

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E
CONSERVAÇÃO

**Alimentação da tainha *Mugil curema* (Perciformes: Mugilidae) e
caracterização ambiental do Estuário do Rio Paraíba do Norte**

ANTONIO GOMES DA SILVA NETO

Campina Grande - PB

Fevereiro - 2012

ANTONIO GOMES DA SILVA NETO

**Alimentação da tainha *Mugil curema* (Perciformes: Mugilidae) e
caracterização ambiental do Estuário do Rio Paraíba do Norte**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientadora: Ana Lúcia Vendel

Co-orientador: José Etham de Lucena Barbosa

Campina Grande - PB

Fevereiro - 2012

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL – UEPB

S586a Silva Neto, Antonio Gomes da.
Alimentação da tainha Mugil curema (Perciformes: Mugilidae) e caracterização ambiental do estuário do Rio Paraíba do Norte [manuscrito]. / Antonio Gomes da Silva Neto. – 2012.

52 f.:il; color.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2012.

“Orientação: Profa. Dra. Ana Lúcia Vende, Departamento de Biologia”.

1. Conteúdo estomacal. 2. Fitoplâncton. 3. eutrofização.
4. Estuário. I. Título.

21. ed. CDD 639.311

ANTONIO GOMES DA SILVA NETO

**Alimentação da tainha *Mugil curema* (Perciformes: Mugilidae) e
caracterização ambiental do Estuário do Rio Paraíba do Norte**

Aprovado em 27 de fevereiro de 2012

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Ana Lúcia Vendel

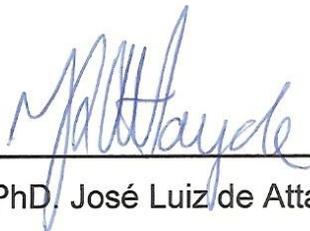
(Orientadora)

Universidade Estadual da Paraíba



Prof. Dr. Ênio Wocylly Dantas

Universidade Estadual da Paraíba



Prof. PhD. José Luiz de Attayde

Universidade Federal Rio Grande do Norte

AGRADECIMENTOS

- A Deus pelas conquistas, pelos obstáculos a serem vencidos, pela coragem que me deu de enfrentar os problemas e seguir.
- Ao programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba, pela formação e compromisso, e a CAPES, pela concessão da Bolsa.
- À Dra. Ana Lúcia Vendel, pela preciosa orientação, paciência, amizade, dedicação e responsabilidade, importantes para a conclusão deste trabalho, como na minha formação profissional e pessoal.
- Ao Dr. José Etham de Lucena Barbosa, por ceder espaço-físico e apoio, incentivo e amizade importante para a realização do projeto.
- Aos Drs. Ênio Wocylí Dantas e José Luiz de Attayde, na aceitação em fazer parte desta banca.
- À equipe do laboratório de Ictiologia da UEPB, Bárbara, Jéssica, Tayná, Raphaela e Luís pelo apoio em campo e nos trabalhos em laboratório, incentivo e amizade, aos pescadores Marccone e Júnior pela eficiência nas coletas.
- À equipe técnica do laboratório de Ecologia aquática da UEPB, particularmente a Adriano Melo pelo apoio e suporte técnico na análise química, as amigas Raquel Cordeiro e Silvana Azevedo, pelo companheirismo e muitas horas em análise microscópicas, pelo apoio, incentivo e amizade.
- Aos colegas e amigos de Pós-graduação Maria Bethânia, Klívia Rilavia, Fernanda, Elimar, Macelly, Allan, Thiago, Hermes, Ericka, Camilo, Ludmila, Tatiane, Márcio, pelo companheirismo durante o curso.
- Aos amigos Robson Cesar, Renata Leandro, Joseilson Lima, Eline Nayara, Mariana, George, Rodolfo, Heloísa, Jordanny, Daniele Jovem, Evaldo, Gabrielle Joanne, Alexandre, Cleyton, André, Mairis pelo apoio em todos os momentos.

- Aos meus pais Sônia Maria Lima e Antonio Gomes Júnior, pelo incentivo, amizade e carinho incondicionais.
- Aos meus irmãos, Cayo Lima, Isabelle Lima, Luís Antonio, pelo incentivo e companheirismo.
- E a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a concretização deste trabalho.

ÍNDICE

Agradecimentos	
Índice	
Lista de Figuras	
Lista de Tabelas	
Resumo	10
Abstract	11
Introdução	12
Material e Métodos	15
Área de Estudo.....	15
Coleta de Peixes.....	16
Fitoplâncton.....	17
Variáveis físicos e químicos.....	19
Tratamento de Dados.....	20
Resultados	21
Estrutura da população.....	21
Proporção sexual.....	22
Conteúdo Estomacal.....	22
Análise qualitativa do fitoplâncton da água.....	25
Análise quantitativa do fitoplâncton da água.....	26
Biomassa.....	29
Fatores abióticos.....	31
Pluviosidade.....	31
Temperatura.....	31
Salinidade.....	32
Transparência.....	32
pH.....	32
Série Nitrogenada.....	33
Série Fosfatada.....	35
Discussão	36
Conclusões	43
Referências	44
Anexo	50

LISTA DE TABELAS

Fig. 01: Localização dos pontos amostrais no Estuário do Rio Paraíba do Norte, PB, Brasil.	16
Fig. 02: Distribuição temporal do comprimento total (mm) de <i>M. curema</i> entre julho/10 e junho/11 no Estuário do Rio Paraíba do Norte (meses abril e maio retirados por ausência de captura).	21
Fig. 03: Relação peso-comprimento para <i>M. curema</i> (n=130), capturadas entre julho/10 e junho/11, no Estuário do Rio Paraíba do Norte.	22
Fig. 04: Distribuição temporal do peso dos estômagos de <i>M. curema</i> coletadas entre julho/10 e junho/11, no Estuário do Rio Paraíba do Norte.	23
Fig. 05: Itens alimentares nos estômagos de <i>M. curema</i> coletadas no Estuário do Rio Paraíba do Norte, de julho/10 a junho/2011.	23
Fig. 06: Frequência de ocorrências das espécies capturadas na água do Estuário do Rio Paraíba do Norte, de julho/10 a junho/11.	24
Fig.07: Densidade total da comunidade fitoplanctônica temporalmente entre julho/10 e junho/11 no Estuário do Rio Paraíba do Norte.	28
Fig. 08: Análise de correspondência Canônica entre parâmetros físico-químicos espécies eviáveis ambientais	29
Fig.09: Distribuição da biomassa feofitina (A) e clorofila a (B) no Estuário do Rio Paraíba do Norte, entre julho/10 e junho/11.	30
Fig. 10: Precipitação acumulada dos 30 dias que antecedem as coletas, dados da bacia de drenagem Rio Paraíba do Norte do período julho/10 a junho/11 (Fonte: PROCLIMA, 2011).	31
Fig.11: Distribuição temporal do pH entre julho/10 e junho/11 no Estuário do Rio Paraíba do Norte.	32
Fig.12: Distribuição espaço/temporal do íon amônio de julho/10 a junho/11 no Estuário do Rio Paraíba do Norte.	33
Fig.13: Distribuição espaço/temporal do Nitrato entre julho/10 e junho/11 no Estuário do Rio Paraíba do Norte.	34
Fig.14: Distribuição espaço/temporal do Nitrito entre julho/10 e junho/11 no Estuário do Rio Paraíba do Norte.	34
Fig. 15: Distribuição espaço/temporal do ortofosfato (PO_4) entre julho/10 e junho/11 no Estuário do Rio Paraíba do Norte.	35
Fig.16: Distribuição espaço/temporal do Fósforo Total de julho/10 a junho/11, no Estuário do Rio Paraíba do Norte.	35

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tab. 01. Parâmetros e metodologia utilizada na estimativa das variáveis físicas e químicas. 20

RESUMO

Mugil curema Valenciennes, 1836, uma espécie de grande importância econômica, ocorre principalmente em áreas costeiras e estuarinas, as quais utiliza para alimentação. Essas áreas, por sua vez, sofrem grandes impactos antropogênicos. Esse estudo objetivou aprofundar o conhecimento sobre a alimentação de *M. curema* e a influência das condições ambientais sobre esses peixes, associado às variações físico-químicas da água. No estado da Paraíba, o Rio Paraíba do Norte sofre impacto contínuo decorrente de atividades antrópicas, isso possivelmente interfere no comportamento e no ciclo biológico de diversas espécies no local. A qualidade da água e do substrato é fundamental para a manutenção de organismos na base das cadeias tróficas, assim como a dos próprios peixes em seus estágios ontogenéticos iniciais, particularmente mais suscetíveis a desequilíbrios ambientais e à mortalidade. Este trabalho testou a hipótese de que as elevadas cargas de nutrientes no estuário favorecem o aumento da comunidade algal, devido ao processo de eutrofização, influenciando positivamente na dieta e abundância de *M. curema*. A pesquisa foi desenvolvida no Estuário do Rio Paraíba do Norte, por meio de amostragens mensais, de julho de 2010 a junho de 2011, em quatro pontos do estuário. Foram também realizadas coletas qualitativas e quantitativas de fitoplâncton e de água para análise físico-química. Foram coletados 130 indivíduos de *M. curema*, cujos estômagos foram analisados. *Cyclotella* e *Coscinodiscus* foram os principais recursos fitoplanctônicos da dieta de *M. curema*. As análises apontam a possibilidade de que os indivíduos sejam seletivos quanto aos itens alimentares, pois mesmo havendo alta densidade de algumas espécies na água, elas não ocorreram nos estômagos analisados. A pluviosidade da bacia de drenagem do Estuário do Rio Paraíba do Norte exerce grande influência sobre sua qualidade de água, tanto nos nutrientes carregados como na redução da salinidade. Concluiu-se que a dieta de *M. curema* constituiu-se basicamente de Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae, Cianobactérias e sedimento, e que tanto tainhas jovens, quanto adultas utilizam o estuário como área de alimentação.

Palavras-chave: conteúdo estomacal, fitoplâncton, eutrofização, estuário.

