



Universidade Federal do Pará



Faculdade de Oceanografia



Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FERNANDA NOGUEIRA DOS REIS

**DINÂMICA NICTIMERAL E SAZONAL DO MICROFITOPLÂNTON
DO ESTUÁRIO DO RIO CURUPERÉ, CURUÇÁ (PA)**

GEOCIÊNCIAS
U F P A

Belém – Pará
Janeiro – 2014

FERNANDA NOGUEIRA DOS REIS

**DINÂMICA NICTIMERAL E SAZONAL DO MICROFITOPLÂNCTON
DO ESTUÁRIO DO RIO CURUPERÉ, CURUÇÁ (PA)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Oceanografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia.

Orientadora: Prof^ª. M.Sc. Lucinice Ferreira Belúcio.

Belém

2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

R375d Reis, Fernanda Nogueira dos, 1992-

Dinâmica nictimeral e sazonal do microfitoplâncton do estuário do rio Curupeté, Curuçá (PA) / Fernanda Nogueira dos Reis – 2014.

56 f. : il.

Orientador: Lucinice Ferreira Belúcio

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Oceanografia, Belém, 2014.

1. Fitoplâncto – Curuçá (PA). 2. Estuários – Curuçá (PA). 3. Amazônia. I. Título.

CDD 22. ed.: 579.8176 098115

FERNANDA NOGUEIRA DOS REIS

**DINÂMICA NICTIMERAL E SAZONAL DO MICROFITOPLÂNCTON
DO ESTUÁRIO DO RIO CURUPERÉ, CURUÇÁ (PA)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Oceanografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia.

Data de aprovação: ____/____/____

Conceito: _____

Banca examinadora:

Lucinice Ferreira Belúcio – Orientadora
Mestre em Ecologia (UNICAMP)
Professora Universidade Federal do Pará

Michelle Cristiane Souza Benicio – Membro
Mestre em Análise Geoambiental (UNG)

Alberto Martins Farias – Membro
Bacharel em Biologia (UFPA)
Mestrando em Aquicultura e Recursos Aquáticos
Tropicais (UFRA)

Aos futuros oceanógrafos da Amazônia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente, a Deus, pelo dom da vida, pelas oportunidades concedidas, pelas alegrias e pelo consolo nas horas mais desesperadoras.

Aos meus pais, Marcos e Regina, por terem aceitado a sublime missão de ser pai e mãe, e terem me acolhido no seio familiar, me ofertando todo o amor e a educação de pais valorosamente dedicados e amorosos.

Aos meus irmãos, Leo e Eduardo, por me fazerem rir e estarem sempre comigo em todas as horas.

À querida professora e orientadora Lucinice Ferreira Belúcio, por todo o auxílio e incentivo ofertado a mim, não só neste trabalho, mas também nesses quase quatro anos de BIOAQUA. Muito obrigada, professora!

Aos companheiros de laboratório Alberto, Renê, Flávia, Luciana, Giselle, Juliane, Bruno, Neemias e Clarissa, pelas risadas, pelas conversas, mas, acima de tudo, por todo o aprendizado. Agradeço também à professora Clara Pantoja Ferreira, por compartilhar conosco seus conhecimentos e suas experiências acadêmicas e de campo.

À minha querida turma de remanescentes de 2010, composta por: Arthur Piolho, Fábio, Chico, Guilherme, Leo, Lorena (Lóóóó), Rogério, Thuareag (Tuca) e Yuri. Agradeço à nossa querida Carol Sem Fronteiras! Obrigada pelas oportunidades de aprendizado e de estudos, e por todos os momentos de diversão tanto em campo quanto em sala de aula. Também não posso deixar de agradecer à minha querida amiga Marina. Apesar desse desencontro de blocos, a gente continua sendo as irmãs de Oceano (até hoje ainda confundem os nossos nomes).

Ao meu namorado Joary Paulo, o qual muito mais que namorado, se tornou o meu melhor amigo. Obrigada por me ouvir e me ajudar.

E, finalmente, agradeço a todos os professores da Faculdade de Oceanografia, incluindo nesta lista a professora Odete Machado da Silveira (*in memoriam*), que muito fez pela Oceanografia na Amazônia, enquanto esteve conosco. Obrigada a todos vocês por me auxiliarem em minha formação.

“Que eu jamais me esqueça que Deus me ama infinitamente, que um pequeno grão de areia e esperança dentro de cada um é capaz de mudar e transformar qualquer coisa, pois... a vida é construída nos sonhos e concretizada no amor.”

Chico Xavier

RESUMO

Este trabalho apresenta a variação nictimeral da comunidade fitoplanctônica do estuário do rio Curupeté, município de Curuçá-PA, e sua relação com parâmetros hidrológicos e o regime de marés, durante o período de maior pluviosidade (maio/2013) e de menor pluviosidade (outubro/2013). Para tal, foram realizadas coletas nictimerais em uma estação fixa, junto a orla da Estação de Aquicultura Marinha do Curupeté (SEPAQ), em marés sizígias de lua cheia, sendo as amostras do fitoplâncton obtidas com rede cônico-cilíndrica de 20 µm de abertura de malha e fixadas em solução de formaldeído a 1%. A condição da maré foi adotada segundo a Diretoria de Hidrologia e Navegação da Marinha do Brasil, enquanto que os demais parâmetros abióticos (transparência da água, pH, temperatura e condutividade e profundidade local) foram registrados em campo para cada horário de coleta. Foram coletadas amostras de água para posterior análise de concentração de nutrientes. Os padrões de composição, abundância, frequência, diversidade, equidade e riqueza, em função do regime de marés enchentes e vazantes, além da própria sazonalidade também foram monitorados. Apesar da considerável riqueza em espécies registrada, a comunidade apresentou uma estrutura pouco diversificada. A espécie *Campylosira cymbelliformis* foi dominante em ambos os períodos sazonais, limitando, dessa maneira, a presença das demais espécies neste estuário. A região apresenta um ciclo sazonal bem definido, com diferença significativa entre os períodos de maior e menor pluviosidade causando uma variação significativa dos demais parâmetros físico-químicos e biológicos mensurados no rio Curupeté. Os padrões de riqueza, diversidade e equitabilidade da comunidade acompanharam os padrões de variação sazonal dos componentes abióticos do sistema. A variação nictimeral foi bem definida para período sazonal, estando as marés enchentes e os horários diurnos como principais fatores para a elevação da abundância, riqueza, diversidade e equitabilidade das espécies no rio Curupeté.

Palavras – chave: Fitoplâncto – Curuçá (PA). 2. Estuários – Curuçá (PA). 3. Amazônia.

ABSTRACT

Diel variation of phytoplankton in the Curuperé creek estuary, located at Curuçá municipality, Pará State, Brazil, and its relationship with hydrological parameters and tidal regime during the rainy season (May 2013) and drier (less rainy) season (October 2013) is discussed. To this aim, 24-hour sampling was made at a fixed station, along the shore of the Curuperé Marine Aquaculture Station (SEPAQ-PA) during spring tides, and the samples of phytoplankton obtained with conical - cylindrical net, 20 µm opening mesh and fixed in 1% formaldehyde solution. Tidal regime followed prediction from the Department of Hydrology and Navigation of the Brazilian Navy, while other abiotic parameters (water transparency, pH, temperature and conductivity as well as local depth) were registered *in situ* for every sampling hour. Water samples were collected for later analysis of nutrient concentration. The patterns of composition, abundance, frequency, diversity, equitability and richness were related to the tidal regime, and seasonal fluctuations. Despite high species richness registered, community showed a low diversity structure. The species *Campylosira cymbelliformis* was dominant in both seasons, limiting in this way the presence of other species in the estuary. The region has a well-defined seasonal cycle, with a significant difference between rainy and drier periods causing strikingly changes in the other physical, chemical and biological parameters monitored on the site. The patterns of species richness, diversity and evenness of the community followed the patterns of seasonal variation of the abiotic components of the system. Diel variation was also well defined for each season, flooding tides and daytime hours were the main factors that contributed to the increase of abundance, species richness, as well as community diversity and equitability in Curuperé creek.

Keywords: Phytoplankton, Estuary, Amazon.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Mapa da área de estudo (S 00°41'24,4"/ W47°50'50,2"), no município de Curuçá (PA).....	18
Figura 02 – Arrasto com rede de plâncton.....	21
Figura 03 – Câmara de Palmer - Maloney.....	22
Figura 04 – Temperatura da água nos dois períodos sazonais, no rio Curuperé, Curuçá (PA).....	26
Figura 05 – Condutividade da água registrada nos dois períodos sazonais, no rio Curuperé, Curuçá (PA).....	27
Figura 06 – Salinidade registrada nos dois períodos sazonais no rio Curuperé, Curuçá (PA).....	28
Figura 07 – Potencial hidrogeniônico (pH) da água, registrado nos dois períodos sazonais, do rio Curuperé, Curuçá (PA).....	29
Figura 08 – Transparência da água, obtida nos dois períodos sazonais, no rio Curuperé, Curuçá (PA).....	30
Figura 09 – Concentração de nutrientes no rio Curuperé, sendo (a) nitrito, nitrato e amônia e (b) sílica e ortofosfato, nos dois períodos sazonais de 2013.....	32
Figura 10 – Composição percentual do microfitoplâncton do estuário do rio Curuperé.....	40
Figura 11 – Composição percentual do microfitoplâncton no mês de maio.....	41
Figura 12 – Composição percentual do microfitoplâncton no mês de outubro.....	42
Figura 13 – Diversidade do microfitoplâncton do rio Curuperé nos dois períodos sazonais.....	45
Figura 14 – Equitabilidade do microfitoplâncton do rio Curuperé nos dois períodos sazonais.....	45
Figura 15 – Frequência de ocorrência das espécies registradas nos dois períodos sazonais.....	46
Figura 16 – Variação da densidade média (org.L ⁻¹) do microfitoplâncton do estuário do rio Curuperé nos dois períodos sazonais, durante marés enchentes e vazantes.....	47
Figura 17 – Comportamento de <i>C. cymbelliformis</i> comparado ao comportamento das demais espécies, no mês de maio (a) e no mês de outubro (b).....	48

Figura 18 – Variação nictimeral da riqueza em espécies do estuário do rio Curupeté.....	49
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados físicos e químicos da estação fixa de coleta, no rio Curuperé, Curuçá (PA).....	25
Tabela 2 – Concentração de nutrientes no rio Curuperé, Curuçá (PA).....	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

μm – micrômetro

bits.cel^{-1} – (bits por célula) – unidade de informação utilizada como métrica de índices de diversidade como Shannon-Winner

BIOAQUA – Laboratório de Biologia Aquática – UFPA

D – densidade

DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil

Ench D – Enchente diurna

Ench N – Enchente noturna

Fo – frequência de ocorrência

IG - UFPA – Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará

m^3 – metro cúbico

mm – milímetro

mS/cm (miliSiemens por cm) – unidade de condutividade

$^{\circ}\text{C}$ – Graus Celsius

org.L^{-1} – organismo por litro

PA – Pará

pH – potencial hidrogeniônico

REVIZEE – Programa Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva, organizado pela CIRM (Comissão Interministerial para os Recursos do Mar/ Marinha do Brasil)

SCORE NO – Subcomitê Regional Norte do Programa REVIZEE

SEPAQ – Secretaria de Estado de Pesca e Aquicultura

Vaz D – Vazante diurna

Vaz N – Vazante noturna

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	17
2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	18
3.2 ESTAÇÃO DE COLETA.....	20
3.3 MÉTODOS.....	20
3.3.1 Trabalho de Campo.....	20
3.3.2 Procedimentos de Laboratório.....	21
3.4 FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA.....	22
3.5 ANÁLISE DESCRITIVA.....	22
3.5.1 Riqueza.....	22
3.5.2 Densidade.....	23
3.5.3 Diversidade.....	23
3.5.4 Equitabilidade de Pielou.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 DADOS ABIÓTICOS.....	25
4.1.1 Temperatura.....	25
4.1.2 Condutividade.....	27
4.1.3 Salinidade.....	27
4.1.4 Potencial hidrogeniônico (pH)	28
4.1.5 Transparência.....	30
4.1.6 Nutrientes.....	30
4.2 DADOS BIÓTICOS.....	33
4.2.1 Composição florística.....	33
4.2.2 Riqueza em espécies.....	43
4.2.3 Densidade do Microfitoplâncton.....	44
4.2.4 Diversidade e equitabilidade.....	44
4.2.5 Frequência de Ocorrência.....	46
4.2.6 Variação nictimeral da ficroflora fitoplanctônica.....	46
5 CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

A região costeira se distingue por ser a zona de transição entre o continente e o mar, a qual inclui alguns dos mais produtivos e valorizados ecossistemas da biosfera, contendo lagoas, lagunas, franjas de recifes de corais, estuários, manguezais, marismas, igapós, várzeas, entre outros (FERREIRA; BELÚCIO; SOUZA, 2013).

Um estuário constitui-se como um corpo de água parcialmente rodeado por terra, onde a água doce de um rio se mistura à água advinda do oceano. São áreas que demonstram ser de altíssima produtividade e diversidade biológica. O limite continental de um estuário consiste no limite de ação das marés. Os estuários podem ser classificados em estuários de vales inundados e de planícies inundadas, fiordes, estuários com barra e tectônicos. Os estuários de planícies inundadas, também conhecidos como rias, apresentam canais subaquáticos menos profundos que os vales inundados, que se estendem através de diversas ramificações, podendo ser perpendicular e/ou paralelo costa adentro. São mais influenciados pela água marinha do que pelo aporte fluvial. (FAIRBRIDGE, 1980; KNOPPERS; SOUZA; EKAU *et al.*, 2009; GARRISON, 2010). Os estuários continuam sendo de grande atratividade para o uso humano, podendo ser costumeiramente dragados para a implantação de portos, marinas, recursos recreativos, aterrados para a formação de espaços para casas e agricultura e, é claro, utilizado em larga escala por atividades pesqueiras e, nas últimas décadas, por atividades aquícolas (GARRISON, 2010).

Na zona costeira amazônica ocorrem complexos processos hidrodinâmicos advindos das correntes costeiras, da ação dos ventos, da elevada quantidade de chuvas e de uma enorme descarga hídrica, juntamente com solutos e materiais particulados provenientes, principalmente, do rio Amazonas (NITTROUER; DEMASTER, 1996).

