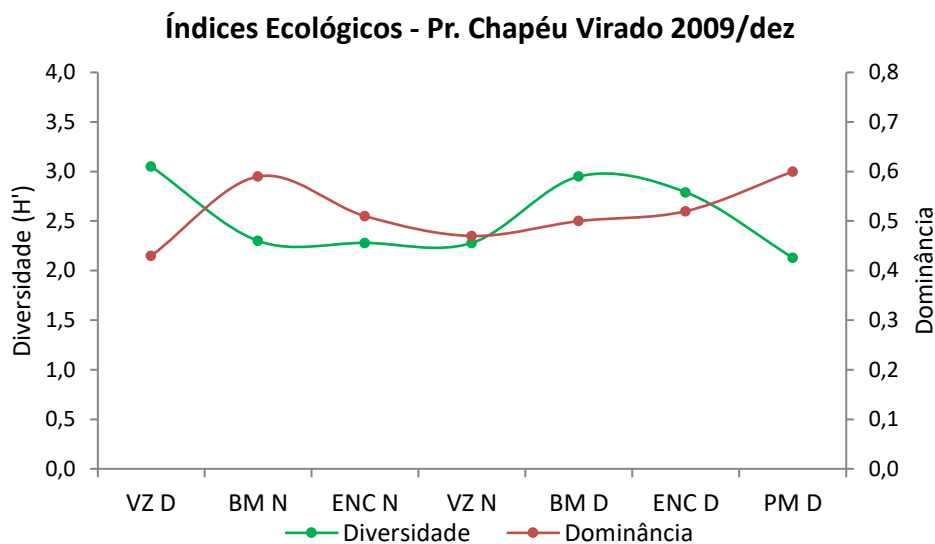


Figura 12 – Índices ecológicos calculados para cada horário de maré, Pr. Chapéu Virado (2009/dezembro) D: Diurna, N:Noturna, BM: Baixamar, EnC :Enchente, Vz: Vazante, PM : Préamar.

Em 2010, a riqueza está alta durante a enchente diurna, eleva-se novamente tanto na vazante quanto na preamar noturna. Na baixamar noturna as espécies dominantes são: *Coscinodiscus* sp., *Aulacoseira granulata* Simonsen, 1979 e *Polymyxus coronalis*. A diversidade em grande parte responde negativamente ao aumento da dominância durante a baixamar noturna, quando ocorreu a dominância de *Coscinodiscus* sp. (Figura 13 e 14).

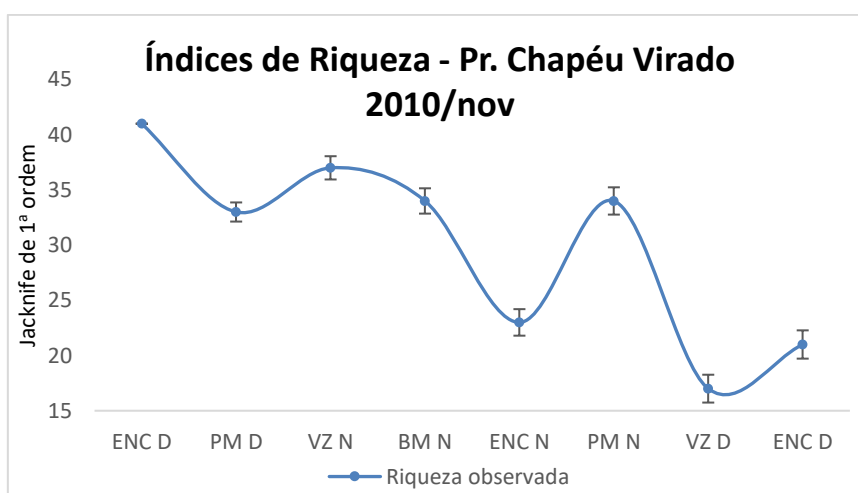


Figura 13 – Índices de Riqueza (Jackknife de 1ª ordem) calculado para cada horário de maré, Praia do Chapéu Virado (2010). Legenda: D = Diurna, N =Noturna, BM = **Baixamar**, **Enc** = Enchente, Vz:= Vazante, PM = Préamar