ABSTRACT

Mugil curema Valenciennes, 1836, is a species of great economic importance, it occurs mainly in estuarine and coastal areas which they are used for food. These areas are subjected to strong anthropogenic impacts. This study aimed to deepen the knowledge on the feeding of *M. curema* and the influence of physical-chemical variables on diet these animals. In the state of Paraíba, Rio Paraíba do Norte suffers due to the continuing impact of human activities, it may interfere with the behavior and life cycle of various species on site. The water quality and substrate is critical for maintaining the base bodies of food chains, as well as the fish themselves in their initial stages ontogenetic particularly susceptible to environmental unbalance and mortality. This study tested hypothesis that the high loads of nutrients in the estuary the increase of algae communities due to eutrophication, positively influencing the diet and abundance of *M. curema*. It was developed in Paraíba do Norte River estuary, through monthly samplings from July 2010 to June 2011, on four sampling stations. Phytoplankton sampling and water for physical-chemical analysis were also performed. We sampled 130 individuals of *M. curema*, whose stomachs were analyzed. *Cyclotella* and *Coscinodiscus* were the main phytoplankton resources in the diet of *M. curema*. The analyses indicate the possibility that the individuals may be picky on some food items, because even with high density of some species in the water, they did not occur in stomachs examined. The rainfall on the drainage basin in the Paraíba do Norte River has great influence on water quality in the estuary, both in nutrients carried and in the salinity reduction. It was concluded that the diet of *M. curema* was basically of Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae, Cyanobacteria and sediment, and that both young and adults mullets use the estuary for feeding.

Keywords: stomach contents, eutrophication, phytoplankton, estuary.

Introdução

A família Mugilidae, na qual se insere a tainha, apresenta ampla distribuição geográfica, ocorrendo em águas tropicais e subtropicais de todo o globo, principalmente em águas costeiras e estuarinas, sendo representada por 17 gêneros e 80 espécies (Menezes, 1983). No Brasil, ocorre em praticamente toda a costa, do Maranhão ao Rio Grande do Sul. Seus representantes são pelágicos costeiros, de águas relativamente rasas, hábito gregário e nadam próximo à superfície, com movimentos rápidos, em cardumes que variam de 15-80 indivíduos em média (Carvalho *et al.*, 2007). Este hábito gregário favorece a detecção de alimento e também ajuda na proteção contra predadores (Menezes & Figueiredo, 1985; Carvalho *et al.*, 2007). Na costa brasileira ocorrem sete espécies de *Mugil*, das quais quatro são muito abundantes na região Nordeste (Menezes & Figueiredo, 1985) e, conseqüentemente, muito exploradas pela pesca artesanal, constituindo assim um importante recurso à alimentação humana. Desta forma, o conhecimento da sua biologia é muito importante para o manejo adequado de seus estoques (Thomson, 1997; Harrison, 2002).

Mugil curema Valenciennes, 1836 caracteriza-se por possuir corpo alongado, fusiforme e robusto, dorso cinza azulado, flancos prateados e ventre claro. Apresenta uma pequena mancha negra arredondada na região superior da base da peitoral e uma mancha amarelada na região médio-inferior da cabeça, a segunda dorsal e a margem da caudal são enegrecidas. Esta espécie apresenta olhos totalmente cobertos por membrana adiposa e a extremidade da nadadeira peitoral não alcança a origem da primeira dorsal, não possui linha lateral distinta e suas escamas são ctenóides (Harrison, 2002).

Os jovens de tainhas deslocam-se para regiões costeiras entrando em águas estuarinas e lagunares, ricas em alimento, onde alocam energia para o crescimento e, na época de desova, migram para o mar (Menezes & Figueiredo, 1985; Harrison, 2002). Segundo Franco (2002) a passagem das tainhas de águas neríticas para águas estuarinas e continentais, é facilitada pela sua característica eurihalina. A maioria das espécies desta família desova no mar, enquanto algumas, como *Mugil cephalus*, *M. planatus* e *M. trichodon* apresentam também hábito dulcícola e desovam em água salobra (Harrison,

2002). Uma das principais características do comportamento alimentar dos mugilídeos é a sua capacidade de adaptação a alimentos de diversas origens, diferenciando seus hábitos alimentares de acordo com a fase de seu ciclo de vida, sendo considerados detritívoros, iliófagos, herbívoros, onívoros, fitófagos e zooplanctófagos (Seckendorff & Azevedo, 2007). Segundo Harrison (2002), os mugilídeos são filtradores de detritos bentônicos, ingerindo microalgas, pequenos invertebrados, microrganismos e partículas de matéria orgânica.

Classicamente, estuários são corpos de água costeiros, semifechados, que possuem uma livre ligação com o mar aberto, no seu interior a água do mar dilui-se, de forma mensurável, com a água doce proveniente de drenagem continental (Pritchard, 1967). Os estuários são considerados um dos ecossistemas mais férteis do mundo, sendo, neste aspecto, comparáveis apenas aos recifes de corais, às comunidades terrestres sobre planícies de aluvião e às terras com agricultura intensiva (Odum *et al.*, 1982). A alta produtividade deste ambiente ocorre em função dos nutrientes carregados na coluna d'água, de forma que a biomassa vegetal tenha acesso a uma maior quantidade, principalmente de fósforo, mas ainda de ortofosfato, amônia, nitrito, nitrato e sílica (Leão, 2008). Suas águas apresentam-se, com frequência, muito turvas, devido à presença de grande quantidade de material particulado em suspensão, notadamente silte e argila. Em função disso, a zona eufótica mostra-se comumente bastante reduzida, o que restringe a zona pelágica fotossinteticamente ativa (Marcelino, 2000).

Em condições naturais, os estuários são biologicamente mais produtivos que a região marinha e os rios adjacentes, pois apresentam elevadas concentrações de nutrientes que estimulam a produção primária (Miranda *et al.*, 2002). Margeando os ambientes estuarinos estão os manguezais, que representam regiões costeiras de grande importância no ciclo de vida dos peixes, principalmente por representarem áreas de desova, berçários, local de proteção contra predadores e áreas de alimentação (Blaber, 2000; Neves *et al.*, 2006). Conhecidamente, este habitat varia regularmente em termos diários e sazonais, desta forma, ocupantes locais fazem uso de numerosas estratégias, principalmente associadas com alimentação e tolerância a condições físico-químicas adversas, levando a complexos movimentos circadianos e sazonais.

O fitoplâncton é o principal produtor dos estuários, constituindo um conjunto de microalgas unicelulares, que representam a principal base da teia alimentar dos consumidores primários (Santos, 2009). O fitoplâncton constitui excelente fonte de informação através de sua fisiologia e comportamento, além disso, as algas podem indicar o grau de poluição do estuário (Round, 1973). Neste ambiente, variações sazonais nas descargas dos rios provocam alteração nos valores de salinidade e nas condições fóticas da água, causando alterações qualitativas e quantitativas no fitoplâncton (Moura, 1995).

No Brasil, os estuários são submetidos a estrUessores antrópicos múltiplos, consequência do modelo de ocupação do espaço litorâneo; do despejo de esgotos e poluentes diversos, provenientes principalmente de cidades, indústrias e agricultura; de desvios, barramentos e canalizações de rios; da deposição de lixo e aterros; da remoção do solo e implantação de pólos químicos e petroquímicos (Farias, 1998; Marcelino, 2000).

No estado da Paraíba, o Rio Paraíba do Norte sofre impacto contínuo decorrentede atividades antrópicas, isso possivelmente interfere no comportamento e no ciclo biológico de diversas espécies no local. A qualidade da água e do substrato é fundamental para a manutenção de organismos na base das cadeias tróficas, assim como a dos próprios peixes em seus estágios ontogenéticos iniciais, particularmente mais suscetíveis a desequilíbrios ambientais e à mortalidade (Sassi & Watanabe, 1992; Marcelino *et al.*, 2005).

Este trabalho testou a hipótese de que as elevadas cargas de nutrientes no estuário favorecem o aumento da comunidade algal, devido ao processo de eutrofização, influenciando positivamente na dieta e abundância de *M. curema*.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A bacia hidrográfica do Estuário do Rio Paraíba do Norte apresenta uma extensão aproximada de 380 km, intercepta 37 municípios e subdivide-se em alto Paraíba com 114,5 km de extensão, médio Paraíba com 155,5 km e baixo Paraíba com 110 km (Gualberto, 1977; Nishida, 2000).

O Estuário do Rio Paraíba do Norte abrange os municípios de Santa Rita, Bayeux, João Pessoa, Lucena e Cabedelo (Nishida, 2000) e localiza-se entre as latitudes 6°54'14" e 7°07'36"S e as longitudes 34°58'16" e 34°49'31"O. A maior porção do estuário encontra-se em zona urbana, mas ocorrem também regiões com plantações de cana-de-açúcar (Marcelino *et al.*, 2005).

Segundo Guedes (2002), o Estuário do Rio Paraíba do Norte revela feições típicas de um rio submetido a um regime de médio fluxo, possibilitando a formação de pequenas dunas e apresentando profundidade média de 3 m, exceto próximo ao Porto de Cabedelo, onde a profundidade atinge 11 m.

No Estuário do Rio Paraíba do Norte foram amostrados quatro pontos de coleta: PONTO 01 (06°41'55,7"S 35°13'58,6"O); PONTO 02 (07°06'04,0"S 34°53'47,6"O); PONTO 03 (07°06'27,8"S 34°53'41,1"O); PONTO 04 (07°06'37,3"S 34°53'28,2"O) (fig. 01). O deslocamento entre os pontos ocorreu via canoa com motor de popa. Antes dos arrastos, foram obtidos dados de salinidade, com refratômetro, temperatura do ar, com termômetro digital, temperatura da água e pH, com pHmetro e transparência, com disco de Secchi.