Essa é uma região privilegiada por apresentar esta imensa e complexa rede hidrográfica, representada pelo rio Amazonas e afluentes (AMARAL; AMARAL; LEITE *et al.*, 1999). Tais cursos d'água desembocam no mar formando os estuários e, associados aos mesmos, os manguezais. Por estarem sujeitos à influência flúvio-marinha, esses ecossistemas são complexos e produtivos (RICKLEFS, 1996), e possui grande importância ecológica, econômica e social, fato que os torna diferenciados por abrigar várias espécies típicas dessa área (COSTA, 2010).

Os manguezais ocorrem ao longo das regiões costeiras entre latitudes 35°N e 38°S. Dentro deste intervalo, se desenvolvem em uma série de condições ambientais, com

salinidades variando entre 0 e 90. Estima-se que 70% das zonas costeiras tropicais e subtropicais possuam ecossistema de manguezal, o que corresponderia a 15 milhões de hectares espalhados pelo mundo. Considerando a área total de cobertura de manguezais brasileiros, cerca de 85% ocorrem ao longo dos 1800 km de costa do Amapá, Pará e Maranhão, característica essa que reflete a topografia e as características hidrológicas da região, onde ocorrem extensas planícies do Quaternário, a precipitação excede 2000 mm e a amplitude de marés pode chegar a ser superior a 8 m (REZENDE; LACERDA; BERNINI *et al.*, 2009).

Dentre os organismos de elevada importância encontrados em ambientes marinhos ou estuarinos, pode-se citar o plâncton. O plâncton, do grego *πλαγκτόν*, que significa errante, é composto por organismos que vivem na coluna de água, mas que não possuem poder de locomoção suficiente para sobrepor os movimentos das massas de água. Devido a isso, sua distribuição é controlada pelas correntes, marés, vento e turbulência. A comunidade planctônica representa a base principal da teia alimentar marinha, formada por milhares de espécies de pequenos organismos animais (zooplâncton), vegetais (fitoplâncton), vírus (virioplâncton) e bactérias (bacterioplâncton), representantes de diversos grupos taxonômicos e tamanhos que, em princípio, variam entre 0,2 e 5000 micrômetros, com exceção do "plâncton gigante" tais como cnidários (medusas, água-viva) ou eufausiáceos como o krill antártico. Apesar de não possuir muita locomoção horizontal, algumas das espécies de plâncton podem deslocar-se significativamente no sentido vertical entre o dia e a noite. Tal comportamento pode ser chamado de migração nictimeral (BRANDINI; LOPES; GUTSEIT; *et al.*, 1997; CALAZANS; MUELBERT; MUXAGATA, 2011).

O termo fitoplâncton refere-se às algas microscópicas unicelulares eucariontes do reino Protista que vivem na coluna de água e que derivam em função dos movimentos aquáticos. Este termo não possui valor taxonômico, pois agrupa organismos muito distintos entre si quanto à origem, composição química e morfologia. São indicadores de alta produtividade biológica (densidades de centenas de milhares de células por litro), oferecendo deste modo, boas condições aos ambientes naturais e ao desenvolvimento da maricultura e da pesca extrativista. As espécies que compõem o fitoplâncton possuem clorofila-a e outros pigmentos acessórios, são fotoautotróficas e apresentam-se como uma fonte primária de alimento a diversos outros organismos da coluna de água e do sedimento, constituindo-se como o principal grupo de produtores primários marinhos. A produção primária é de fundamental importância para a sustentação de todas as formas de vida na natureza e para a estruturação de todos os ecossistemas, pois por meio dela viabilizam-se fluxos de energia e

matéria entre os componentes abióticos e os organismos vivos (BONECKER; BONECKER; BASSANI, 2009; LOURENÇO; MARQUES JÚNIOR, 2009).

Segundo Brandini *et al.* (1997), que realizaram amplo levantamento do estado da arte do conhecimento sobre plâncton marinho para o Programa REVIZEE (Recursos Vivos da Zona Econômica Ecológica), até aquela data haviam poucos trabalhos sobre fitoplâncton na região Norte do Brasil.

A partir de então o aumento das pesquisas na região é crescente, sendo possível citar alguns autores que contribuíram para um conhecimento da comunidade fitoplanctônica nesta região: Benicio (2002), Farias (2004), Costa e Belúcio (2005), Benicio e Belúcio (2008), que estudaram a dinâmica desses organismos na costa e na plataforma continental norte brasileira.

No âmbito dos estuários, pode-se dar destaque aos trabalhos de Moreira-Filho, Valente-Moreira e Cecy (1974), pioneiro na região da foz do rio Guamá e Paiva, (1991); Paiva & Eskinazi-Leça, (1991); Sousa, Costa, Pereira *et al.*, (2009), que demonstram estudos de densidade e composição fitoplanctônica na baía do Guajará e no litoral do município de Bragança; Santos, Reis, Sena *et al.*, (2010) e Reis, Moreira Júnior, Farias *et al.*, (2012), realizados em Mosqueiro; Reis, Moreira Júnior, Reis *et al.*, (2012) realizado em Colares; Santos, Sena, Silva *et al.*, (2010) realizado na baía de Maracanã e; Moraes, Santos, Sena *et al.* (2009); Silva, Tabaranã, Rodrigues *et al.*, (2008) e Costa (2010), realizados em Curuçá.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo estudar a variação nictimeral da comunidade fitoplanctônica do estuário do rio Curuperé, município de Curuçá-PA, e sua relação com parâmetros hidrológicos e o regime de marés, durante o período de maior pluviosidade (maio/2013) e de menor pluviosidade (outubro/2013).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a composição florística da comunidade fitoplanctônica.
- Analisar os padrões de abundância, riqueza, diversidade, equitabilidade, frequência de ocorrência desta comunidade no rio Curuperé.
- Caracterizar a variação nictimeral dos parâmetros abióticos e da comunidade fitoplanctônica das águas do estuário do rio Curuçá.
- Relacionar as variações observadas na distribuição nictimeral da comunidade fitoplanctônica e na sua diversidade específica com as variáveis ambientais consideradas.
- Entender a dinâmica deste estuário no que diz respeito aos seus padrões de produtividade nictimerais, de marés e sazonais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

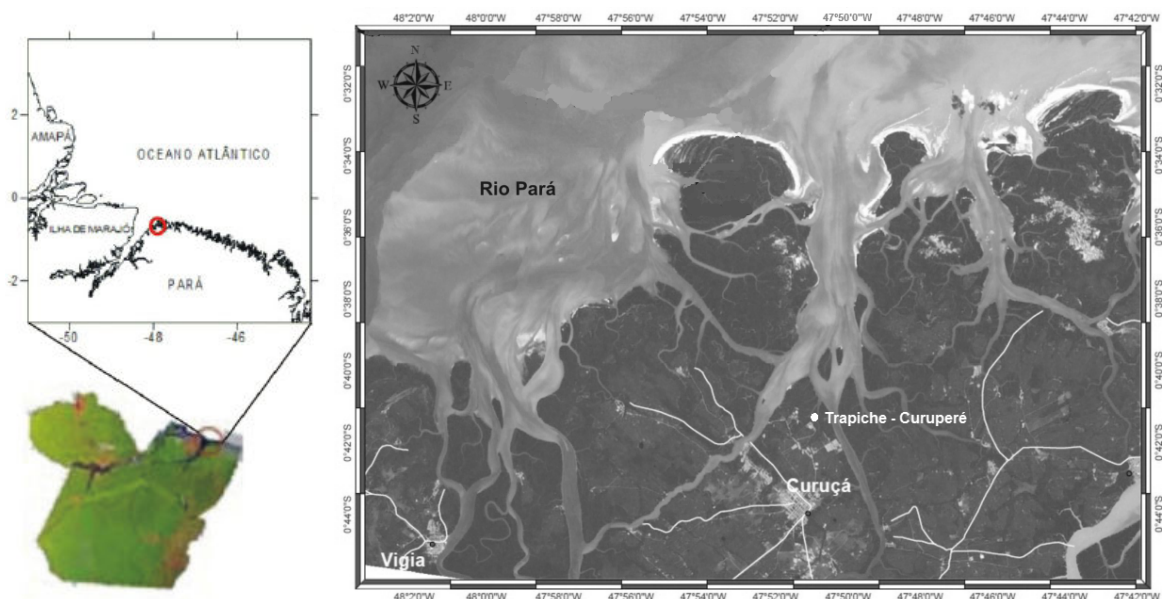
3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo situada no rio Curupéré, pertencente ao estuário do rio Curuçá, município de Curuçá, Pará, sendo parte da Reserva Extrativista Mãe Grande de Curuçá.

O município de Curuçá (Figura 01) localiza-se na mesorregião nordeste paraense, microrregião do Salgado, distante a 120 km da capital Belém. Faz limite ao norte com o Oceano Atlântico, ao sul com o município de Terra Alta, a leste com Marapanim e a oeste com São Caetano de Odivelas e São João da Ponta.

Este município enquadra-se no chamado litoral amazônico, onde se destacam as florestas de manguezais, devido à alta deposição de sedimentos e suprimento de nutrientes provenientes da foz de grandes rios como o Amazonas e o Pará, formando extensos estuários. A influência de maré pode ser observada até dezenas de quilômetros da região costeira (DIAZ, 2012).

Figura 01 – Mapa da área de estudo (S 00°41'24,4"/ W 47°50'50,2"), no município de Curuçá (PA)



Fonte: Adaptado de Ranieri e El-Robrini (2012)

Curuçá está inserida no domínio geomorfológico de planície costeira, com feições características do NE do Pará, tais como, extensos depósitos de lama de planície de maré, estuários e *cheniers*, manguezais, e planícies arenosas, formadas por dunas ativas e inativas, deltas de marés e praias-barreiras (SOUZA FILHO, 1995).

O município de Curuçá possui várias ilhas de considerável extensão e de formação recente, como as ilhas Mutucal, Ipomonga, Mariteua, do Pacamurema, Cipoteua e Santa Rosa,

que se comunica com uma infinidade de furos, e possuem praias banhadas pelo Atlântico (PALHETA, 2005).

No NE do Pará, as praias e os estuários são dominados pelo regime de meso-macromarés semidiurnas que induz a formação das correntes de marés e exerce um importante papel na circulação local influenciando fortemente o transporte sedimentar litorâneo (SOUZA FILHO; PARADELLA, 2002). Segundo a DHN (1994) *apud* Ranieri e El-Robrini (2012), a velocidade das correntes de marés, a altura da Baía de Curuçá/PA, alcança cerca de 210 a 306 cm/s na vazante.

De acordo com Köppen (1948), o clima do nordeste paraense caracteriza-se por ser do tipo AM (Tropical úmido). Possui elevadas quantidades de chuvas, cuja média anual gira em torno de 2500 mm/ano e baixa variação de temperatura, com média de 27°, valor mínimo já registrado de 18° e valores máximos nos meses de agosto a outubro, podendo chegar a 42° (EL-ROBRINI; ALVES; SOUZA FILHO *et al.*, 2006). Há um período menos chuvoso (junho a novembro) e outro mais chuvoso (dezembro a maio).

A vegetação da área de estudo é representada principalmente por bosques de mangue com uma extensão no estuário de mais de 100 km². As espécies dominantes são *Rhizophora mangle*, seguida de *Avicennia germinans*, em áreas de topografia mais elevada, e uma pequena quantidade de *Laguncularia recemosa* (MENEZES, 1994; MELLO; CARVALHO; SILVA *et al.*, 1995; PEREIRA; GIARRIZZO; JESUS *et al.*, 2007). No estuário inferior, onde há a presença de sedimentos acumulados recentemente, há manchas de *Spartina* spp (PEREIRA; GIARRIZZO; JESUS *et al.*, 2007).

A Reserva Extrativista Mãe Grande de Curuçá é uma das mais importantes Unidades de Conservação nacionais do litoral amazônico, sendo composta por uma vasto estuário de aproximadamente 37 mil hectares, povoado por cerca de 6 mil pescadores e suas famílias, distribuídos em 52 comunidades tradicionais, possuindo como centros urbanos a sede do município de Curuçá e o distrito de São João do Abade (FIGUEIREDO, 2007).

A Estação de Aquicultura Marinha do Curuperé possui uma infraestrutura atual de viveiros de terra de aproximadamente 1,6 ha para crescimento e manutenção de alevinos reprodutores e de animais aquáticos marinhos com ênfase em peixes e crustáceos. Em 2008, foi realizada a reforma dos viveiros de terra e dos prédios existentes na estação e também a construção do aterro de acesso ao rio. As reformas irão continuar com a ampliação de outros prédios anexos, como laboratório de pesquisa, de produção de pós-larvas de camarão marinho, salas de aula, refeitório, entre outros (SEPAQ, 2013).

3.2 ESTAÇÃO DE COLETA

A estação de coleta foi estabelecida no rio Curupeté, junto ao trapiche localizado na Estação de Aquicultura Marinha do Curupeté, vinculada à Secretaria de Estado de Pesca e Aquicultura – PA.

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Trabalho de Campo

O material biológico foi coletado em um em uma estação fixa, durante os períodos de 24 a 27 de maio de 2013, caracterizado como período de maior pluviosidade e, de 17 a 20 de outubro de 2013, caracterizado como período de menor pluviosidade. Os dois períodos de coleta ocorreram durante marés de sizígia (lua cheia).

Os horários de coleta, durante um ciclo nictimeral, foram selecionados de acordo com a Tabua de Marés para região (DHN, 2013). Desse modo, foram tomadas 24 amostras, sendo 12 amostras de marés enchentes e vazantes consecutivas em cada um dos períodos sazonais (maio e outubro).

As amostras de fitoplâncton foram obtidas por meio de arrastos horizontais sub-superficiais (Figura 02), realizados durante cinco minutos, utilizando uma rede de plâncton cônico-cilíndrica com malha de 20 μm , com boca de 0,30 m de diâmetro e 1 m de comprimento, equipada com um fluxômetro, da marca General Oceanics, para determinação do volume de água filtrado.

Figura 02 – Arrasto com rede de plâncton



Fonte: BIOAQUA.

O material foi imediatamente acondicionado em frascos de 100 mL (devidamente etiquetados) e fixado em solução de formaldeído a 1%, neutralizado com bórax.

Para o registro de dados abióticos, foram tomadas amostras de água em cada horário de coleta, as quais foram armazenadas em garrafas de 250 mL, protegidas da luz, para a determinação de nutrientes e, foram medidas a temperatura, condutividade, salinidade e pH, com o auxílio de condutivímetro e peagâmetro da marca Schott. A profundidade do local foi obtida através de um profundímetro e a transparência local, com o auxílio de um disco de Secchi.