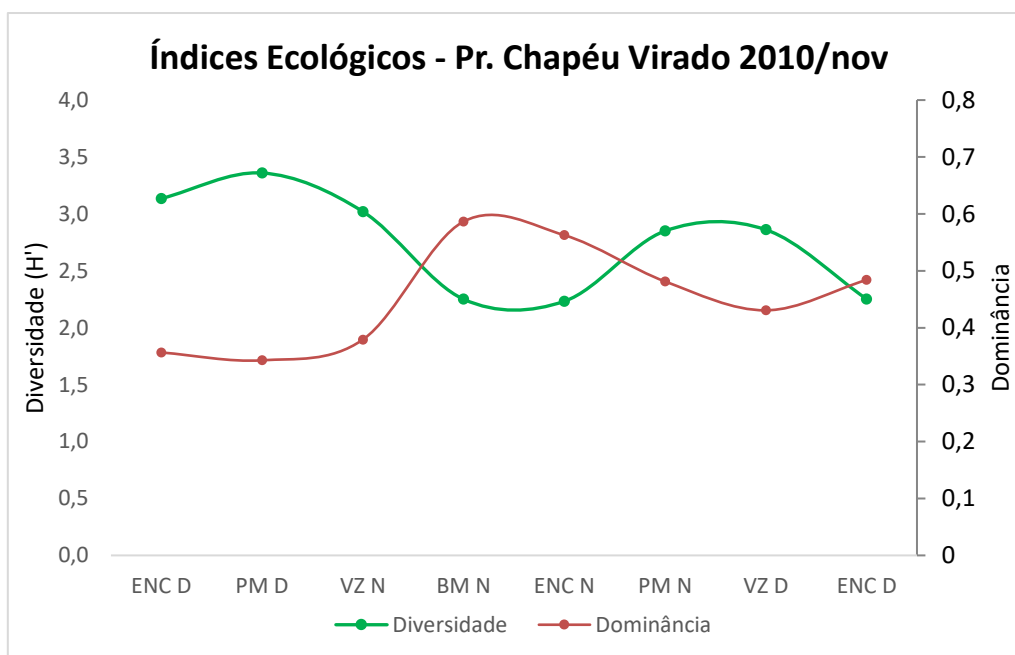


Figura 13 - Índices ecológicos calculados para cada horário de maré, Praia do Chapéu Virado (2010/novembro). **Legenda:** D = Diurna, N =Noturna, BM = Baixamar, Enc = Enchente, Vz:= Vazante, PM = Prémamar

As maiores densidades, em 2009 foram encontradas nos períodos de vazante e especialmente enchente diurnos Figura 13. Em 2010, os picos de densidade ocorreram nos períodos de vazantes noturnas e diurnas Figura 15.

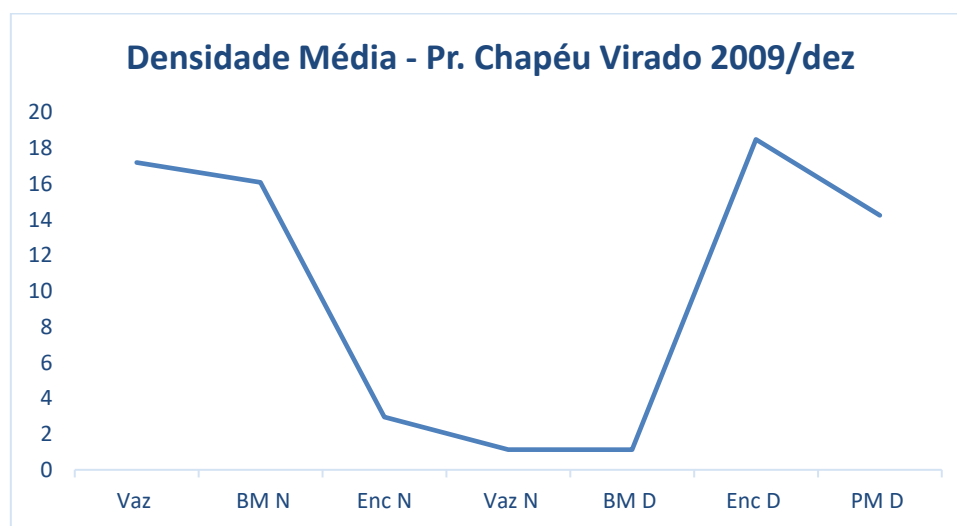


Figura 14 - Densidade para cada horário de maré, Praia do Chapéu Virado (2009). **Legenda:** D = Diurna, N =Noturna, BM = Baixamar, Enc = Enchente, Vz:= Vazante, PM = Prémamar

A densidade média foi maior no ano de 2009, *Coscinodiscus sp.* e *Polymyxus coronalis* e *Thalassiosira oceanica* foram as espécies mais representativas na vazante diurna. Na vazante noturna *Coscinodiscus sp* prosseguiu como espécie com maior

densidade. Na enchente diurna as espécies que foram com maiores densidades encontradas na vazante diurna se repetem.