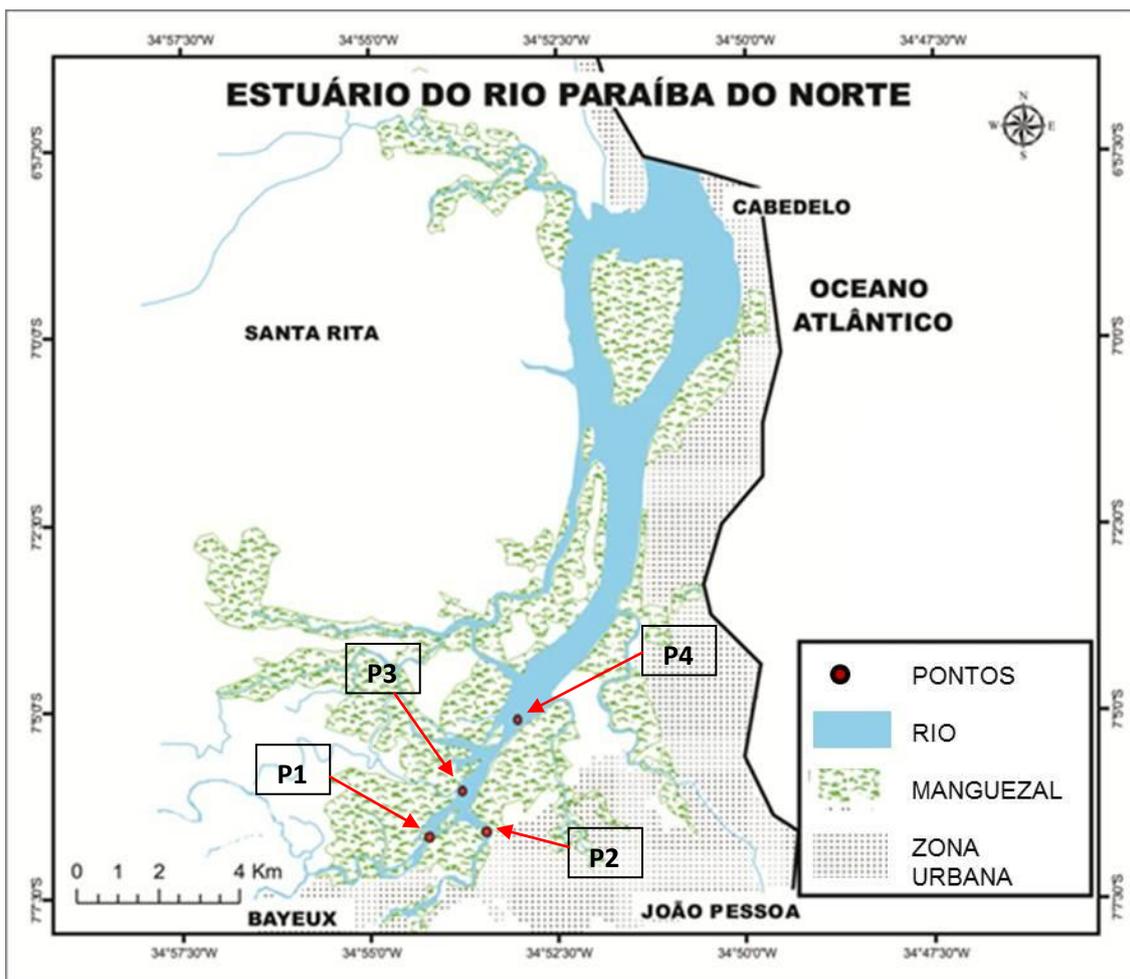


Fig. 01: Localização dos pontos amostrais no Estuário do Rio Paraíba do Norte, PB, Brasil.

Amostragem

Coleta de Peixes

As tainhas foram capturadas mensalmente, de julho/10 a junho/11 em quatro pontos, através das técnicas rede de cerco (80m de comprimento com malha de 8 cm entre nós opostos) e tarrafa (4 m de diâmetro, malha 25 cm entre nós opostos) no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

As coletas foram realizadas mediante a devida permissão do órgão ambiental competente (IBAMA/ICMBIO n°18623-1) concedida ao Laboratório de Ictiologia.

Para a análise do conteúdo estomacal foram preparadas dez lâminas, cujas amostras foram homogeneizadas, pipetadas em pequenas alíquotas e gotejadas em lâminas cobertas por lamínulas para microscopia. Na análise geral da lâmina, as algas, sempre que possível, foram identificadas em nível de espécie. Dois indivíduos apresentaram estômagos com material bastante digerido, não sendo possível a identificação de espécies do fitoplâncton em seus estômagos, sendo, portanto, excluídos deste estudo. Para identificação das espécies foram utilizados: Cupp (1943); Uherkovikc (1966); Komárek & Anagostidis (1978); Anagostidis & Komárek (1988); Hegewald & Silva (1988); Desikachary (2002); Tenenbaum *et al.* (2004) e Metzeltin *et al.* (2005).

Para determinação do grau de repleção dos estômagos foram atribuídos quatro estágios: estágio 1 (vazio) de $0 \geq 25\%$; estágio 2 (parcialmente vazio) de $25 \geq 50\%$; estágio 3 (parcialmente cheio) de $50 \geq 75\%$ e estágio 4 (cheio) de $75 \geq 100\%$.

Durante a coleta, os peixes capturados foram mantidos em gelo, em seguida transportados ao Laboratório de Ictiologia, onde ocorreu a triagem. Confirmada a identificação, os indivíduos foram medidos (comprimento total - mm), pesados (0,1 g), abertos para identificação de sexo, estágio de maturidade e retirado e pesado o estômago (0,001 g), que a seguir foi fixado em formalina, aberto e seu material conservado em álcool. Para todos os exemplares coletados foram atribuídos sexo e estágio macroscópico de desenvolvimento dos ovários e testículos, baseado nos seguintes caracteres: tamanho, formato, coloração, presença de vasos sanguíneos, presença de ovócitos visíveis, turgidez e proporção ocupada na cavidade abdominal pela gônada (Vazzoler, 1996).

Em relação às gônadas coletadas, o conjunto de exemplares foi dividido em dois grupos: **jovens** - indivíduos imaturos (A) e **adultos** - indivíduos em desenvolvimento (B), maduros (C) e desovados (D) (Vazzoler, 1996).

Fitoplâncton

Análise qualitativa - Para o estudo qualitativo, as amostras foram coletadas diretamente da água do estuário em cada ponto amostrado. As amostras coletadas foram acondicionadas em frascos de 500 mL e preservadas em

formalina a 4%. A identificação dos organismos ocorreu através de microscópio binocular Olympus CBA, com aumento de até 1000X, equipado com câmara clara e aparelho fotográfico. O procedimento para preparação de lâminas foi feito com uma gota de material homogeneizado colocada entre lâmina e lamínula, onde foram observadas e identificadas todas as algas encontradas. Os taxa foram identificados a partir de amostras populacionais, sempre que possível, em nível específico. O sistema de classificação para cada classe seguiu as indicações de Parra & Bicudo (2006). Para identificação das espécies foi utilizada a mesma literatura utilizada na identificação do fitoplâncton presente no conteúdo estomacal.

Análise quantitativa - Para o estudo quantitativo as amostras foram obtidas diretamente. A contagem do fitoplâncton procedeu através do método de sedimentação (Utermöhl, 1958). A contagem foi feita em microscópio invertido da marca Carl Zeiss, em aumento de até 400X. Em todas as amostras, a contagem dos indivíduos foi realizada em transectos horizontais e verticais, tantos quantos fossem necessários para atingir, no mínimo, 100 indivíduos da espécie mais frequente, de modo que o erro fosse inferior a 20%, com um coeficiente de confiança acima de 95%. A contagem de indivíduos se deu por fragmento ou colônia. O número de indivíduos por unidade de volume foi calculado de acordo com Ross (1979):

$$\text{Ind.mL}^{-1} = [n / (s \cdot c)] \cdot [1/h] \cdot F$$

Onde **n** representa o número de indivíduos contados, **s** o tamanho da superfície do campo (mm^2), **c** número de campos contados, **h** altura da câmara de sedimentação e **F** o fator de correção para o milímetro ($10^3 \text{mm}^3 \cdot \text{mL}^{-1}$).

Clorofila a e feofitina - As amostras foram coletadas em frascos de polietileno e concentradas sob pressão negativa, em filtros de fibra de vidro Whatman GF/C de 47 mm de diâmetro. O volume filtrado foi de 250 mL e a extração dos pigmentos seguiu as modificações propostas por Wetzel & Likens (1991) que utiliza acetona 90% como solvente. Os filtros foram macerados e o extrato colocado em tubos de ensaio de 15 mL e conservados em geladeira por 24

horas no escuro. Após esse período, o material foi centrifugado por 15 minutos a 7000 rpm. A leitura da absorvância dos extratos em espectrofotômetro ocorreu logo após a centrifugação, nos comprimentos de onda 665 nm e 750 nm. Para a transformação da clorofila *a* em feofitina foram adicionadas duas gotas de ácido clorídrico à 1N, na própria cubeta de leitura. Após 5 minutos de espera, para homogeneização da amostra, foi realizada a leitura nos comprimentos de onda já mencionados. As concentrações de clorofila *a* e feofitina foram obtidas através das fórmulas abaixo (Lorenzen, 1967; Jeffrey *et al.*, 1997).

$$\text{Chol } a \text{ (mg.m}^{-3}\text{)} = \frac{[\text{AK (750}_o\text{- 665}_a\text{)} \cdot v]}{V_f l}$$

$$\text{Pheo (mg.m}^{-3}\text{)} = \frac{[\text{AK (R750}_a\text{)} - 665_o\text{)} \cdot v]}{V_f l}$$

Frequência de Ocorrência

A frequência de ocorrência das espécies do fitoplâncton foi calculada de acordo com Mateucci & Colma (1982), segundo a fórmula:

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

Onde o **P** representa o número de amostras contendo a espécie em questão e **p** é o número total de amostras. Foram consideradas, muito frequentes as espécies com $F > 70\%$, frequentes de $40 < F \leq 70\%$, pouco frequentes aquelas com $10\% < F \leq 40\%$ e esporádicas, com $F \leq 10\%$.

Variáveis físico-químicas

Foram obtidos dados de transparência da água, através do disco de Secchi; temperatura da água e pH através do pHmetro e nutrientes (fósforo total, orto-fosfato, amônia, nitrito, nitrato) (APHA, 1995).