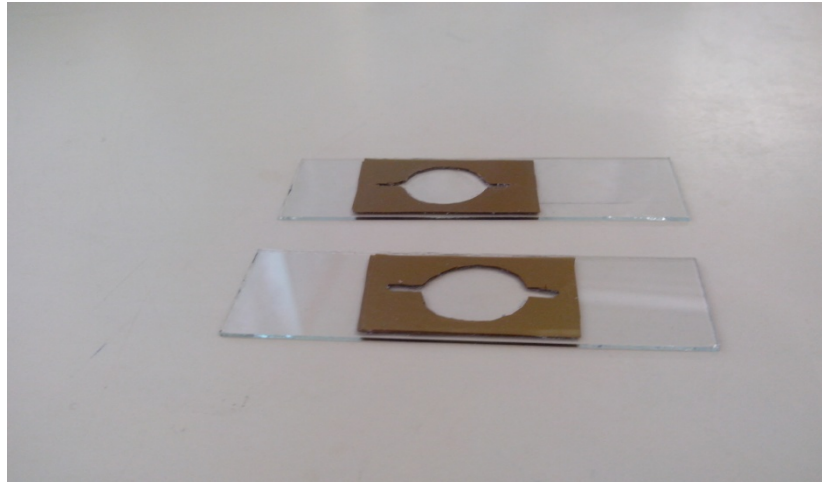
Os nutrientes nitrito, nitrato, amônia, sílica e ortofosfato foram analisados em fotocolorímetro Alfakit, com métodos adaptados de Standard Methods (APHA, 2005).

A análise do material biológico foi feita no Laboratório de Biologia Aquática – UFPA, baseada em Cupp (1943), Round, Crawford e Mann (1990), Tomas (1997), Bicudo e Menezes (2005) e Franceschini, Burliga, Reviers *et al.*, (2010).

3.3.2 Procedimentos de Laboratório

Após a fixação, o material biológico foi levado para análise laboratorial, para determinação da composição específica, densidade e riqueza, onde foram extraídas subamostras de 0,1 mL, utilizando uma câmara de contagem Palmer-Maloney (Figura 03).

Figura 03: Câmara de Palmer – Maloney



Fonte: BIOAQUA.

Foram feitas a identificação e contagem dos indivíduos de cada grupo taxonômico observado um microscópio óptico Olympus CX41, analisando todo o conteúdo da câmara.

3.4 FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA

A frequência de ocorrência dos táxons foi obtida segundo Mateucci e Colma (1982), usando a relação entre o número de amostras onde cada táxon ocorreu e o número total de amostras analisadas em cada mês, nas categorias muito frequente (≥ 75), frequente (< 75 e ≥ 50), pouco frequente (< 50 e ≥ 25) e esporádica ($< 25\%$).

3.5 ANÁLISE DESCRITIVA

A análise descritiva foi usada para verificar a distribuição dos dados de riqueza, diversidade e densidade relacionadas ao ciclo nictimeral.

3.5.1 Riqueza (S)

Foi obtida a partir do número de espécies contado em cada amostra. Para tal, diversas lâminas foram examinadas até a obtenção de um total de pelo menos 400 células por amostra. A identificação e contagem de pelo menos 400 indivíduos da espécie mais abundante garante um erro de contagem inferior a 10%, em um nível de significância de 95%.

3.5.2 Densidade (D)

É o número de indivíduos obtido por unidade de volume, expresso em células/litro, e determinado a partir de:

$$D = \frac{n_i}{V}, \quad (1)$$

onde D é a densidade total da estação; n_i é o número total de indivíduos na estação e V é o volume de água filtrada.

Para determinar o volume de água filtrado foi utilizado o fluxômetro da marca General Oceanics, sendo o valor calculado através da fórmula:

$$V (m^3) = \delta \times r^2 \times h \quad (2)$$

onde $\delta = 3,1416$, $r = 0,30$ m e h é distância percorrida em metros.

A distância percorrida foi determinada por:

$$h = \frac{(VF) - (VI) \text{ do fluxômetro} \times \text{constante do rotor}}{999999} \quad (3)$$

onde a constante do rotor = 26873 (dada pelo fabricante), VF é o valor final e VI é o valor inicial, registrado no equipamento.

A concentração de células na quantidade de água filtrada pelo fluxômetro foi calculada através de:

$$n_i = \frac{C \times 100}{0,1}, \quad (4)$$

sendo n_i o número de células por 100 mL (volume total da amostra) e C o número de células encontradas na câmara de Palmer-Maloney e 0,1 é o volume da câmara de Palmer-Maloney.

Os estimadores acima foram utilizados para cálculo dos seguintes índices, a fim de determinar a estrutura da comunidade planctônica:

3.5.3 Diversidade (H')

O índice de diversidade de Shannon (1948), de cada amostra, foi calculado, com auxílio do programa BioEstat 5.0 (AYRES; AYRES JÚNIOR; AYRES; *et al.*, 2007), através da fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i, \quad (5)$$

onde S é o número total de espécies; p_i é a proporção do número de indivíduos da espécie i (n_i) em relação ao número total de indivíduos ($p_i = n_i/N$); N é o número total de indivíduos e $n_1, n_2, \dots, n_i$ são os números respectivos de indivíduos de cada espécie.

A diversidade específica varia de 0,0 a 5,0 bits.cel⁻¹. Os valores menores do que 1,0 bits.cel⁻¹ são considerados de diversidade muito baixa; valores entre 1,0 e 2,0 bits.cel⁻¹, são de baixa diversidade; entre 2,0 e 3,0 bits.cel⁻¹, a diversidade é considerada média e; acima de 3,0 bits.cel⁻¹, alta diversidade.

Quanto maior for o número de espécies presentes na amostra, maior será a diversidade. O máximo teórico pode ser descrito como:

$$H_{max} = \log_2 S, \quad (6)$$

3.5.4 Equitabilidade de Pielou

A equitabilidade foi calculada segundo Pielou (1969) como:

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S} \quad (7)$$

sendo H' é o índice de diversidade específica de Shannon e S é o número de espécies de cada amostra; onde $0 < J' < 1$.

Valores próximos a zero demonstram uma baixa equitabilidade, enquanto que valores próximos a 1 indicam uma distribuição uniforme de todas as espécies da amostra e alta equitabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DADOS ABIÓTICOS

Os dados abióticos da água determinados *in situ* (transparência, profundidade local, temperatura, condutividade e potencial hidrogeniônico - pH), para cada período sazonal, juntamente com os horários de maré estão na tabela 1.

Tabela 1 - Dados físicos e químicos da estação fixa de coleta, no rio Curuperé, Curuçá (PA)

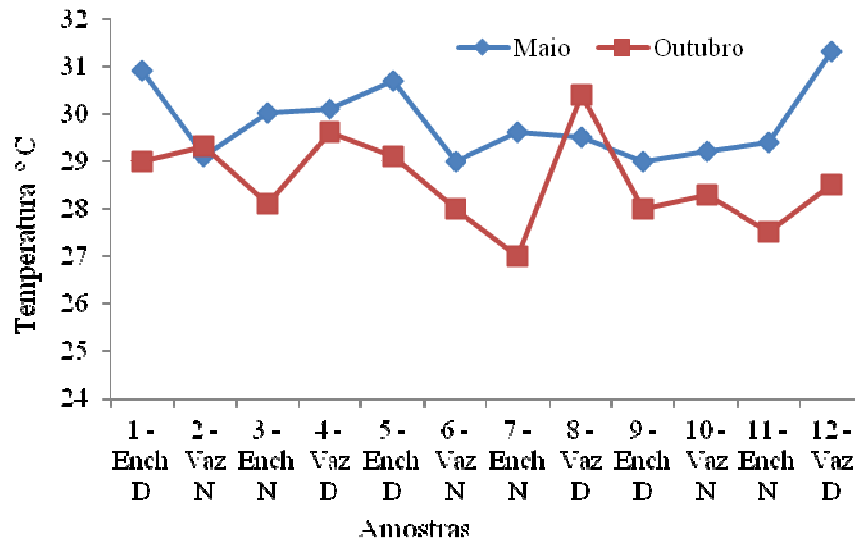
Mês	Amostra	Maré	Hora	Temperatura (°C)	Profundidade (m)	Condutividade (mS/cm)	Salinidade	pH	Transparência (m)
Mai/13	1	Ench	17:21	30,90	0,74	3,21	3,40	7,53	0,22
Mai/13	2	Vaz	23:41	29,10	0,50	2,90	2,60	7,02	----
Mai/13	3	Ench	05:30	30,00	1,13	3,47	3,50	7,56	----
Mai/13	4	Vaz	11:49	30,10	0,62	3,19	3,20	7,26	0,70
Mai/13	5	Ench	17:57	30,70	1,15	3,94	3,50	7,55	0,30
Mai/13	6	Vaz	00:25	29,00	0,52	3,47	3,30	7,29	----
Mai/13	7	Ench	06:00	29,60	0,91	3,75	3,60	7,51	----
Mai/13	8	Vaz	12:17	29,50	0,54	3,16	2,90	7,21	0,17
Mai/13	9	Ench	18:19	29,00	1,02	2,21	1,80	7,35	0,26
Mai/13	10	Vaz	01:20	29,20	0,90	3,35	3,20	7,31	----
Mai/13	11	Ench	05:58	29,40	1,24	3,56	3,30	7,45	----
Mai/13	12	Vaz	13:25	31,30	0,88	3,23	3,50	7,40	0,29
Out/13	1	Ench	16:35	29,00	1,45	53,80	35,10	7,88	0,48
Out/13	2	Vaz	22:45	29,30	0,70	52,90	32,60	7,64	----
Out/13	3	Ench	05:25	28,10	1,20	56,70	35,70	7,85	----
Out/13	4	Vaz	11:43	29,60	0,80	51,90	34,40	7,35	0,50
Out/13	5	Ench	17:04	29,10	1,15	57,10	35,10	7,84	0,44
Out/13	6	Vaz	23:16	28,00	0,80	56,30	31,30	7,56	----
Out/13	7	Ench	05:26	27,00	0,99	54,50	36,20	7,83	----
Out/13	8	Vaz	11:21	30,40	0,89	55,10	31,80	7,71	0,64
Out/13	9	Ench	17:33	28,00	1,52	54,10	36,10	7,75	0,24
Out/13	10	Vaz	00:20	28,30	0,55	53,00	35,10	7,60	----
Out/13	11	Ench	05:33	27,50	1,00	54,90	36,70	7,75	----
Out/13	12	Vaz	11:40	28,50	0,70	53,20	34,70	7,49	0,52

Legenda: Ench = enchente; Vaz = vazante. **Fonte:** Lab. Biologia Aquática (BIOAQUA/UFPA)

4.1.1 Temperatura

No mês de maio, as temperaturas oscilaram entre 29°C e 31,3°C. No mês de outubro, porém, as temperaturas oscilaram entre 27°C e 30,4°C (Tabela 1 e Figura 04).

Figura 04 – Temperatura da água nos dois períodos sazonais, no rio Curuperé, Curuçá (PA)



Esse padrão é o esperado para os estuários tropicais, tendo sido encontrado por Costa (2010) para o rio Curuçá, localizado nas proximidades da área de estudo deste trabalho e pertencente ao mesmo estuário.

A temperatura da superfície da água em regiões tropicais é elevada e possui grande estabilidade temporal, pois depende muito do período e grau de insolação e das variações meteorológicas (FLORES MONTES, 1996).

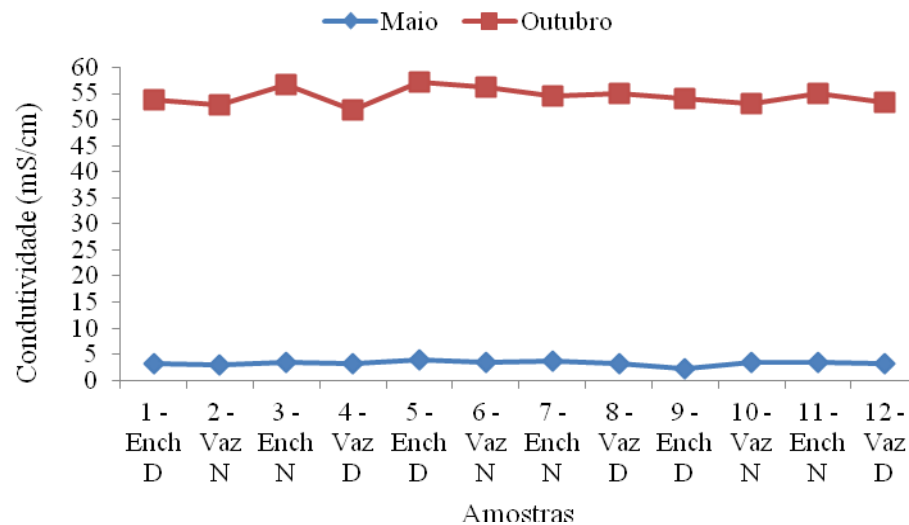
As variações da temperatura da água em áreas tropicais são mais acentuadas quando se considera os períodos sazonais: seco e chuvoso. Já as diferenças entre as camadas superficial e profunda são pequenas, ocorrendo eventualmente nos estuários tropicais, pouco profundos, pequena estratificação térmica; sendo, também, a variação nictimeral pouco acentuada, com valores máximos durante o período diurno (FLORES MONTES, 1996; MACEDO; FLORES MONTES; LINS, 2000).

Uma explicação para isso estaria no fato de que para um período ser considerado chuvoso, observa-se, principalmente, que a quantidade de radiação solar incidente sobre a superfície de uma dada área é maior, provocando maior evaporação hídrica e, conseqüentemente maior precipitação. O período chuvoso amazônico coincide com o verão do Hemisfério Sul (AYOADE, 1996), período sazonal de maior insolação.

4.1.2 Condutividade

Os valores de condutividade obtidos no mês de maio oscilaram entre 2,21 mS/cm e 3,94. No entanto, no mês de outubro, os valores de condutividade se tornaram bem mais elevados, sendo o valor mínimo de 52,9 mS/cm e o máximo de 57,1 mS/cm (Figura 05). A condutividade apresenta menor valor na vazante do que na enchente, nos dois períodos sazonais.