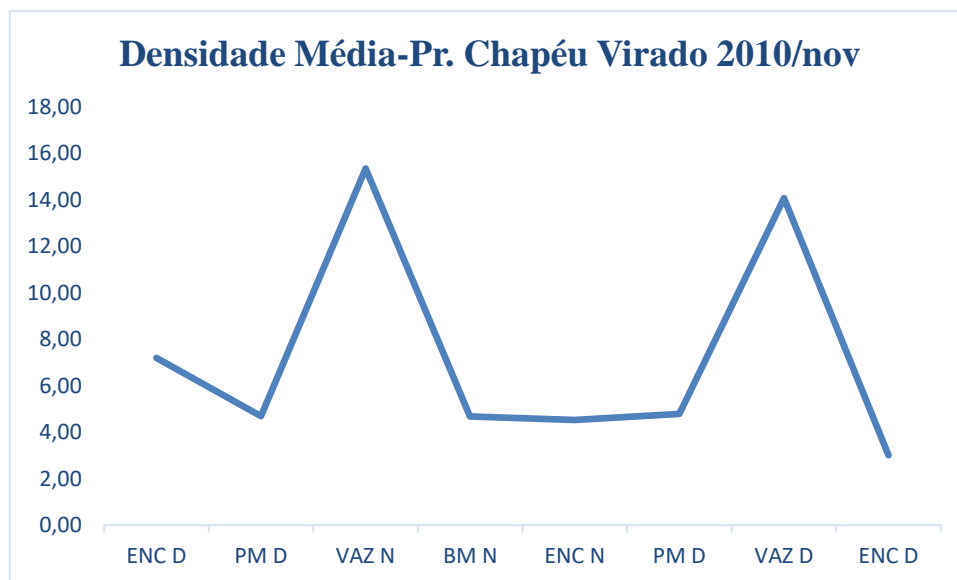


Figura 15 - Densidade para cada horário de maré, Praia do Chapéu Virado (2010). **Legenda:** D = Diurna, N = Noturna, BM = Baixamar, Enc = Enchente, Vz:= Vazante, PM = Prémamar

Coscinodiscus sp e *Polymyxus coronalis* L.W. Bailey são as espécies mais significativas da vazante noturna de 2010. Na vazante diurna *Coscinodiscus sp.* se manteve como espécie de maior densidade. Na enchente noturna, *Coscinodiscus sp* e *Polymyxus coronalis* são mais relevantes. Na vazante diurna *Coscinodiscus sp* foi mais relevante do que *Polymyxus coronalis*.

5 DISCUSSÃO

As temperaturas da água registradas durante as coletas nictemeraias nos períodos estudados (2009dez/2010nov) foram relativamente homogêneas. Segundo Brugnoli-Oliveira & Morales Ramirez (2008) é uma característica típica de ambientes costeiros em especial de litorais amazônicos, p.ex. Sousa *et al.* (2008), para Maiandeuá (PA); Matos *et al.* (2011), para o rio Arienga (Barcarena, PA), onde a temperatura aparenta ter pouca influência sobre a estrutura e dinâmica da comunidade microfitoplanctônica. Os valores de temperatura, tanto 2009 quanto 2010 seguiram o padrão nictemeral sendo influenciada por níveis de radiação solar.

O pH também se manteve homogêneo, esse fato também é demonstrado em trabalhos como de Costa *et al.* (2010), Paiva *et al.* (2006), Ribeiro *et al.* (2008). Por sua vez, Esquinazi-Leza (1984) considera que temperatura e pH não exercem controle sobre o crescimento e abundância do fitoplâncton. O pH parece não sofrer influência da maré no ano de 2009 exceto por uma baixa na baixamar diurna.

A salinidade da praia do Chapéu Virado apresentou valores baixos máxima (4,5 ppm) e mínima de (0,22 ppm) não fugindo assim do padrão dos estuários amazônicos, porém importante observar que os valores de salinidade em 2009/dezembro são mais homogêneos que a salinidade em 2010/novembro que apresenta valores sensivelmente maiores. Souza *et al.* (2009) também registrou nítida variação sazonal com valores mais baixos durante o período de baixa pluviosidade.

Melo (2007) destaca que as principais fontes geradoras de variações na salinidade são as marés, a evaporação, e o fluxo de água doce de rios que deságuam nestes ambientes. Segundo Feitosa (1997) a salinidade interfere na distribuição e fisiologia dos organismos estuarinos atuando em certos casos como barreira ecológica servindo como indicador do encontro de diferentes corpos d'água e marcador dos limites de um estuário.

Na praia do Chapéu Virado, a salinidade apresentou variação com valores menores em dezembro de 2009, provavelmente devido ao aumento da pluviosidade em novembro de 2010 os valores registrados foram maiores, possivelmente devido a maior intensidade de irradiação e conseqüentemente evaporação.