Tab. 01. Parâmetros e metodologia utilizada na estimativa das variáveis físico-químicas:

Variável	Unidade	Método	Referências
Transparência	cm	Disco de Secchi	Esteves (1998)
Condutividade elétrica	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	Eletrométrico	Condutímetro
pH	-----	pHmetro de campo	
Alcalinidade total	mg.L^{-1}	Titrimétrico	Mackereth <i>et al.</i> (1978)
N-NH ₄	$\mu\text{g.L}^{-1}$	Indofenol	Mackereth <i>et al.</i> (1978)
N-NO ₂	$\mu\text{g.L}^{-1}$	Sulfanilamida	Mackereth <i>et al.</i> (1978)
N-NO ₃	$\mu\text{g.L}^{-1}$	Redução por cádmio	APHA (1995)
Fósforo total	$\mu\text{g.L}^{-1}$	Digestão por K ₂ S ₂ O ₈	APHA (1995)
Ortofósforo	$\mu\text{g.L}^{-1}$	Ácido ascórbico	APHA (1995)

Tratamento de Dados

Médias aritméticas e medianas foram utilizadas como medidas de tendência central e desvio padrão como medida de dispersão. Para comparação entre os meses, foi aplicada Análise de Variância 1-fator. Foi realizada uma regressão simples, para determinar a relação entre o peso e o comprimento dos peixes. Os dados utilizados apresentaram distribuição normal (teste de Kolmogorov-Smirnov) e variância homocedástica (teste de Lilliefors). A análise descritiva dos dados foi realizada utilizando-se o Programa STATISTICA 7, da Statsoft Inc.

Para relacionar as variáveis abióticas e bióticas com a abundância de *M. curema* foi realizada uma regressão múltipla.

Para a análise pluviométrica foi utilizada a média de oito dos 37 municípios da bacia de drenagem do Rio Paraíba do Norte, com base em dados de chuva acumulada no período de 30 dias anteriores, incluindo o dia da coleta. Para melhor utilização da influência da pluviosidade, foi feita a média dos municípios que fazem parte da bacia e estão a jusante do último barramento do rio, localizado no reservatório de Acauã, totalizando oito municípios: Salgado de São Félix, Itabaiana, Pilar, São Miguel de Taipú, Cruz do Espírito Santo, Bayeux, Santa Rita e João Pessoa (Fonte PROCLIMA, 2011).

RESULTADOS

Estrutura da população

Foram coletados 130 exemplares de *M. curema* entre julho/10 e junho/11. A maior captura ocorreu em outubro/10 (38 exemplares). Em abril/11 e maio/11 foi mantido o mesmo esforço amostral, embora nenhum indivíduo tenha sido capturado. O comprimento total médio dos indivíduos foi 234 mm ($\pm 55,11$ mm), com máximo de 377 mm, observado em dezembro/10 e mínimo de 100 mm, registrado em julho/10 (fig. 02).

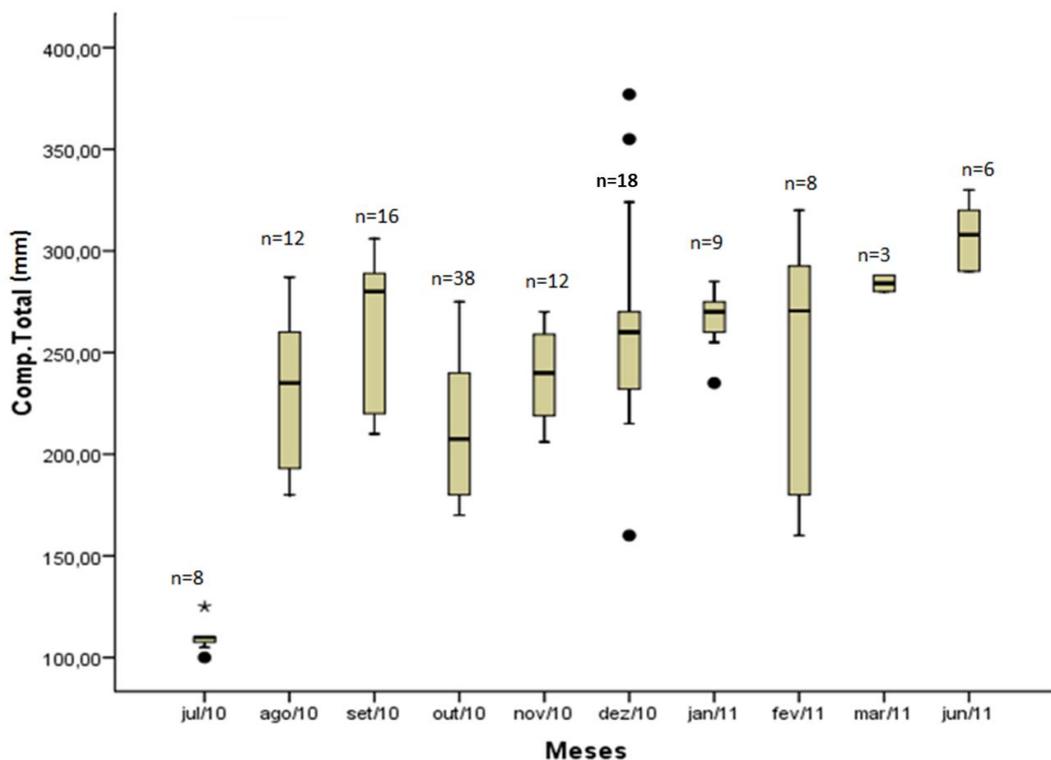


Fig. 02: Distribuição temporal do comprimento total (mm) de *M. curema* entre julho/10 e junho/11 no Estuário do Rio Paraíba do Norte (meses abril e maio retirados por ausência de captura).

Os indivíduos capturados apresentaram peso total médio de 159,6 g ($\pm 92,12$ g) com máximo de 585,0 g registrado em outubro/10 e o mínimo de 11,9 g, observado em julho/10.

A relação peso-comprimento apresentou um coeficiente de regressão baixo, $b = 2,674$ e $R^2 = 0,8828$ (fig. 03).

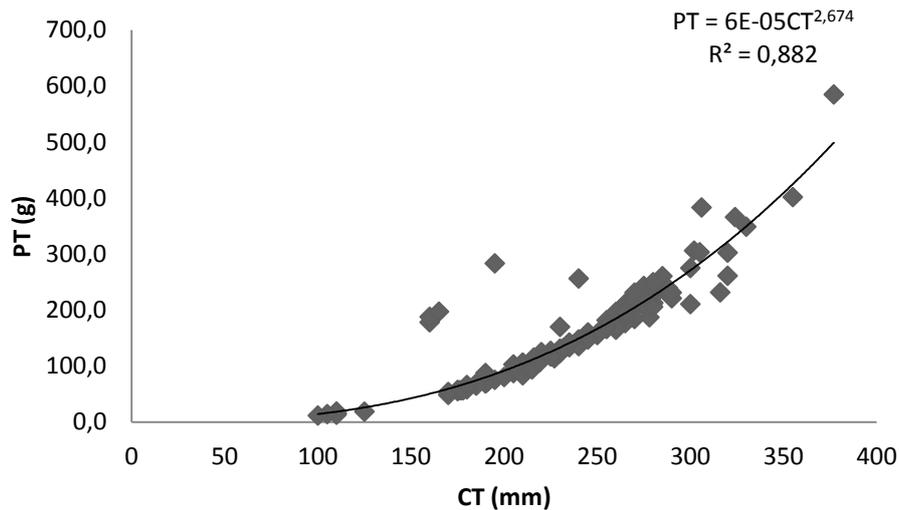


Fig. 03: Relação peso-comprimento para *M. curema* (n=130), capturadas entre julho/10 e junho/11, no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

Proporção sexual

Dentre os indivíduos coletados, 75 (57,69%) foram do sexo masculino, 34 (26,15%) foram identificadas como fêmeas e em 21 (16,15%) indivíduos não foi possível à identificação do sexo, por serem jovens com gônadas pouco desenvolvidas. Dos 130 indivíduos capturados, 73 não ultrapassam o tamanho de primeira maturação descrito para a espécie (274 mm), caracterizando a população aqui amostrada como predominantemente jovem.

Conteúdo Estomacal

Acompanhando o comprimento total, os estômagos mais pesados foram verificados em dezembro/10 com registro do maior valor (390,6 mg), os menores estômagos foram observados em julho/10 (fig. 04).

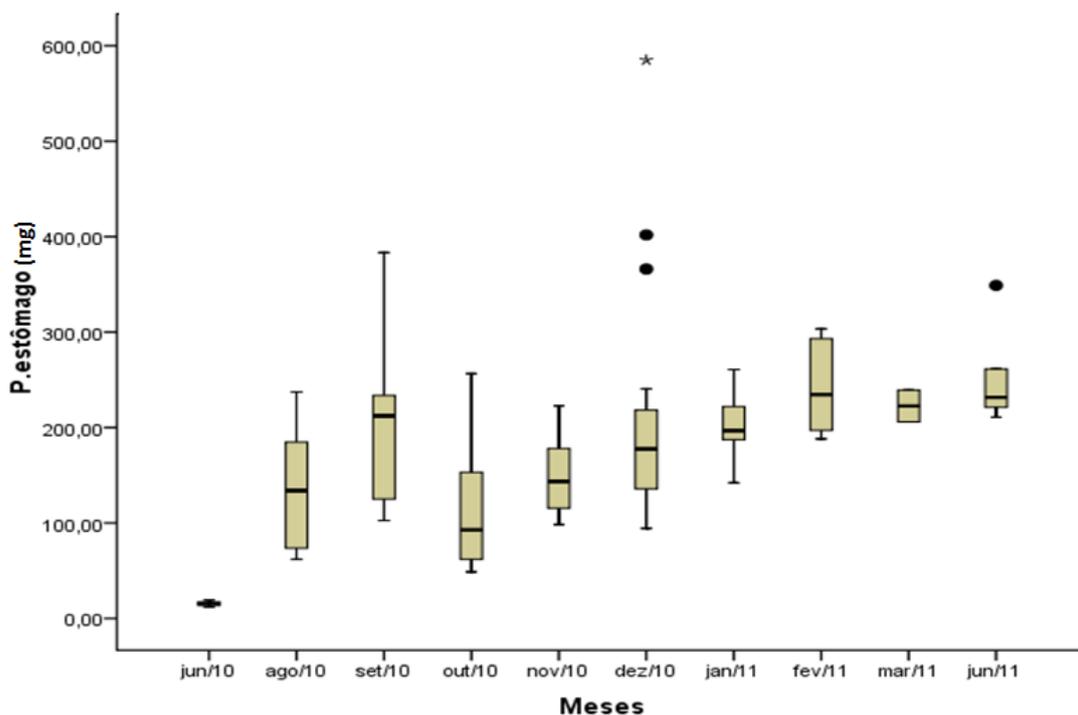


Fig. 04: Distribuição temporal do peso dos estômagos de *M. curema* coletadas entre julho/10 e junho/11, no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

Em todos os estômagos houve predomínio de algas e sedimento. Quanto ao grau de repleção observado nos estômagos, para 40% dos indivíduos foi atribuído grau 2, ou seja, estômagos parcialmente vazios.