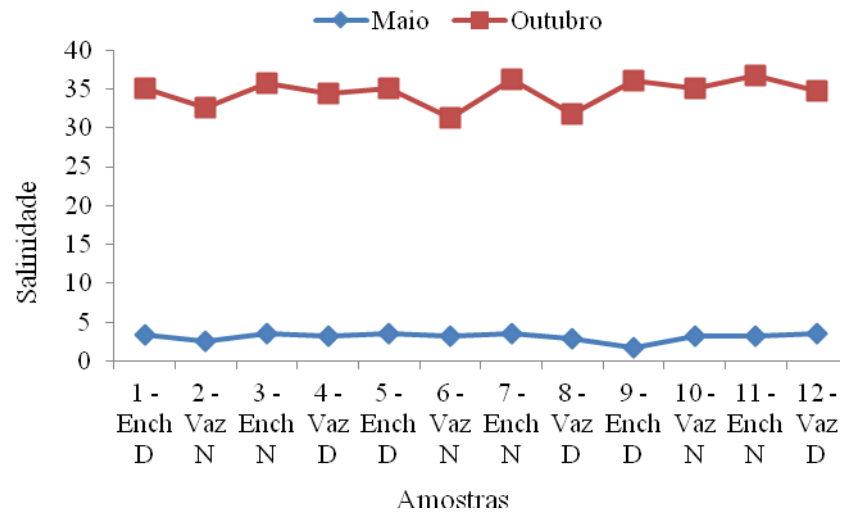
Figura 05 - Condutividade da água registrada nos dois períodos sazonais, no rio Curupeté, Curuçá (PA)



4.1.3 Salinidade

Os valores de salinidade registrados no mês de maio foram inferiores aos do mês de outubro, sendo 1,8 a menor salinidade e 3,6 a maior, para o primeiro mês e, 31,3 e 36,7 os valores mínimo e máximo, respectivamente, para o segundo mês (Figura 06). A salinidade se apresentou maior nas marés enchentes e menor nas vazantes, nos dois períodos sazonais.

Figura 06 - Salinidade registrada nos dois períodos sazonais no rio Curuperé, Curuçá(PA)



A condutividade e a salinidade variaram pouco durante os horários de coleta de um mesmo período de amostragem. Mesmo assim, ainda é possível perceber a influência das marés no padrão de flutuação desses parâmetros, com um pouco mais altas nas enchentes do que vazantes.

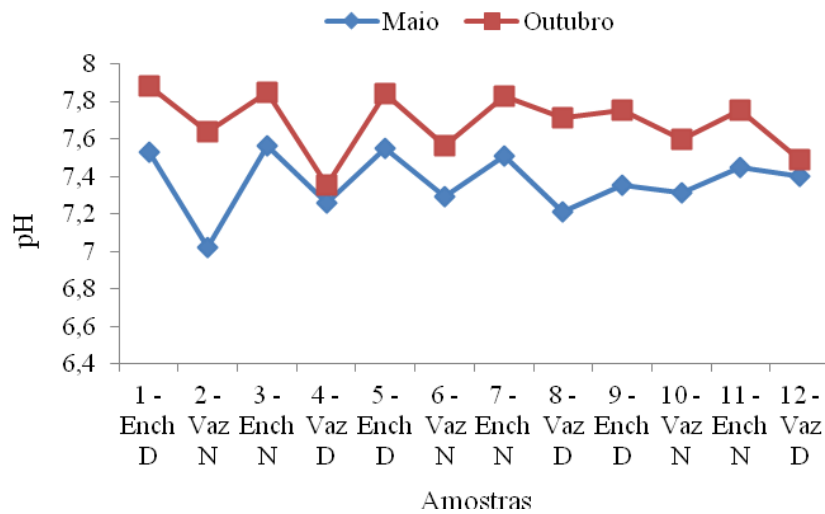
No que diz respeito à variação sazonal, no entanto, observa-se uma alteração significativa nos padrões. A salinidade no estuário do rio Curuperé teve um regime oligoalino, no mês de maio e eualino, no mês de outubro, segundo a classificação proposta pelo Sistema de Veneza (1958). Segundo Santana (2004) e Costa (2010), esse padrão sazonal é característico do nordeste paraense.

No período de menor pluviosidade (outubro), a vazão do rio diminui, aumentando desse modo a influência oceânica dentro do estuário, elevando os valores desses parâmetros físico-químicos. Estabelece-se, assim, a influência do regime pluviométrico sobre o rio, e deste sobre o mar e vice-versa.

4.1.4 Potencial hidrogeniônico (pH)

Os valores de pH se mostraram mais elevados nas marés enchentes do que nas vazantes para os dois períodos sazonais (Figura 07).

Figura 07 - Potencial hidrogeniônico (pH) da água, registrado nos dois períodos sazonais, do rio Curuperé, Curuçá (PA)



O pH é de suma importância para outras variáveis químicas como alcalinidade e concentração de CO_2 , pois durante o dia, os vegetais clorofilados utilizam esse gás para a produção de energia, liberando oxigênio e aumentando o pH. Durante a noite, os organismos aquáticos liberam CO_2 através da respiração, que reage com os carbonatos para gerar bicarbonatos, liberando íons H^+ , diminuindo o pH (CAVALCANTI, 2003). Para Sassi e Watanabe (1980) *apud* Costa (2010), o pH também varia com o refluxo das marés e da quantidade de água doce advinda dos tributários.

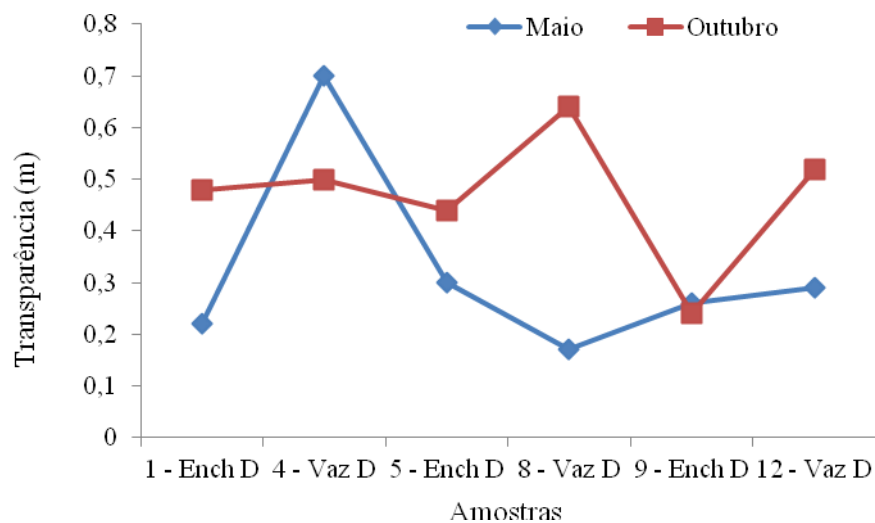
Os valores de pH obtidos no mês de maio (maior pluviosidade) se apresentaram menos alcalinos que os do mês de outubro. Para o primeiro período, obtiveram-se 7,02 e 7,56 como valores de pH mínimo e máximo, respectivamente e, 7,35 e 7,88 como os limites do segundo período.

Os menores valores de pH também estão ligados a uma maior taxa de decomposição que pode ocorrer, em função do maior aporte fluvial, carreando matéria orgânica (PINCNEY; PEARL; HARRINGTON *et al.*, 1998), uma vez que este processo envolve produção de íons H^+ , modificando os valores de pH (CARMOUZE, 1994). Embora não tenha sido significativa a diferença entre as duas nictimerais e entre os horários de coleta.

4.1.5 Transparência

O mês de outubro apresentou valores de transparência ligeiramente maiores que os do mês de maio (Figura 08). Para o mês de maio, a transparência variou entre 0,17 m e 0,70 m, enquanto que no mês de outubro, a variação foi de 0,24 m a 0,52 m.

Figura 08 - Transparência da água, obtida nos dois períodos sazonais, no rio Curuperé, Curuçá (PA) (apenas marés diurnas).



Costa (2010) analisou valores de turbidez para o rio Curuçá e evidenciou a água menos turva em agosto/04 e mais turva em janeiro/05.

No período em que há maior quantidade de chuvas (maio), há maior ressuspensão de sedimentos e outros materiais na coluna de água, diminuindo, desta forma, a transparência da água, aumentando sua turbidez. Esse padrão também foi encontrado por autores que desenvolveram pesquisas em manguezais do nordeste paraense, tais quais Magalhães, Bessa, Pereira *et al.*, (2009) e Pinheiro, Pereira, Leite *et al.*, (2010).

4.1.6 Nutrientes

Os dados de nutrientes (nitrito, nitrato, amônia, sílica e ortofosfato), foram obtidos para cada período sazonal, juntamente com os horários de maré (Tabela 2).

Tabela 2 - Concentração de nutrientes no rio Curuperé, Curuçá (PA)

Mês	Amostra	Maré	Hora	Nitrito (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Amônia (mg/L)	Sílica (mg/L)	Ortofosfato (mg/L)
Mai/13	1	Ench	17:26	0,03	0,39	0,04	0,51	1,52
Mai/13	2	Vaz	23:30	0,01	0,53	0,15	1,97	1,47
Mai/13	3	Ench	05:05	0,01	0,35	0,08	0,82	0,77
Mai/13	4	Vaz	11:40	0,03	0,53	0,05	2,18	2,04
Mai/13	5	Ench	18:00	0,02	0,72	0,05	0,92	4,23
Mai/13	6	Vaz	00:06	0,02	0,75	0,00	1,52	0,27
Mai/13	7	Ench	05:40	0,04	0,68	0,00	0,40	0,61
Mai/13	8	Vaz	11:50	0,04	0,72	0,00	1,45	2,19
Mai/13	9	Ench	17:51	0,02	0,52	1,20	3,00	1,23
Mai/13	10	Vaz	01:11	0,03	0,65	0,09	1,79	5,00
Mai/13	11	Ench	05:46	0,02	0,48	0,57	3,00	2,03
Mai/13	12	Vaz	13:10	0,03	0,83	1,68	1,54	2,01
Out/13	1	Ench	16:30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37
Out/13	2	Vaz	22:32	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
Out/13	3	Ench	05:30	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00
Out/13	4	Vaz	11:10	0,00	0,01	0,00	0,00	0,23
Out/13	5	Ench	16:45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22
Out/13	6	Vaz	22:30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44
Out/13	7	Ench	05:00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,09
Out/13	8	Vaz	11:00	0,01	0,06	0,00	0,00	0,00
Out/13	9	Ench	17:00	0,01	0,09	0,00	0,00	0,18
Out/13	10	Vaz	23:50	0,00	0,06	0,00	0,00	0,43
Out/13	11	Ench	05:10	0,01	0,12	0,00	0,00	0,00
Out/13	12	Vaz	11:30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01

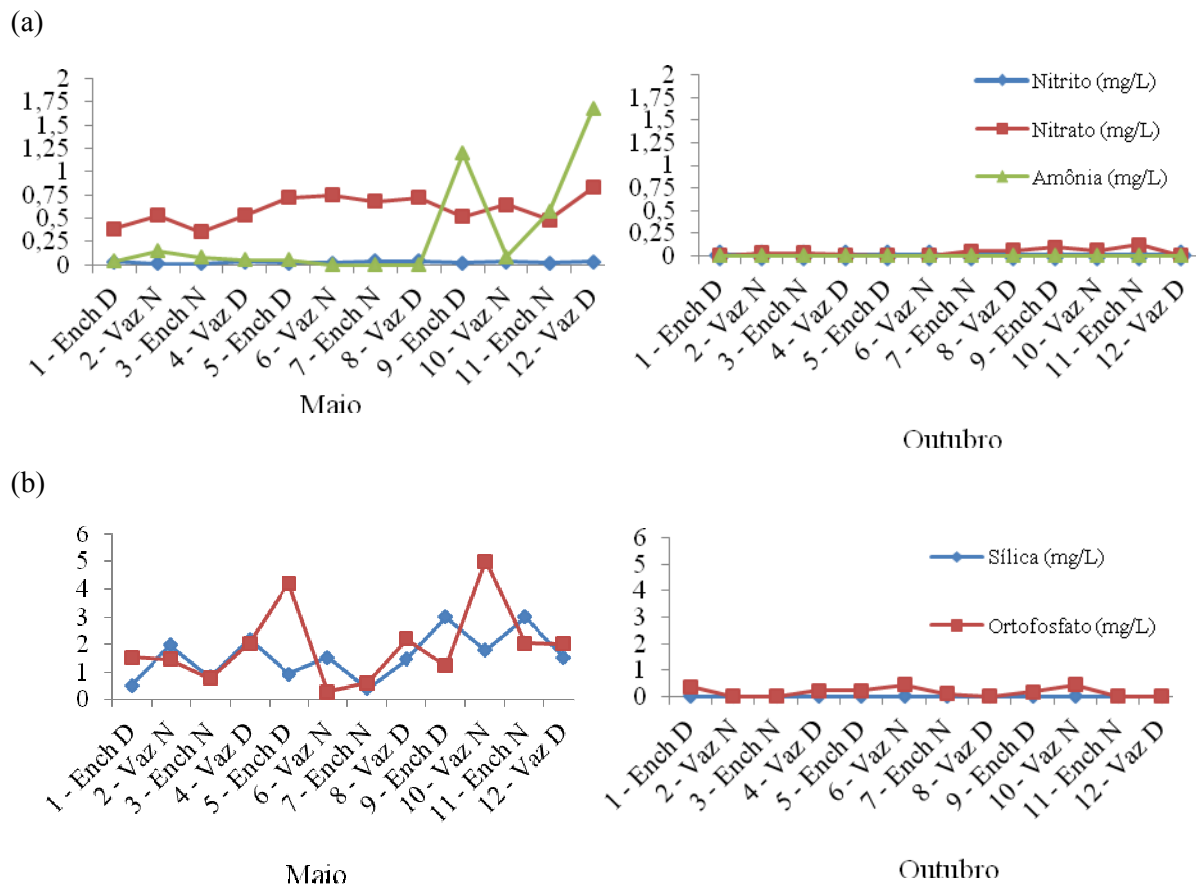
Legenda: Ench = enchente; Vaz = vazante. **Fonte:** Lab. Biologia Aquática (BIOAQUA/UFPA)

A concentração de nutrientes no rio Curuperé foi bem maior no mês de maio do que no mês de outubro (Figura 09). No primeiro período, os valores da concentração de nitrito variaram entre 0,01 mg/L e 0,04 mg/L; os de nitrato variaram entre 0,39 mg/L e 0,83 mg/L; os de amônia variaram entre 0 mg/L e 1,68 mg/L; os de sílica, entre 0,51 mg/L e 2,18 mg/L e; os de ortofosfato, entre 0,27 mg/L e 2,19 mg/L.