Santana (2004) observou esse mesmo comportamento no estuário do rio Marapanim no qual registrou menores valores de salinidade nos meses mais chuvosos, o

mesmo padrão foi observado por Neves (2006) no estuário do rio Curuçá e Branco et al, (2002) no estuário de Barra das Jangadas.

A comunidade microfitoplanctônica da praia do Chapéu Virado foi caracterizada pela presença de Bacillariophyta, Chlorophyta, Charophyta e Cyanobacteria. Bacillariophyta apresentou-se como o grupo dominante, diversos outros estudos em estuários do Norte apresentam resultados semelhantes (Sena 2012, Paiva 2006, Sousa et al 2008, Koenig et al 2002). As diatomáceas foram o filo com maior riqueza de táxons sendo o grupo mais representativo e frequente nos dois períodos estudados

A análise da frequência de ocorrência revelou que diatomáceas mostraram-se frequentes nos dois períodos se adaptando as variações físicos-químicos. Cardoso (2009) também obteve resultados semelhantes para o Rio Guajará-Mirim. Segundo Smayda (1985) o grande desenvolvimento das diatomáceas está relacionado com sua rápida taxa de crescimento em regiões turbulentas e ricas em nutrientes e com a ressuspensão de formas bentônicas e esporos de resistência para a coluna d'água. A predominância desse grupo foi compatível com os estudos de outros ecossistemas brasileiros: na costa amazônica, p.ex Sousa et al. (2008) e Azevedo (2008).

Em 2009, o táxon mais abundante foi *Coscinodiscus* sp. Uma espécie desse gênero é mencionada por Santos (2010) como espécie abundante em conjunto em *Chatoceros* sp. Outros autores como Paiva (2004), Sousa (2007) e Sousa et al (2007) citam espécies de *Coscinodiscus* sp como importantes em estuários amazônicos.

O ano de 2010 tem como espécie mais abundante *Polymyxus coronalis*, Paiva et al. (2006) registraram essa espécie como dominante, chegando a representar mais de 50% do microfitoplâncton. Também para Cardoso (2009), ela foi a espécie dominante. *Polymyxus coronalis* já foi encontrada em outras localidades do estado do Pará, sempre de maneira abundante (Gessener & Simonsen, 1967; Moreira-Filho et al., 1974). Costa (2007) também registrou abundância da espécie em Itupanema (Barcarena, PA). Feitosa, (1998) ressalta que *P. coronalis* foi encontrada esporadicamente em outros estuários brasileiros o que demonstra ser uma espécie de distribuição restrita.

A maior densidade média foi registrada no mês de dezembro em 2009 provavelmente devido a influência de eventos climáticos (La Niña). Este período apresentou menos chuvas do que em novembro de 2010. Segundo Paiva (2006) períodos menos chuvosos, em que as condições climáticas são mais amenas e a disponibilidade de iluminação do ambiente é maior aumentando assim a transparência da água são agentes que propiciam o florescimento fitoplanctônico. Sousa (2010)

também encontrou valores mais altos de densidade no período de menor precipitação, e os mais baixos no período de menor índice pluviométrico

A assembleia fitoplanctônica da Praia do Chapéu Virado apresentou dominância de espécies marinhas além da presença de espécies de água doce em número considerável.

Segundo Brower e Zar (1984) os índices de diversidade de espécies podem ser relatores da estrutura de uma comunidade, elevada abundância e muitas espécies torna uma comunidade muito rica. A diversidade e a riqueza da praia Chapéu Virado nos dois períodos estudados apresentaram índices caracterizados como de diversidade alta a média, enquanto que, a dominância foi maior em 2009.

6 CONCLUSÃO

Ocorreram variações na composição, frequência e abundância de espécies nos anos de 2009 e 2010 sendo este padrão de variação sazonal considerado característico de ambientes costeiros. Em relação à ecologia das espécies predominaram as marinhas seguidas dos táxons característicos de água doce e posteriormente as espécies classificadas como marinho estuarinas.

A composição específica do fitoplâncton apresenta uma variação baixa entre os meses de dezembro 2009, e novembro 2010 devido provavelmente à variação da pluviosidade e, conseqüentemente, da salinidade.

A diversidade variou de alta a média nos dois períodos estudados. A densidade da comunidade fitoplanctônica é afetada por variações climatológicas

Polymyxus coronalis e *Coscinodiscus* sp foram as espécies mais representativas nos dois anos.

Parâmetros abióticos tendem a ser manter homogêneos em ecossistemas costeiros amazônicos e pouco influenciar na composição, abundância e diversidade. O regime pluviométrico e conseqüentemente a salinidade, mostraram ser os principais agentes modificadores da estrutura da comunidade fitoplanctônica local, a qual foi caracterizada pela dominância qualitativa e quantitativa das diatomáceas.