Nos estômagos analisados foram identificadas 140 espécies de microalgas, divididas em 11 classes. As classes que mais contribuíram em número de espécies foram Bacilariophyceae com 46 espécies (33%), Cyanobacteria com 40 espécies (29%), Chlorophyceae com 17 espécies (12%), Dinophyceae com 13 espécies (9%), Coscinodiscophyceae com 7 espécies (5%), Euglenophyceae com 6 espécies (4%), Zignemaphyceae com 5 espécies (3%), Fragilariophyceae com 3 espécies (2%), Cryptophyceae, Chrysophyceae e Centrophyceae contribuindo cada uma com uma espécie, representando 2% da riqueza total.

A análise de conteúdo estomacal revelou que não há diferenciação na alimentação, entre os sexos. No que se refere à ontogenia, verificou-se uma diferenciação entre os períodos de seca e chuva, com os jovens alimentando-se de Bacilariophyceae, em sua maioria as pennales dos gêneros *Navicula*, *Nitzschia*, *Pleurosigma*, *Rhopalodia*, *Stauroneis* e *Surirelae*, e os adultos

apresentando uma dieta mais elástica, não sendo verificada uma distinção alimentar sazonal.

Dentre as espécies encontradas nos estômagos, *Cyclotella meneghiniana* representou a mais frequente, ocorrendo em 73,55% dos estômagos analisados. Foram frequentes ainda *Cyclotella litoralis* (43,89%) e *Amphora* sp. (41,32%). As espécies pouco frequentes registradas, pertencentes à Classe Bacillariophyceae, foram *Surirella* sp. (11,57%), *Navicula* sp. (19,00%), *Gyrosigma* sp. (14,08%), *Diploneis* sp. (22,31%), *Cymbella* sp. (23,97%), *Amphora copulata* (14,04%); da Classe Dynophyceae foi *Scripsiella trochoidea* (12,39%); Coscinodiscophyceae foi *Coscinodiscus* sp. (19,83%); Classe Fragilariophyceae foram *Lioloma* (28,92%), *Fragilaria capucina* (27,27%); Cyanobacteria: *Oscillatoria* sp. (16,52%), *Microcystis* sp. (20,66%), *Aphanocapsa elachista* (21,41%); Chlorophyceae: *Desmodesmus quadricauda* (11,57%), *Actinastrum hantzschii* (21,44%) (fig. 05). Além de 121 espécies que estiveram presentes em menos de 10% dos estômagos, sendo consideradas raras.

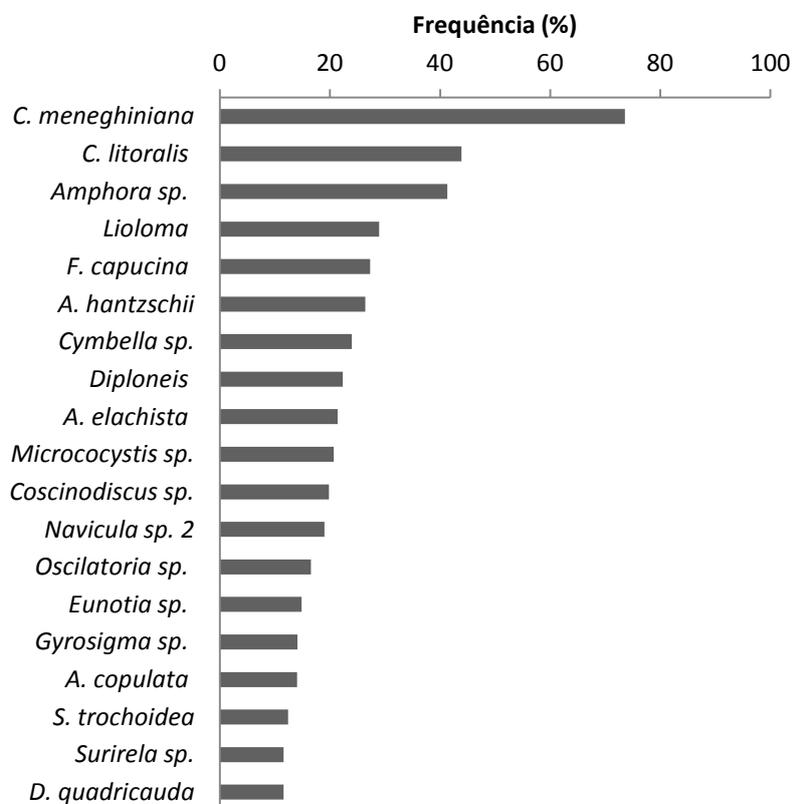


Fig. 05: Itens alimentares nos estômagos de *M. curema* coletadas no Estuário do Rio Paraíba do Norte, de julho/10 a junho/2011.

Análise qualitativa do fitoplâncton da água

Durante o período de estudo foram identificadas, na água proveniente do estuário, 165 espécies divididas em 12 classes, Bacilariophyceae com 50 espécies (31,19%); Cianobactéria 38 espécies (24,75%); Chlorophyceae 31 espécies (15,34%); Coscinodiscophyceae 14 espécies (10,39%); Dinophyceae 12 espécies (6,93%); Euglenophyceae com seis espécies (2,97%); Zignemaphyceae com sete espécies (3,47%), Mediophyceae quatro espécies (1,98%); Fragilariophyceae três espécies (1,49%). Cryptophyceae, Chryzophyceae e Centrophyceae apresentaram apenas uma espécie cada, contribuindo com menos de 2% da riqueza total.

Entre as espécies identificadas nas águas estuarinas, apenas duas foram classificadas como muito frequentes, *Cyclotella meneghiniana* (100%) e *Desmodesmus quadricauda* (75%) (fig. 06). Entre as espécies frequentes, *Fragilaria capucina* e *Planktothrix agardii* estiveram presentes em 66,67% das capturas; *Melosira sulcata*, *Chaetoceros* sp. e *Amphora* sp. em 58,33% cada; já *Woronichia* sp., *Euglena caudata*, *Thalassiosira* sp., *Cyclotella* sp., *Closterium parvulum*, *Navicula* sp.1, *Gyrosima* sp., *Aulacoseira granulatae*, *Amphora* sp. 3 com 49,67% foram consideradas frequentes, 111 espécies foram classificadas como pouco frequentes, as classes que mais contribuíram para isso, foram Bacillariophyceae (38 spp.), Cianobactéria (25 spp.), Coscinodiscophyceae (14 spp.), Chlorophyceae (13 spp.). Dentre as espécies, 38 foram consideradas raras.

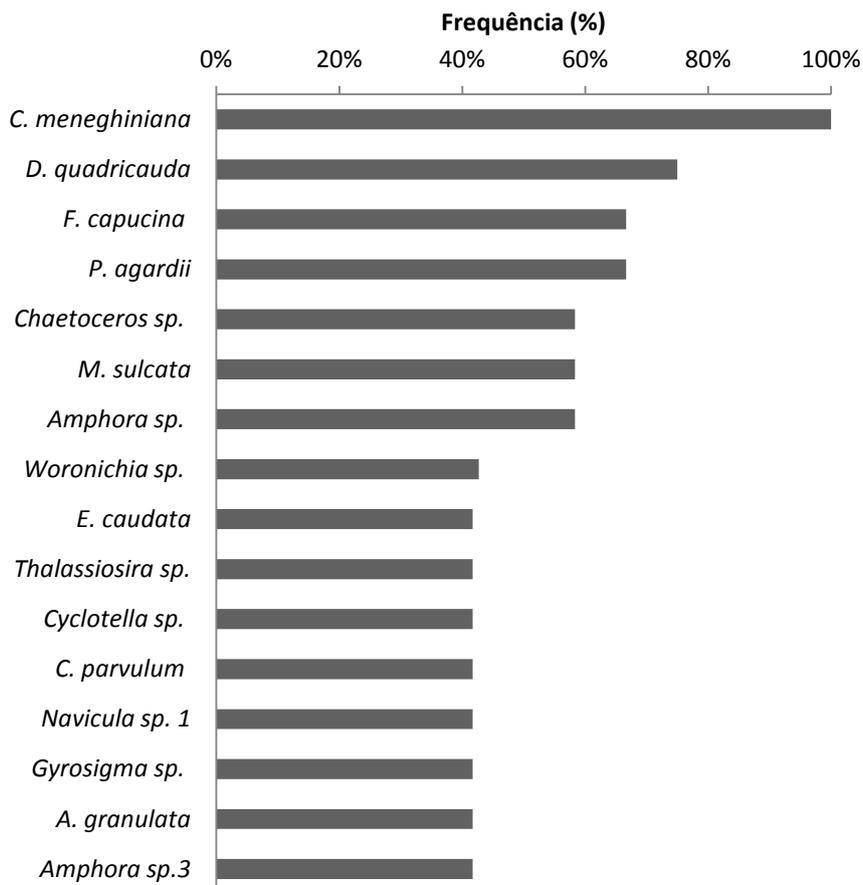


Fig. 06: Frequência de ocorrências das espécies capturadas na água do Estuário do Rio Paraíba do Norte, de julho/10 a junho/11.