Para o segundo mês, a concentração de nitrito variou entre 0 mg/L e 0,01 mg/L; a de nitrato variou entre 0 mg/L e 0,12 mg/L; amônia e sílica tiveram resultados nulos e; a de ortofosfato variou entre 0 mg/L e 0,44 mg/L.

De maneira geral, ortofosfato, nitrato e sílica apresentaram maiores concentrações em marés vazantes e/ou diurnas, evidenciando a influência do aporte fluvial e da atividade metabólica dos organismos presentes no meio, principalmente no mês de maio.

Figura 09 - Concentração de nutrientes no rio Curupeté, sendo (a) nitrito, nitrato e amônia e (b) sílica e ortofosfato, em maio e outubro de 2013



A concentração de nutrientes no mês de maio demonstrou ser maior que no mês de outubro. No mês de maio (maior pluviosidade) a descarga do rio torna-se maior, trazendo consigo maior quantidade de sedimentos e também de substâncias (nutrientes) de origem continental.

Os sistemas estuarinos são os principais fornecedores de nutrientes para região costeira, pois recebem e concentram o material originado de sua bacia de drenagem e podem vir a receber aportes significativos por ação antrópica (PEREIRA FILHO; SPILLERE; SCHETTINI, 2003).

No mês de outubro, a água oceânica empobrecida em nutrientes age com maior intensidade sobre o estuário, devido à diminuição da quantidade de chuvas e, consequentemente, da diminuição da vazão fluvial.

Santos e Muniz (2010) determinaram os mesmos nutrientes na Plataforma Continental do Amazonas e identificaram as mesmas variações sazonais (Maio/99 – chuvoso; Agosto/01 – seco). As autoras também falaram da importância das espécies de nitrogênio atuando como fator limitante para a biomassa fitoplanctônica da área.

4.2 DADOS BIÓTICOS

4.2.1 Composição florística

Nas amostras coletadas durante este estudo foram identificados 151 taxons subgenéricos distribuídos em 56 gêneros, 38 famílias, sete classes e cinco divisões (Figura 10), listados a seguir:

Divisão Bacillariophyta

Classe Coscinodiscophyceae

Ordem Coscinodiscales

Família Heliopeltaceae

Espécie: *Actinoptychus annulatus* (G.C.Wallich) Grunow

Actinoptychus senarius (Ehrenberg) Ehrenberg

Polymyxus coronalis L.W.Bailey

Família Coscinodiscaceae

Espécie: *Coscinodiscus apiculatus* Ehrenberg

Coscinodiscus centralis Ehrenberg

Coscinodiscus concinnus W.Smith

Coscinodiscus lineatus Ehrenberg

Coscinodiscus oculus-iridis (Ehrenberg) Ehrenberg

Coscinodiscus perforatus Ehrenberg

Coscinodiscus radiatus Ehrenberg

Coscinodiscus rothii (Ehrenberg) Grunow

Coscinodiscus spp.

Ordem Aulacoseirales

Família Aulacoseiraceae

Espécie: *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen

Ordem Chaetocerotales

Família Chaetocerotaceae

Espécie: *Bacteriastrum hyalinum* Lauder

Chaetoceros affinis Lauder

Chaetoceros brevis F.Schütt

Chaetoceros compressus Lauder

Chaetoceros decipiens Cleve

Chaetoceros didymus Ehrenberg

Chaetoceros lauderi Ralfs

Chaetoceros lorenzianus Grunow

Chaetoceros peruvianus Brightwell

Chaetoceros pseudocrinitus Ostenfeld

Chaetoceros radians F.Schütt

Chaetoceros subtilis Cleve

Ordem Hemiaulales

Família Bellerocheaceae

Espécie: *Bellerochea malleus* (Brightwell) Van Heurck

Cerataulina bergonii (H.Peragallo) Schütt

Cerataulina pelagica (Cleve) Hendey

Hemiaulus sinensis Greville

Hemiaulus sp.

Ordem Cymatosirales

Família Cymatosiraceae

Espécie: *Campylosira cymbelliformis* (A.Schmidt) Grunow

Ordem Triceratiales

Família Triceratiaceae

Espécie: *Cerataulus smithii* Ralfs ex Pritchard

Odontella aurita (Lyngbye) C.Agardh 1832

Odontella longicruris (Greville) M.A.Hoban

Odontella mobiliensis (J.W.Bailey) Grunow

Odontella regia (Schultze) Simonsen

Odontella sinensis (Greville) Grunow

Odontella sp.

Triceratium favus Ehrenberg

Triceratium sp.

Ordem Corethrales

Família Corethraceae

Espécie: *Corethron criophilum* Castracane

Ordem Thalassiosirales

Família Stephanodiscaceae

Espécie: *Cyclotella meneghiniana* Kützing

Cyclotella sp.

Cyclotella striata (Kützing) Grunow

Cyclotella stylum Brightwell

Lauderia annulata Cleve

Lauderia borealis Gran

Lauderia sp.

Família Thalassiosiraceae

Espécie: *Thalassiosira eccentrica* (Ehrenberg) Cleve

Thalassiosira pacifica Gran & Angst

Thalassiosira spp.

Família Skeletonemataceae

Espécie: *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve

Ordem Lithodesmiales

Família Lithodesmiaceae

Espécie: *Ditylum brightwellii* (T. West) Grunow in Van Heurck

Helicotheca tamesis (Shrubsole) M. Ricard

Tropidoneis vitrea (W. Smith) Cleve

Tryblionella coarctata (Grunow) D. G. Mann

Tryblionella debilis Arnott ex O'Meara

Tryblionella sp.

Tryblionella victoriae Grunow

Ordem Rhizosoleniales

Família Rhizosoleniaceae

Espécie: *Guinardia flaccida* (Castracane) H. Peragallo

Proboscia alata (Brightwell) Sundström

Rhizosolenia setigera Brightwell

Ordem Leptocylindrales

Família Leptocylindraceae

Espécie: *Leptocylindrus danicus* Cleve

Leptocylindrus minimus Gran

Ordem Melosirales

Família Melosiraceae

Espécie: *Melosira nummuloides* C. Agardh

Ordem Paraliales**Família** Paraliaceae

Espécie: *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve

Ordem Biddulphiales**Família** Biddulphiaceae

Espécie: *Terpsinoë musica* Ehrenberg

Classe Bacillariophyceae**Ordem** Thalassiophysales**Família** Catenulaceae

Espécie: *Amphora ovalis* (Kützing) Kützing

Amphora sp.

Ordem Bacillariales**Família** Bacillariaceae

Espécie: *Bacillaria paxillifera* (O.F.Müller) T.Marsson

Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann & J.C.Lewin

Nitzschia americana Hasle

Nitzschia amphibia Grunow

Nitzschia bilobata W.Smith

Nitzschia delicatissima Cleve

Nitzschia longissima (Brébisson) Ralfs in Pritchard

Nitzschia lorenziana Grunow in Cleve & Möller

Nitzschia obtusa W.Smith

Nitzschia pacifica Cupp

Nitzschia palea (Kützing) W.Smith

Nitzschia pseudodelicatissima Hasle

Nitzschia recta Hantzsch ex Rabenhorst

Nitzschia rigida (Kützing) H.Peragallo & M.Peragallo

Nitzschia sigma (Kützing) W.Smith

Nitzschia sigmoidea (Nitzsch) W.Smith

Nitzschia sp.

Pseudo-nitzschia cuspidata (Hasle) Hasle

Pseudo-nitzschia delicatissima (Cleve) Heiden in Heiden & Kolbe

Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima (Hasle) Hasle

Pseudo-nitzschia seriata (Cleve) H.Peragallo in H.Peragallo & M.Peragallo
Pseudo-nitzschia sp.

Ordem Naviculales

Família Naviculaceae

Espécie: *Caloneis* sp.

Navicula arenaria Donkin
Navicula brasiliiana (Cleve) Cleve
Navicula cincta (Ehrenberg) Ralfs in Pritchard
Navicula cryptocephala Kützing
Navicula cuspidata (Kützing) Kützing
Navicula directa (W.Smith) Ralfs
Navicula humerosa Brébisson ex W. Smith
Navicula lanceolata (C.Agardh) Kützing
Navicula libonensis Schoeman
Navicula radiosa Kützing
Navicula spp.

Família Pinnulariaceae

Espécie: *Pinnularia gibba* (Ehrenberg) Ehrenberg
Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehrenberg

Família Diploneidaceae

Espécie: *Diploneis bombus* (Ehrenberg) Ehrenberg
Diploneis crabro (Ehrenberg) Ehrenberg
Diploneis smithii var. *rhombica* Mereschkowsky

Família Pleurosigmataceae

Espécie: *Gyrosigma balticum* (Ehrenberg) Rabenhorst
Gyrosigma fasciola (Ehrenberg) J.W.Griffith & Henfrey
Gyrosigma hippocampus (Ehrenberg) Hassall
Gyrosigma sp.
Gyrosigma wansbeckii (Donkin) Cleve
Pleurosigma angulatum W.Smith
Pleurosigma elongatum W.Smith

Ordem Achnanthales

Família Achnanthidiaceae

Espécie: *Lemnicola hungarica* (Grunow) F.E.Round & P.W.Basson

Classe Fragilariophyceae

Ordem Fragilariales

Família Fragilariaceae

Espécie: *Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Round in Round, R.M.Crawford & D.G.Mann

Fragillaria sp.

Synedra acus Kützing

Synedra sp.

Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg

Ordem Achnanthales

Família Cocconeidaceae

Espécie: *Cocconeis fluviatilis* J.H.Wallace

Cocconeis placentula Ehrenberg

Cocconeis sp.

Ordem Surirellales

Família Entomoneidaceae

Espécie: *Entomoneis alata* (Ehrenberg) Reimer in Patrick & Reimer

Família Surirellaceae

Espécie: *Surirella elegans* Ehrenberg

Surirella fastuosa (Ehrenberg) Ehrenberg

Surirella ovata Kützing

Surirella robusta Ehrenberg

Surirella sp.

Surirella splendida (Ehrenberg) Kützing

Surirella striatula Turpin

Ordem Cymbellales

Família Gomphonemataceae

Espécie: *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing

Ordem Rhaphoneidales

Família Rhaphoneidaceae

Espécie: *Rhaphoneis* sp.

Ordem Thalassionematales**Família** Thalassionemataceae

Espécie: *Thalassionema nitzschioides* (Grunow) Mereschkowsky

Divisão Dinophyta**Classe** Dinophyceae**Ordem** Gonyaulacales**Família** Ceratiaceae

Espécie: *Ceratium fusus* (Ehrenberg) Dujardin

Ceratium lineatum (Ehrenberg) Cleve

Ordem Peridiniales**Família** Protoperidiniaceae

Espécie: *Protoperidinium depressum* (Bailey) Balech

Protoperidinium leonis (Pavillard) Balech

Protoperidinium oceanicum (VanHöffen) Balech

Protoperidinium punctulatum (Paulsen) Balech

Protoperidinium sp.

Divisão Streptophyta**Classe** Zygnematophyceae**Ordem** Desmidiiales**Família** Desmidiaceae

Espécie: *Staurostrum* sp.

Família Closteriaceae

Espécie: *Closterium setaceum* Ehrenberg ex Ralfs

Divisão Chlorophyta**Classe** Chlorophyceae**Ordem** Sphaeropleales**Família** Scenedesmaceae

Espécie: *Tetrastrum* sp.

Ordem Sphaeropleales**Família** Hydrodictyaceae

Espécie: *Pediastrum simplex* Meyen

Divisão Cyanobacteria

Classe Cyanophyceae

Ordem Oscillatoriales

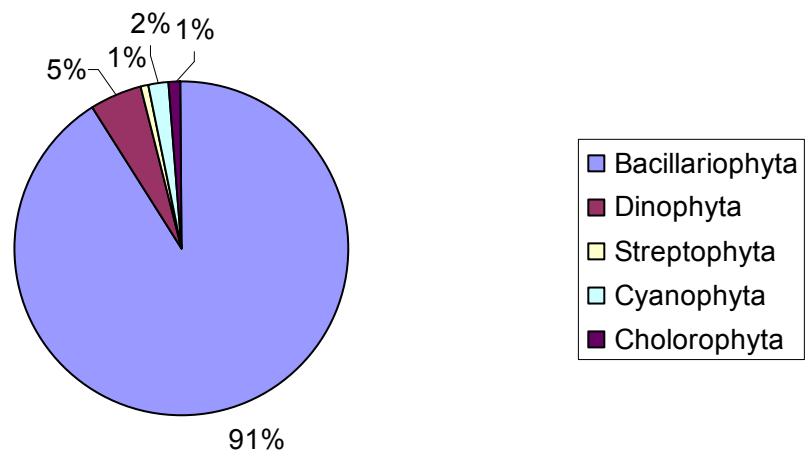
Família Oscillatoriaceae

Espécie: *Oscillatoria annae* van Goor

Oscillatoria sp1.

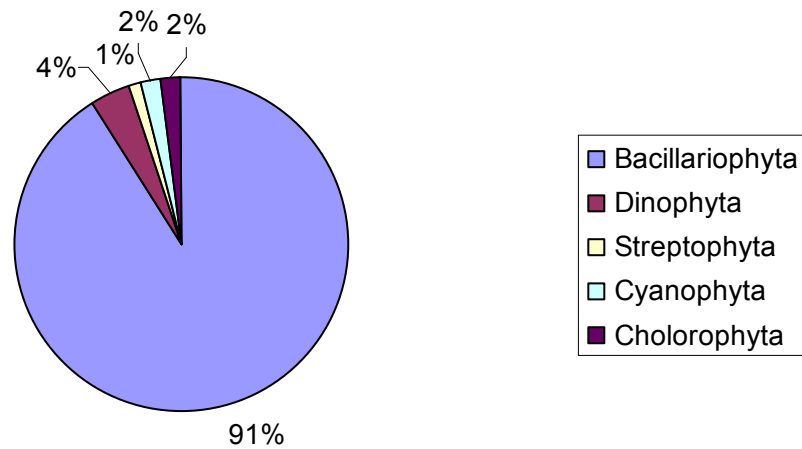
Oscillatoria sp2.