REFERÊNCIAS

- Alves M. A. M. S. 2001. *Morfodinâmica e sedimentologia da praia de Ajuruteua – NE do Pará*. MS Dissertação, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 104p.
- Arraut J.M., Nobre C., Barbosa H.M.J., Obregon G., Marengo J. 2012. Aerial rivers and Lakes: looking at large-scale moisture transport and its relation to Amazonia and to subtropical rainfall in South America. *J. Climate*, **25**: 543–556.
- Azevedo A.C.G., Feitosa F.A.N. & Koenig M.L. 2008. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, **22**(3): 870-877.
- Brasil J. & Huszar V.L.M. 2011. Os traços funcionais na ecologia do fitoplâncton continental. *Oecologia Australis*, **15** (4): 799-834.
- Bicudo C.E.M. & Menezes M. 2005. *Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições*. RIMA, São Carlos. 508p
- Boney A. D. & Arnold E. 1989. *Phytoplankton*. London. 2nd edn, pp.21-23.
- Bourelly P. C. 1972. *Les algues d'eau douce: Initiation á la systematique*, 1: Les algues vertes. Paris, N. Boubée, 572 p.
- Bonecker A. C. T, Bonecker S. L. C., Bassani, C. 2002. Plâncton Marinho. In: Pereira R. C, Soares-Gomes A. (org). *Biologia Marinha*. Rio de Janeiro, Interciência, p. 103-125.
- Branco, E.S.; Feitosa, F.A.N.; Flores-Monte, M.J. 2002. Variação Sazonal e espacial da biomassa fitoplanctônica relacionada com parâmetros hidrológicos no estuário de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes- Pernambuco-Brasil). *Tropical Oceanography*, Recife, **30** (2): 79-96.
- Brandini F.P. 1988. Composição e distribuição do fitoplâncton na região sudeste do Brasil e suas relações com as massas de água (Operação Sudeste-Julho/ Agosto 1982). *Ciência e Cultura*, São Paulo, **40**: 334 – 341.

Brugnoli-Olivera E. & Morales-Ramírez A. 2008. Trophic planktonic dynamics in a tropical estuary, Gulf of Nicoya, Pacific coast of Costa Rica during El Niño 1997 event. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, **43**(1): 75-89.

Cardoso F. F. 2009. *Dinâmica da comunidade microfítotoplanctônica relacionada com os parâmetros físico-químicos do estuário do rio Guajará-Mirim (Vigia - PA)*. MS Dissertação. ICB. Universidade Federal do Pará, Belém. p 67.

Costa B.O. 2007. *Comunidade de diatomáceas em sedimentos superficiais da planície costeira do município de Soure, Ilha do Marajó, Pará*. Trabalho de conclusão de ICB, Universidade Federal do Pará, Belém. 88p.

Costa V. B., Sousa E. B., Pinheiro S. C. C., Pereira L. C. C., Costa R. A. A. M. 2011. Effects of high energy coastal environment on the structure and dynamics of phytoplankton communities (Brazilian Amazon littoral). *Journal of Coastal Research*, **64**:354-358.

Diretoria de Hidrografia e Navegação - DNH. 2009. *Tábua de Marés para a Ilha de Mosqueiro*. Disponível em: [tabuademares.com/br/para/ilha-do-mosqueiro](http://tabuademares.com.br/para/ilha-do-mosqueiro). Acesso em: 12/04/2019

Dickie G. 1881. Notas sobre as algas das Amazonas e seus afluentes. *Jornal da Sociedade Lineana Botânica*, **18**:123-132.

Dionne J.C. 1963. Towards a more adequate definition of the St. Lawrence estuary. *Geomorphology*, **7**(1): 36-44.

Dring M.J. 1992. *The biology of marine plants*. Cambridge, Cambridge University p 208

El-Robrini M., Faria J.L., Torres A.M., Souza-Filho P.W.M., Silva M.S. 1992. Deposição e Assoreamento das Rias do Nordeste do Estado do Pará - Brasil. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, São Paulo. *Anais*. p. 79-80.

El-Robrini M.H.S. 2001. Estudo da variabilidade morfo-sedimentar sazonal de praias estuarinas - ilha de Mosqueiro. MS Dissertação, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 85p.

El-Robrini M.H.S, Alves M.A.M.S, Souza-Filho P.W.M., El-Robrini M.H.S, Silva Junior O.G., França C.F. 2006. Atlas de erosão e progradação da zona costeira do Estado do Pará – Região Amazônica: Áreas oceânica e estuarina. *In: Dieter M. (org.). Atlas de Erosão e Progradação da Zona Costeira Brasileira*. São Paulo, p. 1-34.

Esteves F. A. 1998 (3° ed.). *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro, Interciência. p. 226.