Análise quantitativa do fitoplâncton da água

Durante o período de estudo foram identificadas, na água proveniente do estuário, 165 espécies divididas em 11 classes, Bacilariophyceae com 50 espécies (31,19%); Cianobactéria 38 espécies (24,75%); Chlorophyceae 31 espécies (15,34%); Coscinodiscophyceae 14 espécies (10,39%); Dinophyceae 12 espécies (6,93%); Euglenophyceae com seis espécies (2,97%); Zignemaphyceae sete espécies (3,47%), Mediophyceae quatro espécies (1,98%); Fragilariophyceae três espécies (1,49%) (fig. 07). Cryptophyceae, Chryzophyceae e Centrophyceae apresentaram apenas uma espécie cada, contribuindo com menos de 2% da riqueza total.

Das espécies registradas, 17 foram dominantes. As espécies abundantes, e suas respectivas densidades, foram *Coscinodiscus centralis* 662 ind/mL julho/10 no P2, *Coscinodiscus* sp. 173 ind/mL julho/10 no P2, *Cyclotella litoralis* 44 ind/mL em novembro/11 no P4, *Cyclotella meneghiniana* 3079 ind/mL em outubro/10 no P2, *Protoperdinium* sp. 1514 ind/mL em novembro/10 no P1, *Scrippsiella* sp. 698 ind/mL em janeiro/11 no P2, *Euglena caudata* 301 ind/mL em setembro/10 no P4, *Fragilaria capucina* 137 ind/mL em março/11 no P2, *Cerataulina pelagica* 3225 ind/mL em dezembro/11 no P2. *Desmodesmus quadricauda* 235 ind/mL em março/11 no P4, *Pediastrum simplex* 1160 ind/mL em dezembro/10, P3, *Guinardia flaccida* 75 ind/mL em agosto/10 no P2, *Nitzschia lorenziana* 159 ind/mL março/11 no P4, *Nitzschia* sp. 1022 ind/mL em fevereiro/11 no P1, *Oscillatoria principes* 540 ind/mL em abril/11 no P4, *Phormidium* sp. 249 ind/mL em abril/11 no P1, *Pseudoanabaena* sp. 135 ind/mL em março/11 no P4.

Com valores de densidade foram determinados os índices de diversidade, equitabilidade e riqueza da comunidade fitoplanctônica, a medida da diversidade na seca foi 1.95 bits.cel⁻¹, e na estação chuvosa 2,99 bits.cel⁻¹, no período de seca os menores valores de diversidade foi observado em outubro/10 1,36 bits.cel⁻¹, no período chuvoso 1.89 bits.cel⁻¹. Os valores considerados de diversidade muito baixa (menor que 1.00 bits.cel⁻¹), estiveram associados as espécies dominantes citadas anteriormente.

Os valores de equitabilidade apresentaram média de 0,53 no período de seca e de 0,65 no período chuvoso, a variação observada em todo o período de estudo foi de 0,26 a 0,93, os menores valores foram registrados em outubro e associados a dominância de poucas espécies.

As classes com maior densidade foram Coscinodiscophyceae (39%), Mediophyceae (17%), Bacillariophyceae (12%), Dinophyceae (11%), Cianobactérias (8%), que juntas representaram 87% da densidade total. Outras sete classes representam um total de 13% da densidade. As maiores densidades foram observadas em dezembro/10 10919 ind/L, a menor densidade ocorreu em abril 920 ind/L (fig.147). A densidade variou de 89 ind/L em fevereiro/11 no P3 até a maior, apresentada em dezembro/10 no P2.

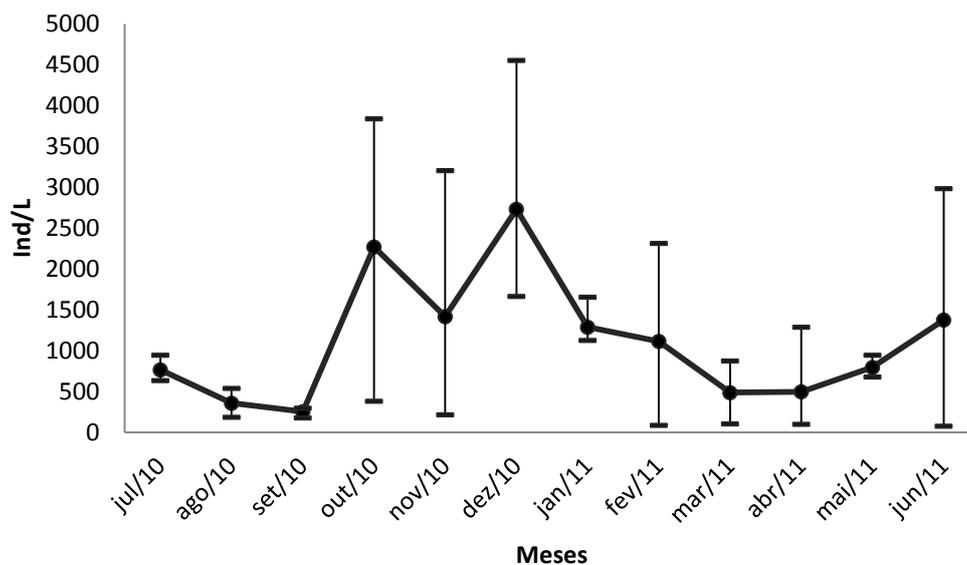


Fig.07: Densidade total da comunidade fitoplanctônica temporalmente entre julho/10 e junho/11 no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

Quanto à distribuição espacial, os pontos amostrais mantiveram uma distribuição homogênea, a partir de outubro, cada ponto contribui com diferentes densidades, de novembro/10 a fevereiro/11 todos os pontos apresentam uma maior densidade, com o aumento da pluviosidade a partir de março/11 houve uma redução na densidade fitoplanctônica, este fator está ligado a dinâmica estuarina, a qual é influenciada por diversos fatores que irão regular a comunidade fitoplanctônica.

Dentre as espécies com maiores densidades, destacaram-se *Cyclotella meneghiniana* com média de 256 ind/L entre os pontos amostrados, *Coscinodiscus centralis* com 160 ind/L, *Cerataulina pelagica* com 1388 ind/L, *Nitzschia* sp. Com 231 ind/L, *Scrippsiella* sp. Com 281 ind/L e *Cylindrospermopsis raciborskii* com 55,2 ind/L.

A análise de componentes canônicos apresentou uma explicabilidade de 53,6% para os dois eixos, sendo o primeiro (31,1%) associado à pluviosidade, temperaturas elevadas, nutrientes da série nitrogenada e presença de Bacillariophyceae, *Nitzschia lorenziana*, *Fragilaria capucina* e *Cyclotella* sp. O segundo eixo apresentou explicabilidade de 28,5%, os fatores associados a isso foram nutrientes da série fosfatada, concentrações de clorofila, transparência do disco de Secchi e pH, bem como as seguintes algas: *Cerataulina pelagica*, *Coscinodiscus centralis*, *Cyclotella lytoralis*, *Euglena*

caudata, *Scripsiella* sp. e a abundância de peixes capturados. A relação entre os parâmetros físico-químicos e espécies foi confirmada pela significância apontada pelo teste de Monte Carlo ($p=0,0020$).

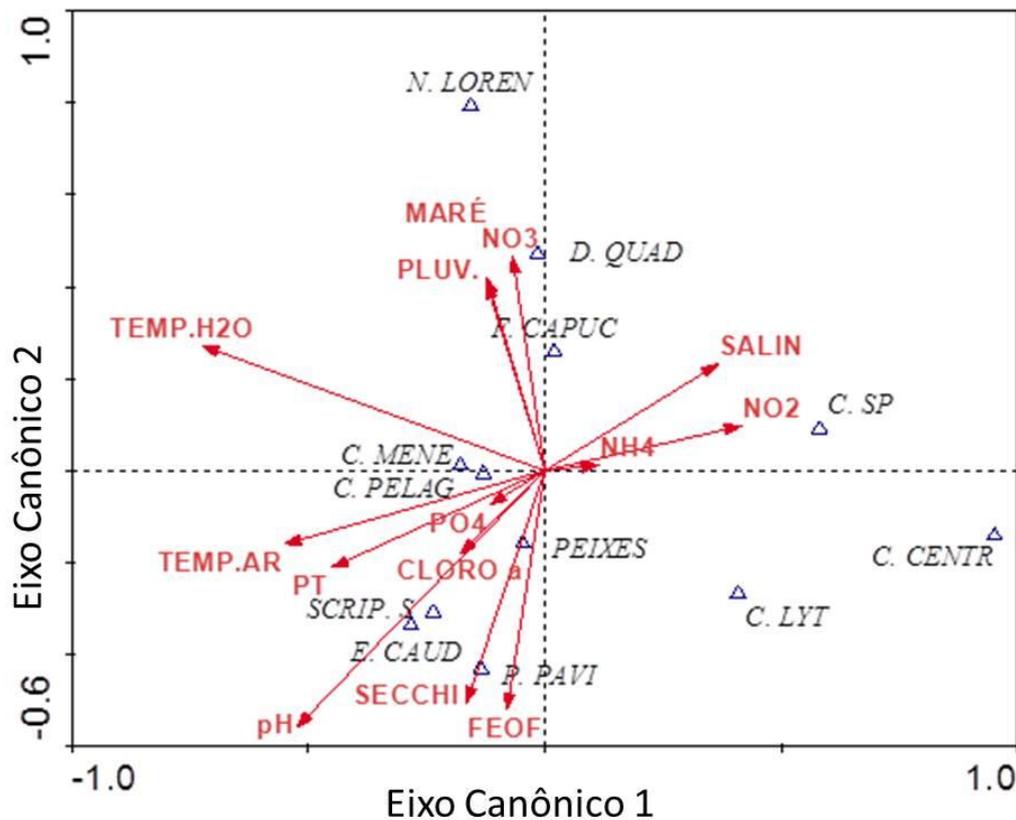


Fig. 08: Análise de correspondência Canônica entre parâmetros físico-químicos Δ espécies e \rightarrow variáveis ambientais (pH, temperatura do ar, pluviosidade, fósforo total – PT) e parâmetros biológicos (abundância de peixes, espécies do fitoplâncton, clorofila *a* e feofitina) no Estuário do Rio Paraíba do Norte. Fitoplâncton: N. LOREN – *Nitzschia lorenziana*; D. QUAD. – *Desmodesmus quadricauda*; F. CAPUC. – *Fragilaria capucina*; C. MENE. – *Cyclotella meneghiniana*; C. PELAG. – *Cerataulina pelagica*; C. SP. – *Coscinodiscus* sp.; C. CENTR. – *Coscinodiscus centralis*; C. LYT – *Cyclotella Lytoralis*; E. CAUD – *Euglena caudata*; SCRIP. SP. – *Scripsiella* sp.; P. PAVI – *Protoperidinium pavirvente*.