Figura 10 - Composição percentual do microfitoplâncton do estuário do rio Curupeté



No mês de maio, a comunidade fitoplanctônica esteve representada por 135 espécies distribuídos entre as divisões Bacillariophyta, Dinophyta, Cyanobacteria, Chlorophyta e Streptophyta. As diatomáceas foram o grupo com maior representatividade, com 91% do total de espécies para esse mês (123 espécies), seguidas pelos dinoflagelados (4%, seis espécies), cianofíceas (2%, três espécies), clorofíceas (2%, duas espécies) e estreptofíceas (1%, uma espécie) (Figura 11).

Figura 11 - Composição percentual do microfitoplâncton no mês de maio

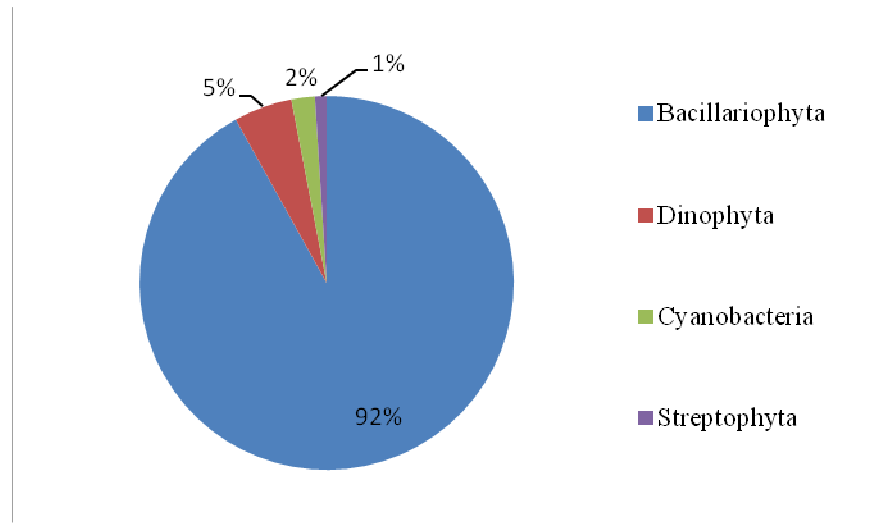


Os gêneros predominantes (com maior número de espécies) de diatomáceas foram *Nitzschia* (15 espécies), *Navicula* (11 espécies), *Coscinodiscus* e *Chaetoceros* (oito espécies cada).

O gênero de dinoflagelados com maior representatividade foi *Protoperidinium*, enquanto que, o de cianofíceas foi *Oscillatoria*. Não houve repetição de gêneros para Chlorophyta e Streptophyta.

No mês de outubro, a comunidade fitoplancônica esteve representada por 100 espécies distribuídas entre as divisões Bacillariophyta, Dinophyta, Cyanobacteria e Streptophyta. Novamente, as diatomáceas apresentaram-se mais representativas, com 92% do total de espécies encontrados neste mês (91 espécies), seguidas pelos dinoflagelados (5%, cinco espécies), cianofíceas (2%, duas espécies) e zignematofíceas (1%, uma espécie) (Figura 12).

Figura 12 - Composição percentual do microfitoplâncton no mês de outubro



Os gêneros predominantes (com maior número de espécies) de diatomáceas foram *Chaetoceros* (11 espécies), *Coscinodiscus* e *Nitzschia* (sete espécies cada) e *Navicula* (cinco espécies). O gênero de dinoflagelados com maior representatividade foi *Prorocentrum*, enquanto que, o de cianofíceas foi *Oscillatoria*. As estreptofíceas apresentaram apenas uma espécie.

Nas regiões estuarinas há a presença considerável de organismos do fitoplâncton, com destaque para as diatomáceas, pois são predominantes durante todo o ano sobre os demais grupos (PAIVA, 1991). As variações na composição desses organismos e as diversas associações que acontecem no espaço e no tempo são uma resposta rápida às modificações nas condições ambientais (HINO; TUNDISI; REYNOLDS, 1986).

De acordo com este estudo, a maioria das espécies que compõem o microfitoplâncton do estuário do rio Curupeté é diatomácea, nos dois períodos sazonais. No estuário do rio Curuçá as diatomáceas também se destacaram com maior número de espécies e maior abundância para agosto/04 e janeiro/05, segundo Costa (2010). Paiva (1991) e Reis, Moreira Júnior, Senna *et al.*, (2012a, 2012b) também chegaram à mesma conclusão estudando outras localidades de estuários amazônicos.

Dentre as espécies encontradas nesse trabalho, *Campylosira cymbelliformis* (A.Schmidt) Grunow ex Van Heurck foi a espécie mais abundante durante todo o ciclo nictimeral nos dois períodos sazonais (maio e outubro de 2013), apresentando forte dominância sobre as demais. Essa espécie é uma espécie marinha comum de ambientes bentônicos, geralmente está associada a grãos de areia e detritos e frequentemente está coberta com mucilagem (ROUND; CRAWFORD; MANN, 1990).

Sendo localizado em uma área de manguezal, o rio Curuperé apresenta um canal raso onde bancos de areia tem se depositado nos últimos tempos. A elevada densidade de *C. cymbelliformis* no local está associada a este fato.

Esta espécie também foi encontrada por Sousa, Costa, Pereira *et al.*, (2009) na ilha Canela, em Bragança (PA), em zona de arrebentação, porém em menor quantidade. Santos, Sena, Silva *et al.* (2010) encontraram a mesma espécie de forma representativa na baía de Maracanã, em Maracanã (PA), ambos os municípios localizados no nordeste paraense.

A segunda espécie mais abundante do mês de maio foi *Melosira nummuloides* C.Agardh. Rendall e Wilkinson (1986) afirmam que um dos principais fatores que influenciam o zoneamento e distribuição de algas dentro de estuários é a salinidade, o que ficou evidente para *M. nummuloides*, que apareceu em maior quantidade no mês em que a salinidade estava abaixo de cinco. Os mesmos autores também sugerem a relação entre essa espécie e a poluição do meio. É sabido que em maio houve maiores quantidades de nutrientes dissolvidos na coluna de água do rio Curuperé, sendo um meio propício para o estabelecimento dessa espécie.

As espécies mais abundantes de outubro depois de *C. cymbelliformis* foram *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve e *Thalassionema nitzschioides* (Grunow) Mereschowsky. Segundo Round, Crawford e Mann (1990), *S. costatum* é uma espécie planctônica marinha típica de regiões costeiras. Costa (2010) encontrou essa espécie em quantidade significativa no estuário do rio Curuçá. *T. nitzschioides* também é considerada uma espécie planctônica costeira, de comportamento meso a polialino, e considerada cosmopolita (PHYTOPEDIA, 2014), também encontrada com frequência por Costa (2010).

4.2.2 Riqueza em espécies

A riqueza em espécies fitoplanktonicas do rio Curuperé demonstrou ser mais alta no mês de maio (30 ± 5 espécies) do que no mês de outubro (15 ± 3 espécies).

Pôde-se perceber neste estudo que a riqueza específica apresentou-se maior nas marés enchentes, principalmente diurnas, nos dois períodos sazonais, devido a influência oceânica no meio.

A riqueza de espécies foi mais baixa em outubro do que em maio, pois, no mês de outubro a dominância da espécie *C. cymbelliformis* foi muito maior sobre as outras espécies.

4.2.3 Densidade do Microfitoplâncton

As concentrações mais elevadas do microfitoplâncton (células por litro) foram encontradas nas amostras do mês de outubro. No mês de maio, os valores de densidade fitoplanctônica variaram de 118 org.L⁻¹ a 1512 org.L⁻¹. No entanto, no mês de outubro, alcançaram valores que variaram entre 1696 org.L⁻¹ e 19210 org.L⁻¹.

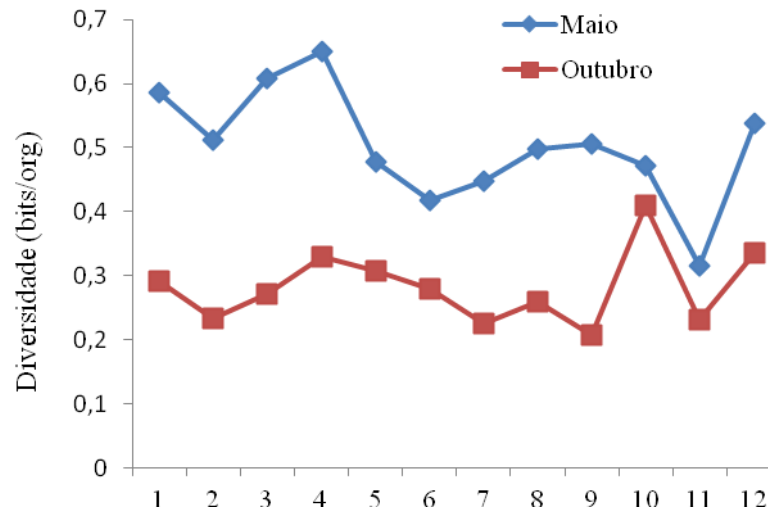
A espécie *Campylosira cymbelliformis* foi a principal responsável pelos valores de densidade registrados tanto para o mês de maio quanto para o mês de outubro.

Apesar da baixa concentração de nutrientes, a densidade de organismos por litro no estuário do rio Curupeté foi muito superior em outubro do que em maio, mostrando um comportamento diferente do que foi encontrado por Costa (2010) no estuário do rio Curuçá, onde houve maior densidade celular em período chuvoso do que no seco (os valores de densidade variaram entre 889 org.L⁻¹ e 22878 org.L⁻¹ no período seco e, 23000 org.L⁻¹ a 71056 org.L⁻¹ no período chuvoso. Este fato pode estar associado à transparência e a turbulência no canal deste rio, que é muito mais raso se comparado ao rio Curuçá.. No mês de maio, a transparência da água foi menor, devido a maior resuspensão de sedimentos do fundo, diminuindo desta forma, a zona fótica da coluna de água, limitando a predominância das espécies fitoplanctônicas.

4.2.4 Diversidade e equitabilidade

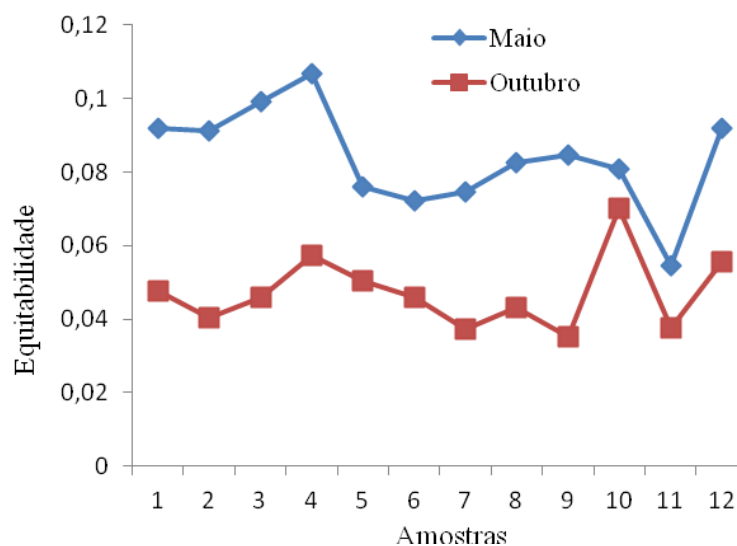
A diversidade específica na estação de coleta ao longo do período estudado variou entre 0,3164 bits.org⁻¹ e 0,6508 bits.org⁻¹ no mês de maio e entre 0,2078 bits.org⁻¹ e 0,4100 bits.org⁻¹ no mês de outubro, indicando que a comunidade fitoplanctônica local é caracterizada por ter uma diversidade muito baixa (valores inferiores a 1,0 bits.org⁻¹), com estrutura pouco diversificada (Figura 13).

Figura 13 - Diversidade do microfitoplâncton do rio Curupeté nos dois períodos sazonais



A equitabilidade das espécies apresentou-se muito próxima de zero, nos dois períodos sazonais. No mês de maio, a equitabilidade variou entre 0,054 a 0,106 e, no mês de outubro, variou entre 0,035 a 0,070, indicando a presença de uma espécie muito dominante nos dois meses (Figura 14).

Figura 14 – Equitabilidade do microfitoplâncton do rio Curupeté nos dois períodos sazonais



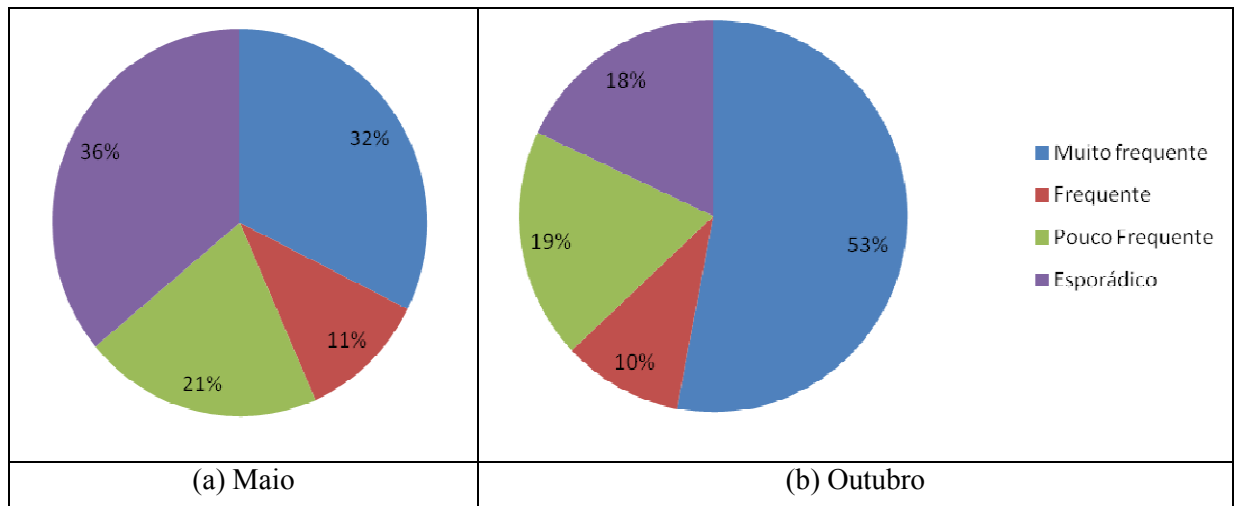
Nos dois períodos, a diversidade de espécies foi considerada como muito baixa e a equitabilidade de ambos esteve próximo de zero, demonstrando o quanto *C. cymbelliformis*

tem limitado a distribuição das demais espécies neste estuário, principalmente em outubro, quando os valores de diversidade e equitabilidade se mostraram ainda menores.