Farias D.R., Alves M.A.M.S., Delfino I.B., El-Robrini M. 2004. Variabilidade morfo-sedimentar das praias estuarinas da ilha de Caratateua - PA. *In: CBO/SNO, 16° Congresso Brasileiro de Oceanografia e Semana Nacional de Oceanografia*, Itajaí. *Resumos*. p. 307.

Feitosa F.A.N. 1997 *Estrutura e produtividade da comunidade fitoplanctônica correlacionados com parâmetros abióticos no sistema estuarino do Rio Goiana (Pernambuco-Brasil)*. Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 260 p., São Paulo, 1997

Feitosa F.A.N. 1988. *Produção primária do fitoplâncton correlacionada com parâmetros bióticos e abióticos na bacia do Pina, Recife-Pernambuco, Brasil*. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco.

Ferreira L. C. 2007. *O fitoplâncton na zona de arrebenção de praias urbanas da região metropolitana do Recife, Pernambuco, Brasil*. MS Dissertação. Centro de Tecnologia e Ciências. UFPE. Recife. P.147

Finkel Z.V., Beardall J., Flynn K.J., Quigg A., Rees T.A.V. & Raven J.A. 2010. Phytoplankton in a changing world: cell size and elemental stoichiometry. *Journal of Plankton Research*, **32**:119-137.

Freitas A.F.P.P. 2007. *Identificação do Fitoplâncton como indicador biológico em um banhado construído para o tratamento da drenagem acida de Minas -DAM*. PHD Tese, Instituto de Ciências Biológicas, UNILASALLE, Canoas. 25p.

Gessner F., Simonsen R. 1967. Marine Diatoms in the Amazon. *Limnology and Oceano*, **12**(4):709-711.

Grego C. K. S., Feitosa F.A.N., Silva M.H., Cunha M.G.G.S., Filho G.A.N. 2009. Fitoplâncton do ecossistema estuarino do Rio Ariquindá (Tamandaré, Pernambuco, Brasil): variáveis ambientais, biomassa e produtividade primária. *Atlântica*, **31**(2):183-198.

Huszar V.L.M., Silva L.H.S., Marinho M., Domingos P., Sant'Anna C.L. 2000. Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian Waters. *Hydrobiologia*, **424**:67-77.

Jackson N.L. & Nordström K.F. 1992. Site Specific Controls on Wind and Wave Processes and Beach Mobility on Estuarine Beaches in New Jersey, USA. *Journal of Coastal Research*, **8**(1):88-98.

Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. 2015. Disponível em: inmet.gov.br/portal/
Acesso em 10/05/2019

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

Koenig, M.L.; Esquinaza-Leça, E.; Carvalho, F.A.T. 1996. Análise ecológica da diatomoflórula do estuário do rio Ipojuca (Suape - Pernambuco - Brasil). *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco*, **24**: 61-77.

Matos J.B., Sodré D.K.L., Costa K.G., Pereira L.C.C. & Costa R.M. 2011. Spatial and temporal variation in the composition and biomass of phytoplankton in an Amazonian estuary. *Journal of Coastal Research*, **64**:1525-1529.

Matos J.B., Silva-Nayra I.S., Pereira L.C.C., Costa R.M. 2012. Caracterização quali-quantitativa do fitoplâncton da zona de arrebitação de uma praia amazônica. *Acta Bot. Bras.*, **26** (4):12

Matteucci S.D., Colma A. (ed). 1982. *Metodologia para el estudio de la vegetación*. Washington: The General Secretariat of The Organization of American States. p86

Miranda J.F.A, Guedes R.S.L., Silva L.R.P & Belúcio L.F. 2010. Composição do zooplâncton da praia Grande (Belém, Pará, Brasil) em mare vazante. In: XXII SNO, *Semana Nacional de Oceanografia*, Itanhaém (SP). Anais p 108

Miranda T.V.M., Santos S.L.M., Pereira R.A.J., Mesquita C.F.K. 2015. Índices de qualidade da água da ilha de Mosqueiro, Belém -PA. *Revista Dae*, 74-91.

Melo, A. A. S. 2007. *Nutrientes dissolvidos e biomassa primária nos estuários dos rios Botafogo e Carrapicho - PE*. 91f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007

Moreira-Filho H., Valente-Moreira I.M. & CECY I.I.T. 1974. Diatomáceas do rio Guamá, Foz do rio – Belém – Estado do Pará. *Leandra*, **3/4**(4/5):123-135.

Moraes A.F.M., Sena B.C.P., Farias A.M., Belúcio L.F. 2009. Análise comparativa do fitoplâncton estuarino em Curuçá - PA sob a influência de uma fazenda de carcinicultura. In: *2º Congresso de Oceanografia Brasileira*, Armação de Búzios (RJ). *Resumos*. p 131.