Biomassa

As concentrações de clorofila *a* do fitoplâncton apresentaram-se mais elevadas durante o início do período chuvoso e variaram temporalmente. Em setembro/10, janeiro/11, fevereiro/11 e março/11 os valores de clorofila *a* não foram detectados pelo método utilizado, em alguns pontos amostrados. As maiores concentrações de clorofila *a* foram verificadas em fevereiro/11 ($124,0 \text{ mg.m}^{-3}$) e março/11 ($121,0 \text{ mg.m}^{-3}$). Os valores de feofitina acompanharam os

valores de clorofila *a*, exceto em janeiro quando não foram detectados valores de clorofila *a*, enquanto a média de feofitina foi de 43,1 mg.m⁻³ (fig. 09).

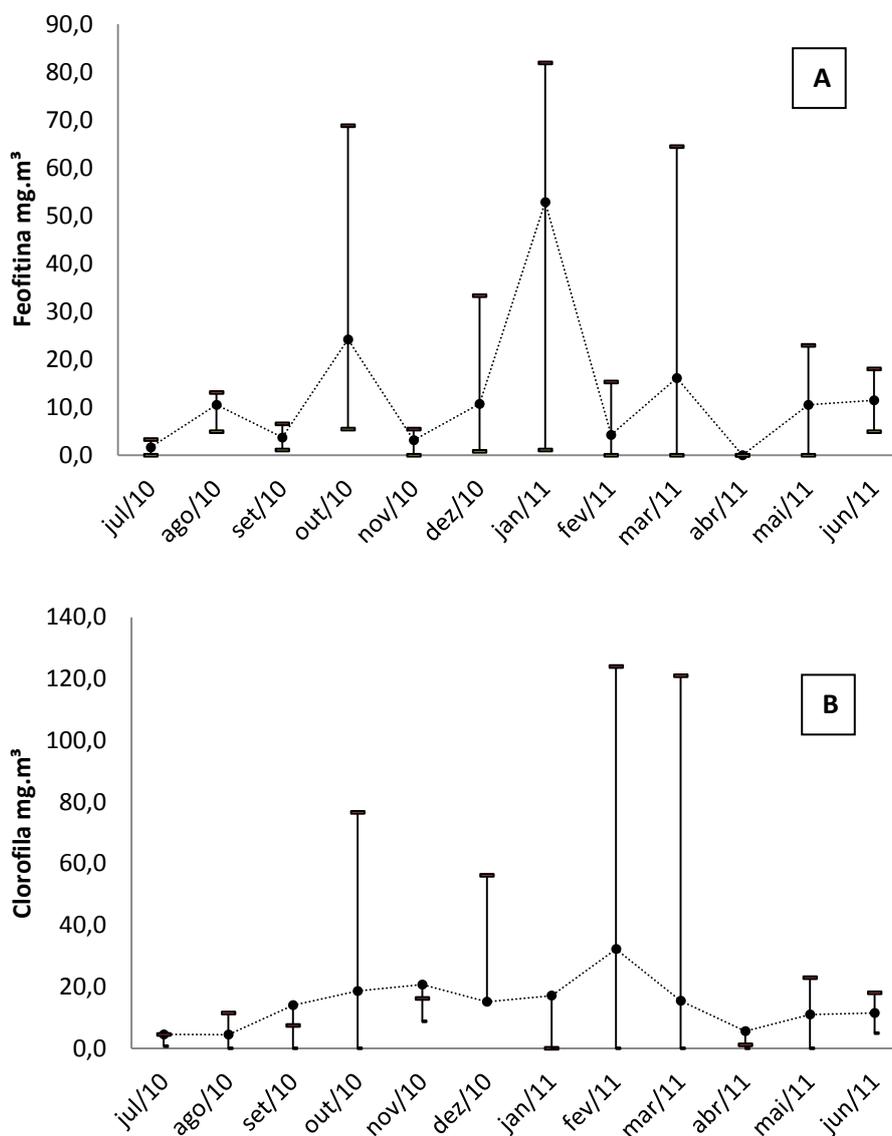


Fig.09: Distribuição da biomassa feofitina (A) e clorofila *a* (B) no Estuário do Rio Paraíba do Norte, entre julho/10 e junho/11.

Fatores Abióticos

A pluviosidade no Estuário do Rio Paraíba do Norte aumentou de março a agosto, e um período de seca com menores valores de precipitação foi registrado entre setembro e fevereiro. A pluviometria para o período de estudo apresenta baixa variação, exceto em fevereiro/11, quando a precipitação foi 211 mm. Durante o período, o maior volume de chuva foi observado em maio/10 com 484 mm. A temperatura foi bastante elevada com média de 28°C, a salinidade variou de 0 a 19‰, a transparência foi maior no período de menor

precipitação pluviométrica, foram observadas elevadas cargas de nutrientes nitrogenados e fosfatados em todo o período de estudo.

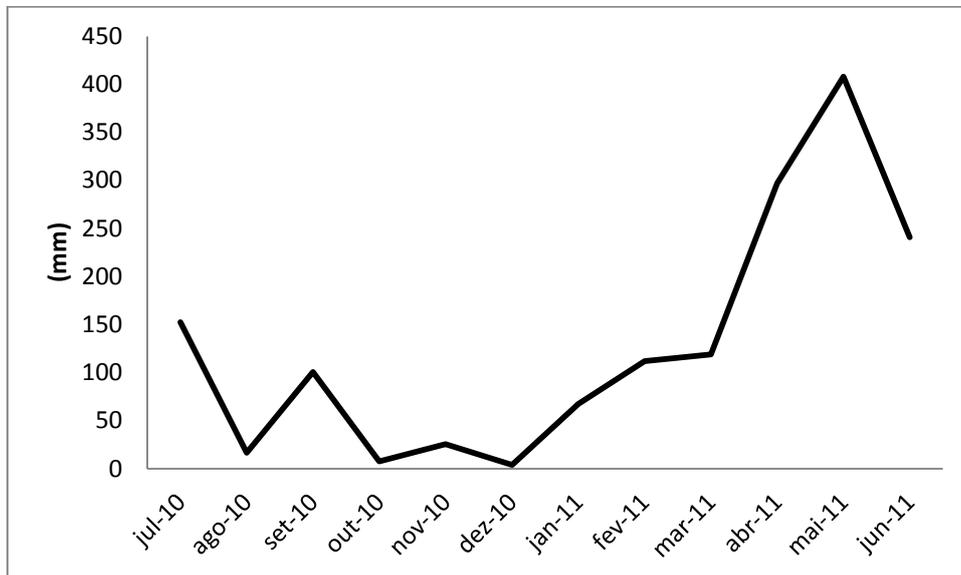


Fig. 10: Precipitação acumulada dos 30 dias que antecedem as coletas, dados da bacia de drenagem Rio Paraíba do Norte do período julho/10 a junho/11 (Fonte: PROCLIMA, 2011).

Temperatura

A temperatura média do ar durante o período de estudo foi superior a 34°C (DP = 2,59), em setembro/10 foi registrado o maior valor (39,7°C) e o menor ocorreu em agosto/11 (28,8°C).

A temperatura da água apresentou-se bastante elevada ($28,0 \pm 2,4$), o maior valor de temperatura da água foi registrado em janeiro/11 e fevereiro/11, Os menores valores de temperatura da água foram verificados no período chuvoso. A variação da temperatura foi sazonalmente significativa ($p < 0,0001$ e $F = 14.560$).

Salinidade

A salinidade variou significativamente ($p = 0,0009$; $F = 5,18$) no período estudado, variando entre 0 e 19‰ no estuário.

Transparência

A menor transparência foi registrada em maio/11 (7 cm) e foi significativamente correlacionada com o ortofosfato ($r = 0,5390$). A maior profundidade obtida foi de 95 cm em setembro/10 no período com menor pluviosidade.

pH

O pH foi alcalino em todo período de estudo ($7,76 \pm 0,85$), exceto março/11. A amplitude do pH foi 2,81, em dezembro/10 e janeiro/11, foram observados os maiores valores. Os menores valores ocorreram no período de maior intensidade pluviométrica. Temporalmente verificou uma distribuição que diferiu significativamente ($p=0,0001$; $F=32,098$) (fig.11).