4.2.5 Frequência de Ocorrência

Dentre as espécies registradas para o mês de maio, 44 foram consideradas como muito frequentes, correspondendo a 32% do total. Quinze foram consideradas frequentes (11%), 28 como pouco frequentes (21%) e 49 foram consideradas esporádicas (36%) (Figura 15a). No mês de outubro, porém, 53 espécies foram consideradas muito frequentes (53% do total), 10 foram consideradas frequentes (10%), 19 como pouco frequentes (19%) e 18 como esporádicas (Figura 15b).

Figura 15 – Frequência de ocorrência das espécies registradas para o mês de maio e outubro



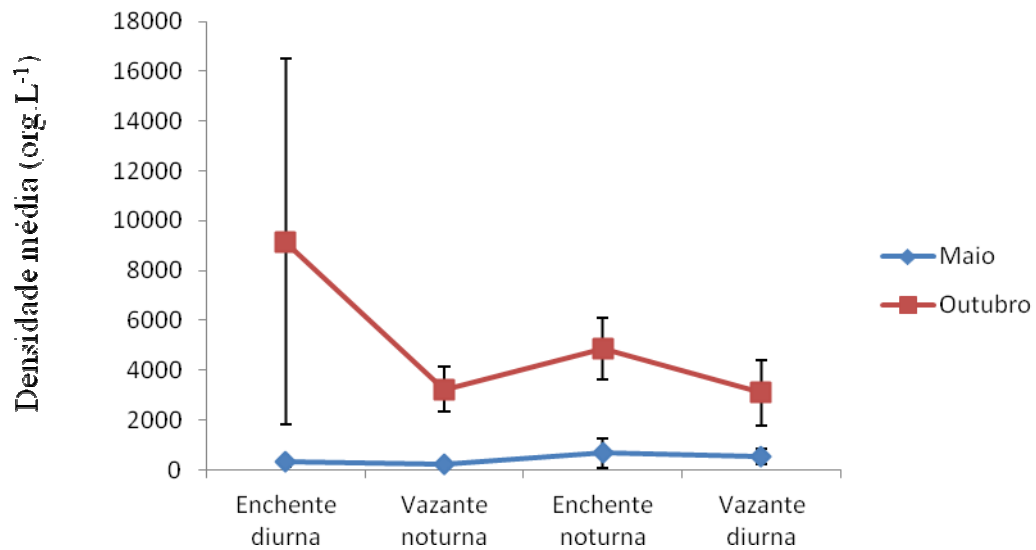
A frequência de ocorrência também se mostrou diferente para cada período sazonal. No mês de maio, a maior quantidade de espécies encontradas foi classificada como esporádica, enquanto que, no mês de outubro, as espécies consideradas muito frequentes se apresentaram em maior quantidade. A sazonalidade e o aumento da dominância de *C. cymbelliformis* de um período para outro pode ser o principal contribuinte para a mudança na frequência das espécies, pois a mesma parece influenciar fortemente o comportamento das outras.

4.2.6 Variação nictimeral da fitoflora fitoplanctônica

No mês de maio foram contabilizados, em média, 310 org.L⁻¹ na enchente diurna, 249 org.L⁻¹ na vazante noturna, 683 org.L⁻¹ na enchente noturna e 515 org.L⁻¹ na vazante diurna. Em outubro, foram contabilizados, em média, 9166 org.L⁻¹ na enchente diurna, 3219 org.L⁻¹

na vazante noturna, 4869 org.L⁻¹ na enchente noturna e 3093 org.L⁻¹ na vazante diurna (Figura 16).

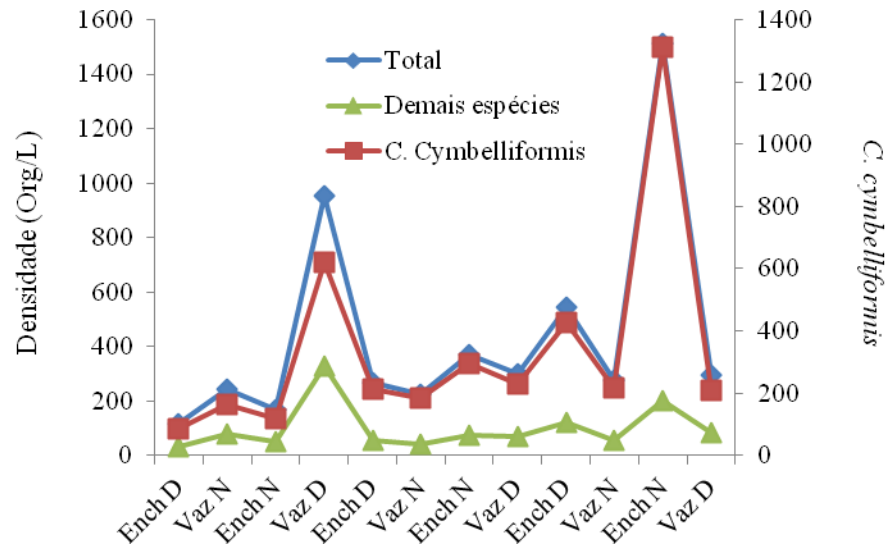
Figura 16 - Variação da densidade média (org.L⁻¹) do microfitoplâncton do estuário do rio Curupeté em maio e outubro, durante marés enchentes e vazantes



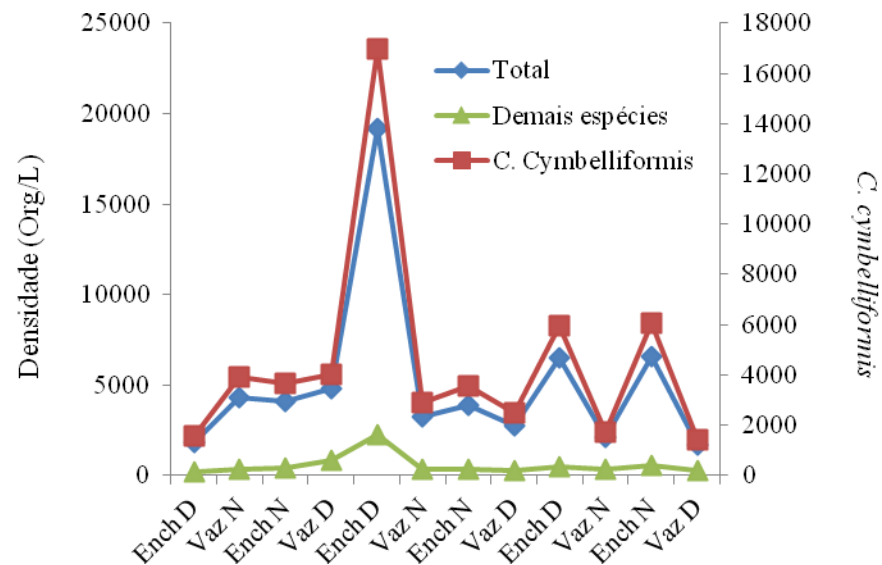
Ao longo de um ciclo nictimeral, também é possível observar o comportamento das espécies fitoplanctônicas, principalmente da mais abundante (*C. cymbelliformis*) em relação às demais espécies encontradas (Figura 17).

Figura 17 – Comportamento de *C. cymbelliformis* comparado ao comportamento das demais espécies, no mês de maio (a) e no mês de outubro (b)

(a)



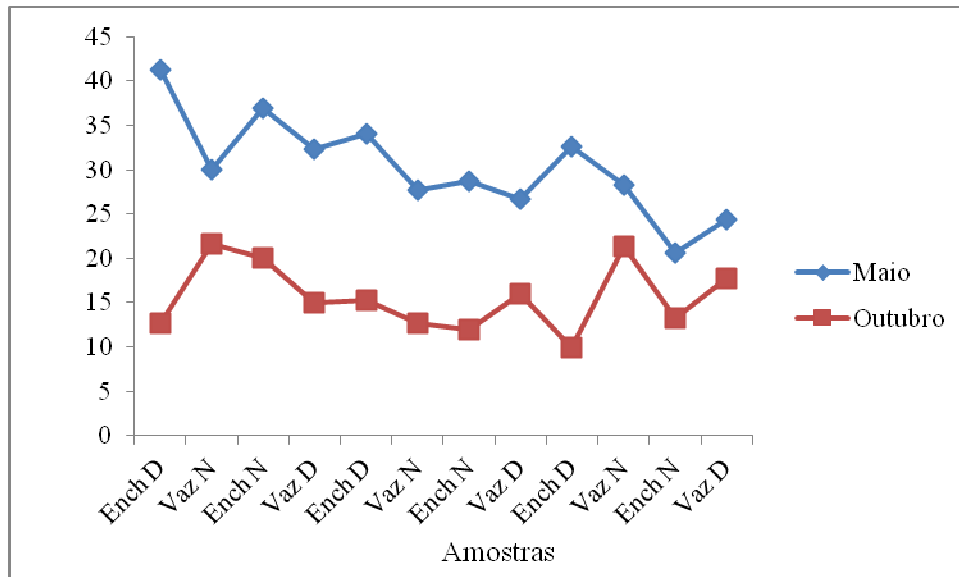
(b)



Em maio, as maiores concentrações celulares estiveram presentes em uma vazante diurna e em uma enchente noturna, enquanto que, em outubro, as maiores concentrações celulares estiveram presentes em uma enchente diurna. A variação da marés, ao longo do dia, é importante na oscilação da densidade celular, nos dois períodos, porém, os horários de luz solar se mostraram de vital importância para o aumento da densidade fitoplanctônica, para que se processe suas atividades metabólicas. A elevada densidade de *C. cymbelliformis* em todos os horários de maré, em relação às demais espécies mostra a alta adaptabilidade dessa espécie, que se mostra fortemente atuante sobre a comunidade, às variações ao longo do dia.

A riqueza em espécies de maio e de outubro se mostrou elevada em marés enchentes e vazantes diurnas (Figura 18).

Figura 18 – Variação nictimeral da riqueza em espécies do estuário do rio Curupeté



Marés enchentes trazem consigo espécies oceânicas, porém, novamente, a luz solar se mostrou fator chave para que ainda mais espécies possam ocupar o ambiente e aproveitar este recurso.

5 CONCLUSÃO

A comunidade fitoplanctônica do rio Curupeté, Curuçá (PA) esteve composta por 151 táxons subgenéricos distribuídos em 56 gêneros, 38 famílias, sete classes e cinco divisões (Bacillariophyta, Dinophyta, Cyanobacteria, Chlorophyta e Streptophyta). As diatomáceas foram o grupo com maior representatividade, sendo mais importantes os gêneros *Nitzschia*, *Navicula*, *Coscinodiscus* e *Chaetoceros*, além de *Protoperidinium* (Dinophyta) e *Oscillatoria* (Cyanobacteria).

Apesar da considerável riqueza em espécies registrada, a comunidade apresentou uma estrutura pouquíssimo diversificada. A espécie *Campylosira cymbelliformis* foi dominante em ambos os períodos sazonais, limitando, dessa maneira, a presença das demais espécies neste estuário.

A região apresenta uma ciclo sazonal bem definido, com diferença significativa entre os períodos de maior e menor pluviosidade causando uma variação significativa dos demais parâmetros físico-químicos e biológicos mensurados no rio Curupeté, no estuário de Curuçá (PA). No período de maior pluviosidade (maio), houve elevadas quantidades dos nutrientes mensurados, consequência da maior vazão e lixiviação do rio, que aporta maior quantidade de materiais para o meio aquático, enquanto que, no período de menor pluviosidade, a quantidade desses nutrientes caiu drasticamente.

Os padrões de riqueza, diversidade e equitabilidade da comunidade acompanharam os padrões de variação sazonal dos componentes abióticos do sistema. As concentrações mais elevadas do microfitoplâncton, no entanto, ocorreram no mês de outubro (menor pluviosidade), ao contrário do esperado. A espécie *Campylosira cymbelliformis* foi a principal responsável por estes valores de densidade registrados. Apesar da baixa concentração de nutrientes, os padrões ambientais vigentes nesse período favorecem ainda mais esta espécie. Esta é apontada como uma espécie marinha comum de ambientes bentônicos, geralmente associada a grãos de areia e detritos.

Outras espécies abundantes no sistema, como *Skeletonema costatum* e *Thalassionema nitzschioides* são espécies planctônicas marinhas típicas de regiões costeiras e comuns no estuário do rio Curuçá.

Melosira nummuloides, espécie abundante no mês maio teve sua distribuição influenciada pelos padrões de salinidade, sendo mais frequente em baixa salinidade e provavelmente com o aumento de nutrientes nitrogenados dissolvidos na coluna de água nesse período.