Monteiro M.D.R., Melo, N.F.A.C, Alves, M.A.M.S., Paiva, R.S. 2009. Composição e distribuição do microfitoplâncton do rio Guamá no trecho entre Belém e São Miguel do Guamá, Pará, Brasil. *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi Cienc. Nat.*, Belém, **4**(3): 341-351.

McLusky D.S. 1989. *The estuarine ecosystem*. 2nd Edn. Glasgow. Blackie and Sons Ltda, 215p.

MMA/SBF, 2002. *Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros*. Brasília, MMA, 404 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2000. *Clean coastal waters: Understanding and reducing the effects of nutrient pollution*. National Academy Press. Disponível em: nap.edu/catalog9818/clean-coastal-waters-understanding-and-reducing-the-effects-of-nutrient. Acesso em: 05/12/2018.

Neves, A.B. 2006 *Composição, abundância e estrutura populacional da família Portunidae (Crustacea, Decapoda) no estuário de Curuçá, litoral Norte do Brasil*. Belém, 75f. Dissertação (Mestrado em Biologia ambiental), Universidade Federal de Pará.

Nittrouer C.A. & Demaster D.J. 1996. O cenário da plataforma amazônica: tropical, energético e influenciado pelo rio grande. *Continental Shelf Research*, **16**: 553-574.

Patrick R. 1940. Diatomáceas do nordeste do Brasil. Parte I. Coscinodiscaceae, Fragilariaceae e Eunotiaceae. *Anais*, **92**:191-226.

Paiva, R. S., N. Melo, P. Gouveâ, C. Ramos & S. Costa, 2004. A ocupação urbana como fonte poluidora dos corpos d'água na região amazônica. Estudo de caso: Composição e biomassa primária da foz do Igarapé Tucunduba (Belém-Pará). In: S. UNLY & E. L. SOUZA (Eds.): A questão da água na Grande Belém: 231- 247. Casa de Estudos Germânicos, Belém

Paiva R.S., Leça E.E., Passavante J.Z.O., Silva-Cunha M.G.G. & Melo N.F.A.C. 2006. Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da baía do Guajará e foz do rio Guamá (Pará-Brasil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências naturais*, **1**(2): 133-146.

Paerl H.W., Valdes L.M., Peierls B.L., Adolf J.E. & Harding-Jr L.W. 2006. Anthropogenic and climatic influences on the eutrophication of large estuarine ecosystems. *Limnology and Oceanography*, **51**(1):448–462.

Pinheiro R.V.L. 1987. *Estudo hidrodinâmico e sedimentológico do estuário Guajará-Belém (PA)*. MS Dissertação, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 152p.

Pielou E.C. 1967. O uso da teoria da informação no estudo da diversidade de populações biológicas. In: Quinto Simpósio de Berkeley sobre Estatística e Probabilidade Matemática, Berkeley. *Anais*. Disponível em: <https://projecteuclid.org/euclid.bsm/1200513792>>. Acesso em: 15 de Abril 2015.

Poletto C.R.B. & Batista G.T. 2008. Sensibilidade ambiental das ilhas costeiras de Ubatuba. *Ambi-Água*, São Paulo, **3**(2):106-121.

Prescott G. W. 1978. *How to know the freshwater algae*. Washington DC, 293p.

Ramos C.C. 2017. *Morfologia e sedimentação de praia estuarina amazônica (Marahú - ilha de Mosqueiro/PA)*. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 82p.

Rezende K.R.V. & Brandini F.P. 1997. Variação sazonal do fitoplâncton da zona de arrebatamento da praia de Pontal do Sul (Pontal do Paraná/PR). *Nerítica*, **11**: 49-62.

Ramalho E. & Macedo J., Veira T.M., Valsecchi J., Calvimontes J., Maramontel M. & Queiroz H.L. 2009. Ciclo hidrológico nos ambientes da várzea da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Médio Rio Solimões, período de 1990 a 2008. *Uakari*, **5**:61-85.

Rabalais N.N. & Nixon S.W. 2002. Preface: Nutrient overenrichment of the coastal zone. *Estuaries*, **25** (4b):639p.

Reynolds C.S. 1983. A physiological interpretation of the dynamic responses of a population of a planktonic diatom to physical variability of the environment. *New Phytologist*, **95**:41-53.

Reynolds C.S. 2006. *Ecology of Phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 535p.

Reyssac I.S. 1980. Recherches sur le phytoplancton de la côte brésilienne. Aspect qualitatif et quantitatif, biogéographie. Essai de comparaison avec les populations de l'Ouest - Africain. *Bull.Mus. Hist Nat. Paris*. 2B, **4**:295-339.

Santana D.S., Paiva R.S., Pereira L.C.C., Costa R.M. 2010. Microphytoplankton of the Marapanim Estuary (Pará, Northern Brazil). *Tropical Oceanography*, **38**(2):152-163.

Santana, D.S. 2004. *Composição florística e variação espaço-temporal dos parâmetros ambientais e da biomassa fitoplanctônica do estuário do rio Marapanim (Pará-Brasil)*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Belém. 45p.

Santana D.S., Paiva R.S. & Melo N.F.A.C. 2005. Diatomáceas cêntricas da região entre marés da praia de Ajuruteua (Bragança - Pará). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Ciências Naturais*, **1**(2):109-116.

Santos C.C., Sena B.C.P., Silva E.G., Farias A.M., Belúcio L.F. 2010. Levantamento da comunidade fitoplanctônica da baía de Maracanã (Suá-Suá), município de Maracanã PA. In: 4º Congresso Brasileiro de Oceanografia, Rio Grande (RS). Disponível em: www.cboRj.com.br Acesso em: 13/04/2018

Shannon L.E. 1948. A mathematical theory of communication. *Bulletin of System Technology Journal*, **27**:379-423.

- Sena B.A. 2012. *Composição microfitoplanctonica do Rio Arienga Bragança (PA)*. MS Dissertação, UFPA. Belém. p44
- Short A.D. & Hesp P.A. 1982. Wave, beach and dune interaction in South-eastern Austrália. *Marine Geology*, (S/V) 48: 259-284.
- Sioli, H. 1984. A Amazônia e seus principais afluentes: Hidrografia, morfologia dos tipos de rios. In: Sioli, H. (Ed.). *A Amazônia: limnologia e ecologia paisagística de um poderoso rio tropical e sua bacia*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht. p.127-166.
- Sieburth J.M.C.N., Smatacek V. & Lenz, J. 1978. Pelagic ecosystem structure: heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions. *Limnol. Oceanogr.*, **23**:1256–1263.
- Smayda, T.J. 1983. The phytoplankton of estuaries. In: Ketchum, B.H.(Ed). *Estuaries and Enclosed Seas*. Amsterdam: Elsevier Scientific Public. p.65-101.
- Smayda, T.J. Narragansett Bay: variability and change in environment and phytoplankton dynamics over a 23- year period. *Estuaries*, **8**:86–98. 1985.
- Soares-Gomes A. & Figueiredo Junior A.G. 2002. O ambiente marinho. In: Pereira R.C & Soares-Gomes A. (Orgs.) *Biologia marinha*. Rio de Janeiro, Interciência, p.1-33.
- Sousa E.B., Costa V.B., Pereira L.C.C. & Costa R.M. 2008. Microfitoplâncton de águas costeiras amazônicas: Ilha Canela (Bragança-Pará-Brasil). *Acta Botanica Brasilica*, **22**(3):626-636.
- Sousa E.B., Costa V.B., Pereira L.C.C. & Costa R.M. 2009. Variação temporal do fitoplâncton e dos parâmetros hidrológicos da zona de arrebentação da Ilha Canela (Bragança, PA, Brasil). *Acta Botanica Brasilica*, **23**(4):1084-1095.
- Sodré D.K.L., Matos J.B., Costa K.G., Pereira L.C.C. & Costa R.M. 2011. Tide-induced changes in the phytoplankton communities of three Amazon estuaries (Pará-Northern Brazil). *Journal of Coastal Research*, **64**:1574-1578.
- Souza Filho P.W.M., Gonçalves F.D., Beisl C.H., Miranda F.P., Almeida E.F. & Cunha E.R.S.P. 2005. Sistema de Observação Costeira e o Papel dos Sensores Remotos no Monitoramento da Costa Norte Brasileira, Amazônia. *Revista Brasileira de Cartografia*, **57**(2):79-86.

Souza Filho P.W.M. & El-Robrini M. 1996. Morfologia, processos de sedimentação e litofácies dos ambientes morfosedimentares da Planície Costeira Bragantina - Nordeste do Pará (Brasil). *Geonomos*, **4**:1-16.

Souza, E.C.F 2010. *O fitoplâncton como ferramenta ecológica no estuário Guajarino, Belém, PA*. Trabalho de Conclusão de Curso .Instituto de Geociências. Universidade Federal do Pará. p 39

Thomas C. (Ed). 1997. *Identifying marine diatoms and dinoflagellates*. Florida Marine Research Institute. Academic Press. St. Petersburg, Florida, 858 p.

Wood E.J.F. 1966. A phytoplankton study of the Amazon region. *Bulletin of Marine Science*, **16**(1):102-123.