A variação da abundância, diversidade e riqueza de espécies ao longo do dia também foi perceptível, com as marés agindo fortemente na oscilação desses valores, nos dois períodos sazonais, porém as marés de horário diurno tiveram vital influência na dinâmica do microfitoplâncton, pois é deste recurso que a comunidade se utiliza para a atividade fotossintética.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, A.C.Z; AMARAL, E.H.M; LEITE, F.P.P; GIANUCA, N.M. *Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha: diagnóstico sobre praias arenosas*. Disponível em: <http://www.fat.org.br/workshop/costa/praias/>. Acesso em: 15 de jun. 2006, 1999.
- APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21. ed. 4500, 2005.
- AYOADE, J.O. *Introdução à Climatologia para os Trópicos*. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 332 p.
- AYRES, M; AYRES JÚNIOR. M; AYRES. D.L; SANTOS, A.A.S. BioEstat 5.0 - Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Software. Belém: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá-IDS/MCT/CNPq, 2007.
- BENICIO, M.C.S. *Distribuição espaço-temporal dos organismos fitoplanctônicos ao largo da costa do estado do Amapá- Operação Norte II e III. (REVIZEE/SCORE-NO)*. 2002. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Pará, Centro de Ciências Biológicas, 2002.
- BENICIO, M. C. S.; BELUCIO, L. F. Distribuição espaço-temporal dos organismos fitoplanctônicos ao largo da costa do Amapá Operações Norte II e III (REVIZEE/SCORE NO). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 3.; CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE OCEANOGRAFIA, 1., 2008, Fortaleza (CE). *Anais...* Fortaleza: AOCEANO, 2008.
- BICUDO, C.E.M; MENEZES, M. (Org.) *Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil (chave para identificação e descrições)*. São Carlos: RiMA, 2005. 508 p.
- BONECKER, A.C.T; BONECKER, S.L.C; BASSANI, C. Plâncton Marinho. In: PEREIRA; SOARES-GOMES (Org.). *Biologia Marinha*. 2. Ed. rev. aum. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 215 – 259, 2009.
- BRANDINI, P.F; LOPES, R.M; GUTSEIT, K.S; SPACH, H.L.E.; SASSI, R. *Planctonologia na Plataforma Continental do Brasil*. Fundação de Estudos do Mar (FEMAR), Rio de Janeiro, 1997.
- CALAZANS, D; MUELBERT, J.H; MUXAGATA, E. Organismos Planctônicos. In: CALAZANS, D. (Org.). *Estudos Oceanográficos: do instrumental ao prático*. Pelotas: Ed. Textos, 2011. 462 p.
- CARMOUZE, J.P. *O Metabolismo dos Ecossistemas Aquáticos*. São Paulo: Edgard Blücher, 1994, 254p.
- CAVALCANTI, L.B. Variações de condições hidrológicas da clorofila a associados ao cultivo de camarão marinho *Litopenaeus vanammei* (Bonne, 1931), na região estuarina do rio Paraíba do Norte (Paraíba – Brasil). 2003. 146f. Tese (Doutorado em Oceanografia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.
- COSTA, B.O. *Variação nictemeral do microfitoplâncton em um estuário do nordeste paraense, Brasil*. 2010. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

COSTA, V. B. ; BELUCIO, L. F. . Variação nictemeral da comunidade fitoplanctônica na plataforma continental do Rio Amazonas (Programa REVIZEE/ SCORE NO 1999). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 2., 2005, Vitória (ES). *Anais ...* Vitória (ES), AOCEANO, 2005.

CUPP, E.D. *Marine Plankton diatoms of the West Coast of North America*. La Jolla: Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography of the University of the California, 5, 1943. 238 p.

DHN. *Diretoria de Hidrografia e Navegação*. Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/~dhn/tabuas>>. Acesso em: 15 abr. 2013.

DIAZ, R.P.O. *As populações pesqueiras e a Maricultura: Um olhar sobre os processos de diminuição dos recursos pesqueiros no litoral paraense – Resex Mãe Grande de Curuçá*. 2012. 100f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

EL-ROBRINI, M., ALVES, M.A.M.S., SOUZA FILHO, P.W.M., EL-ROBRINI, M.H.S., SILVA JÚNIOR, O.G. & FRANÇA, C.F. Atlas de erosão e progradação da zona costeira do Estado do Pará – Região Amazônica: Áreas oceânica e estuarina. In: Muehe, D. (Ed.). *Atlas de Erosão e Progradação da Zona Costeira Brasileira*. São Paulo, 1-34, 2006.

FAIRBRIDGE, R.W. The estuary: its definition and geodynamic cycle. In: Olausson, E.; Cato, I. (Eds.) *Chemistry and Biogeochemistry of Estuaries*. New York: John Wiley and Sons, 1-35, 1980.

FARIAS, A.M. *Fitoplâncton da ZEE Norte Adjacente ao Estado do Amapá*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2004.

FERREIRA, C.P; BELÚCIO, L.F; SOUZA, R.A.L. Manguezais: Frágeis e ameaçados. In: SOUZA, R.A.L (Org.). *Ecossistemas Aquáticos, Bases para o conhecimento*. Belém: EdUfra, 85 – 108, 2013.

FIGUEIREDO, E.M. *Uma estrada na reserva: Impactos sócio-ambientais da PA 136 em Mãe Grande, Curuçá (PA)*. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). UFPA/EMBRAPA/ Museu Emilio Goeldi, Belém, 2007.

FLORES MONTES, M.J. *Variação nictemeral do fitoplâncton e parâmetros hidrológicos no canal de Santa Cruz, Itamaracá, Brasil*. (Tese de Doutorado), Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1996. 199 p.

FRANCESCHINI, I.M; BURLIGA, A.L; REVIERS, B; PRADO, J.F; RÉZIG, S.H. *Algas, Uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica*. Porto Alegre: Artmed, 2010. 332 p.

GARRISON, T. *Fundamentos de Oceanografia*. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010. 440 p.

HINO, K; TUNDISI, J. G; REYNOLDS, C. S. Vertical distribution of phytoplankton in a stratified lake (Lago Dom Helvécio, Southeastern Brazil). *Japanese Journal of Limnology*, Japão, v. 47, n.3, 239-246, 1986.

KNOPPERS, B; SOUZA, W.F.L; EKAU, W; FIGUEIREDO, A.G; SOARES-GOMES, A. A interface terra-mar do Brasil. In: PEREIRA, C.P; SOARES-GOMES, A. (Org.). *Biologia Marinha*. 2. Ed. rev. aum. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 529 – 553, 2009.

- KÖPPEN, W. 1948. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Económica. México. 479 p.
- LOURENÇO, S.O; MARQUES JÚNIOR, A.N. Produção Primária Marinha. In: PEREIRA R.C; SOARES-GOMES, A. (Org.). *Biologia Marinha*. 2ª. Ed. rev. aum. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 195 – 227. 2009.
- MACEDO, S. J, FLORES MONTES, M. J; LINS, I. C. Características abióticas da área. In: H. M. Barros, E. Eskinazi-Leça, S. J. Macêdo & T. Lima. (Org.). *Gerenciamento participativo de estuários e manguezais*. Ed. Universitária da UFPE, Recife, 7 – 25, 2000.
- MAGALHÃES, A. BESSA, R.S.C; PEREIRA, L.C.C; COSTA, R.M. Variação temporal da composição, ocorrência e distribuição dos Copepoda (Crustacea) do estuário do Taperaçu, Pará, Brasil. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.*, Belém, v. 4, n. 2, p. 133-148, 2009.
- MATEUCCI, S.D; COLMA, A. *La Metodología para el Estudio de la Vegetación. Coleccion de Monografías Científicas*. Série Biología. [s.1], n.22, 1982. 168 p.
- MELLO, C.P.; CARVALHO, E.A.; Silva, N.S. M.; MENEZES, M.P.M.; Almeida, L.F. As angiospermas de alguns manguezais paraenses. *Proceedings of the III Workshop ECOLAB*. Belém, Pará, Brazil. 108-110. 1995.
- MENEZES, M.P.M. *Caracterização estrutural dos bosques de mangue do rio Curupeté, no município de Curuçá (Pa)*. 1994, 38f, Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) Universidade Federal do Pará. Belém, Pará, Brazil, 1994.
- MORAES, A.F.M; SANTOS, C.C; SENA, B.C.P; FARIAS, A.M; BELÚCIO, L.F. Análise Comparativa do fitoplâncton estuarino em Curuçá – PA, sob influência de uma fazenda de carcinicultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOLOGIA MARINHA, 2., 2009, Armação de Búzios. *Anais...Armação de Búzios*, ABBM, 2009. CD-ROM.
- MOREIRA-FILHO, H.; VALENTE-MOREIRA, I.M; CECY, I.I.T. Diatomáceas do Rio Guamá. Belém. *Leandra*, ³/₄, n. 4, v. 5, p. 123-135, 1974.
- NITTROUER, C.A.; DEMASTER, D.J. The Amazon shelf setting: tropical, energetic, and influenced by a large river. *Continental Shelf Research*, n 16: 553-574, 1996.
- PAIVA, R.S. Composição e Biomassa do Fitoplâncton da Baía do Guajará (Pará – Brasil). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1991.
- PAIVA, R.S. & ESKINAZI-LEÇA, E. Variação da densidade (células/litro) do fitoplâncton na Baía de Guajará (Pará - Brasil). In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLÂNCTON, Recife, *Anais...* Recife, UFPE, 123-138, 1991.
- PALHETA, G.D.A. *Composição e Distribuição Espaço Temporal de Ovos e Larvas de Peixes, Nos Estuários dos Rios Curuçá e Muriá (Curuçá-Pará)*. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Universidade Federal do Pará, UFPA, Brasil. 2005.
- PEREIRA, C.T.C; GIARRIZZO, T; JESUS, A.J.S; MARTINELLI, J.M. Caracterização do efluente de cultivo de *Litopenaeus vannamei* no estuário do rio Curuçá (PA). In: BARROSO, G.F; POERSCH, L.H.S; CAVALLI, R.O (Orgs.) *Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e socioeconômicos*. Rio de Janeiro: Editora do Museu Nacional, 291-301, 2007.

PEREIRA FILHO, J.; SPILLERE, L.C; SCHETTINI, C.A.F. Dinâmica de nutrientes na região portuária do estuário do rio Itajaí – Açu, SC. *Atlântica*, Rio Grande, n. 25, v. 1, p. 11-20, 2003.

PHYTOPEDIA. The Phytoplankton Encyclopaedia Project. *Thalassionema nitzschioides*. Disponível em: <http://www.eos.ubc.ca/research/phytoplankton/diatoms/pennate/thalassionema/t_nitzschioides.html>. Acesso em: 29/01/2014. 2014.

PIELOU, E. C. *An Introduction to Mathematical Ecology*. New York: John Wiley and Sons, 1969.

PINHEIRO, S.C.C; PEREIRA, L.C.C; LEITE, R.N; CARMONA, P.M; COSTA, R.M. Dinâmica e estrutura populacional do Zooplâncton no canal de Chavascal-PA (litoral amazônico), Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, nº especial 2 Manguezais do Brasil, 2009.

PINCNEY, J.L; PEARL, H.W; HARRINGTON, M.B; HOWE, K.E. Annual cycles of phytoplankton community structure and bloom dynamics in the Neuse River Estuary, NC. *Mar. Biol.*, n. 131, p. 371–382, 1998.

RANIERI, L.A; EL-ROBRINI, M. Comportamento morfodinâmico sazonal da Praia da Romana, Ilha dos Guarás (NE do Pará), como indicativo do transporte litorâneo da área. *Pesquisas em Geociências*, v. 39, n. 3, p. 231-246, 2012.

REIS, F.N; MOREIRA JÚNIOR, R.H.M; FARIAS, A.M; BELÚCIO, L.F. Composição do microfitoplâncton da praia do Marahu (Belém, Pará, Brasil) em dois períodos de maré (2010). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 5., 2012, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: AOCEANO, 2012a. CD-ROM.

REIS, F.N; MOREIRA JÚNIOR, R.H.M; REIS, L.T.L; SENNA, L.C.C; FARIAS, A.M; BELÚCIO, L.F. Variação nictemeral do fitoplâncton da praia Nova (Ilha de Colares, Pará, Brasil). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 5., 2012, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: AOCEANO, 2012b. CD-ROM.

RENDALL, D.A; WILKINSON, M. Environmental tolerance of the estuarine diatom *Melosira nummuloides* (Dillw.) Ag. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, n. 102, p. 133-151, 1986.

REZENDE, C.E; LACERDA, L.D; BERNINI, E; SILVA, C.A.R; OVALLE, A.R.C; ARAGON, G.T. Ecologia e Biogeoquímica de Manguezal. In: PEREIRA, C.P; SOARES-GOMES, A. (Org.). *Biologia Marinha*. 2. Ed. rev. aum. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 361 – 382, 2009.

RICKLEFS, R. *A economia da natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 70 p.

ROUND, F.E; CRAWFORD, R.M; MANN, D.G. *The Diatoms, Biology e Morphology of the Genera*. Cambridge: Cambridge University, 1990. 747 p.

SANTANA, D.S. *Composição florística e variação espaço-temporal dos parâmetros ambientais e da biomassa fitoplanctônica do estuário do rio Marapanim (Pará – Brasil)*. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca), Universidade Federal do Pará, Belém, 2004.

SANTOS, M.L.S; MUNIZ, K. Variação nictemeral de parâmetros abióticos e Clorofila a em uma estação oceanográfica na Plataforma Continental do Amazonas. *Atlântica*, Rio Grande, n. 32, v. 2, 237-246, 2010.

SANTOS, C.C; REIS, L.S; SENA, B.C.P; FARIAS, A.M; BELÚCIO, L.F. Microfitoplâncton na praia do Chapéu Virado, ilha do Mosqueiro (Belém, PA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 4., 2010, Rio Grande. *Anais...* Rio Grande: AOCEANO, 2010a. CD-ROM.

SANTOS, C.C; SENA, B.C.P; SILVA, E.G; FARIAS, A.M; BELÚCIO, L.F. Levantamento da comunidade fitoplanctônica na baía de Maracanã (Vila de Suá-Suá), município de Maracanã – PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 4., 2010, Rio Grande. *Anais...* Rio Grande: AOCEANO, 2010b. CD-ROM.

SEPAQ. Secretaria de Estado de Pesca e Aquicultura. *Estação Curuperé – Curuçá*. Disponível em: <<http://www.sepaq.pa.gov.br>>. Acesso em: 24 dez. 2013.

SHANNON, C.E. A mathematical theory of communication. *Bulletin of System Technology Journal*, n. 27, 379-423, 1948.

SILVA, M. ; TABARANA, P. P. B. P. G. ; Rodrigues, E. H. ; FARIAS, A. M. ; BELUCIO, L. F. . Ficoflórula do Rio Araquaim, Município de Curuçá (PA, Brasil). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 3.; CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE OCEANOGRAFIA, 1., 2008, Fortaleza (CE). *Anais...* Fortaleza: AOCEANO, 2008.

SISTEMA DE VENEZA. Symposium on the classification of brackish waters. *Archives Limnology and Oceanography*, n. 11, 1-248, 1958.

SOUZA, E.B; COSTA, V.B; PEREIRA, L.C.C; COSTA; R.M. Variação temporal do fitoplâncton e dos parâmetros hidrológicos da zona de arrebentação da Ilha Canela (Bragança, Pará, Brasil). *Acta bot. bras.*, n. 23, v. 4, p. 1084-1095, 2009.

SOUZA FILHO, P.W.M. *A Planície Costeira Bragantina (NE do Pará): Influência das Variações do Nível do Mar na Morfoestratigrafia Costeira durante o Holoceno*. 1995. 123f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1995.

SOUZA FILHO, P.W.M; PARADELLA, W.R. Recognition of the main geobotanical features along the Bragança mangrove coast (Brazilian Amazon Region) from Landsat TM and RADARSAT-1 data. *Wetlands Ecology and Management*, n. 10, v. 2, p. 123-132, 2002.

TOMAS, C.R. (Org.). *Identifying Marine Phytoplankton*. San Diego: Academic Press, 1997. 858 p.