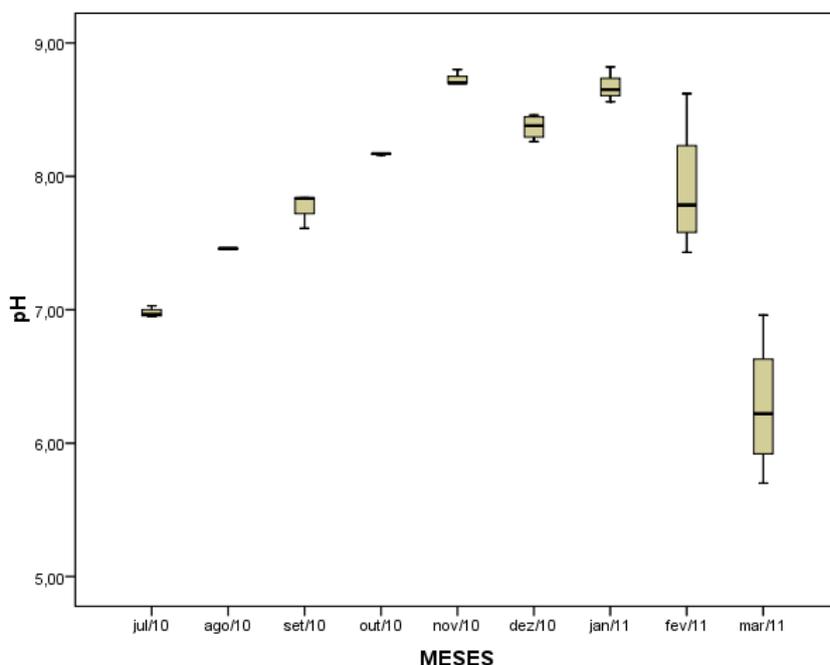


Fig.11: Distribuição temporal do pH entre julho/10 e junho/11 no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

Série Nitrogenada

Em setembro/11 foram observadas as maiores concentrações de Amônio. Os pontos 2 e 3 apresentaram valores superiores a 7000 $\mu\text{g/L}$ (fig. 07). As concentrações foram inversamente proporcionais ao aumento da salinidade,

o teste de χ^2 revelou uma relação direta entre a salinidade e o íon amônio ($p < 0,0001$).

A distribuição do amônio foi elevada em todo período estudado ($4394,67 \pm 3749,06$), com amplitude de $10762,0 \mu\text{g/L}$. As maiores concentrações foram observadas nos meses secos, reduzindo com a chegada das chuvas (fig.12).

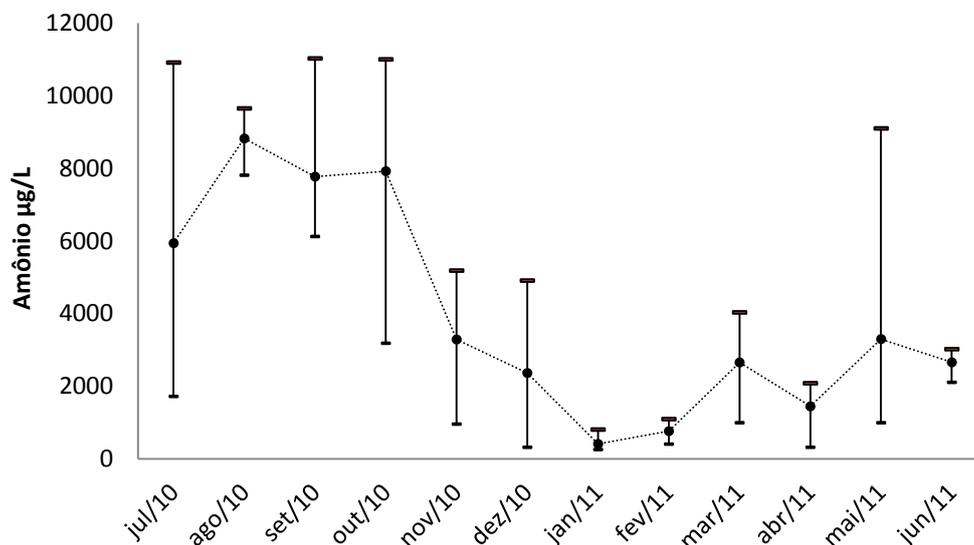


Fig.12: Distribuição espaço/temporal do íon amônio de julho/10 a junho/11 no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

Temporalmente, o nitrato apresentou distribuição significativa ($p < 0,0001$; $F = 8,06$) (fig.13). O nitrato ($382,72 \pm 3749,07$) apresentou valor máximo de $875,0 \mu\text{g/L}$ em junho/11 e mínimo de $75,0 \mu\text{g/L}$ em janeiro/11. O Nitrato apresentou uma relação negativa com o pH ($r = -0,5616$).

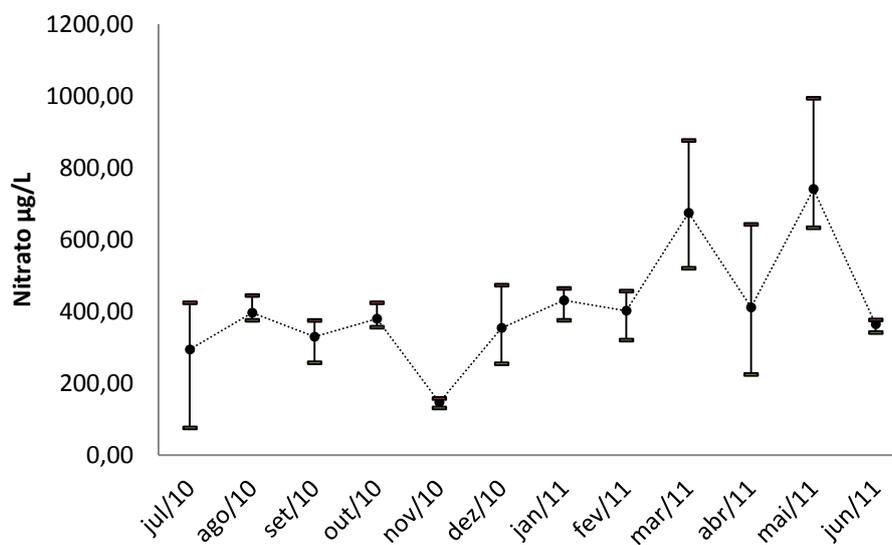


Fig.13: Distribuição espaço/temporal do Nitrato entre julho/10 e junho/11 no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

Dos nutrientes da série nitrogenada, o nitrito apresentou a menor concentração ($51,78 \pm 29,28$), seu valor mínimo foi registrado em novembro/10 ($1,0 \mu\text{g/L}$) e o máximo em julho/10 ($125,0 \mu\text{g/L}$) (fig.14).

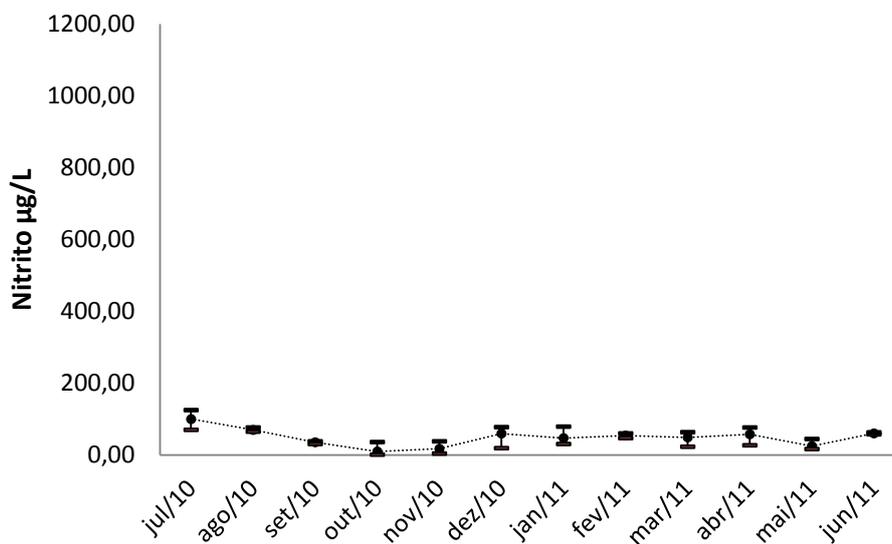


Fig.14: Distribuição espaço/temporal do Nitrito entre julho/10 e junho/11 no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

Série Fosfatada

As maiores concentrações de ortofosfato foram verificadas nos meses de julho/10 e agosto/10 sendo a média desses meses superior a $270,0 \mu\text{g/L}$. Para o restante dos meses ($171,0 \pm 72,27$), as maiores concentrações ocorreram nos pontos mais internos do estuário, sendo observada sua variação temporal significativa ($p=0,0002$ e $F=6,67$) (fig.15).

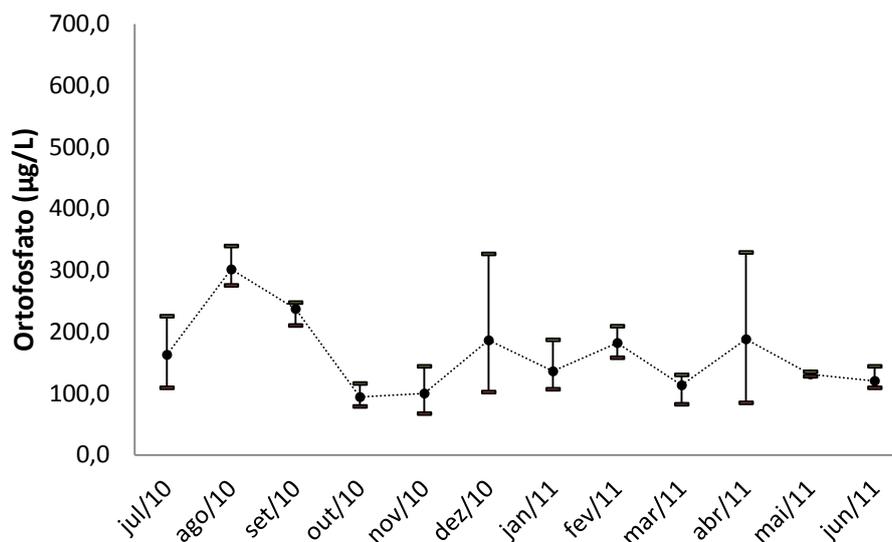


Fig. 15: Distribuição espaço/temporal do ortofossato (PO_4) entre julho/10 e junho/11 no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

Durante todo o período estudado o Fósforo total apresentou concentrações ($387,0 \pm 78,82$), as maiores concentrações ocorreram em dez/10 $615,0 \mu\text{g/L}$ no período seco, foi verificada uma correlação entre o fósforo total e a temperatura do ar ($r=0,5141$) (fig.16).

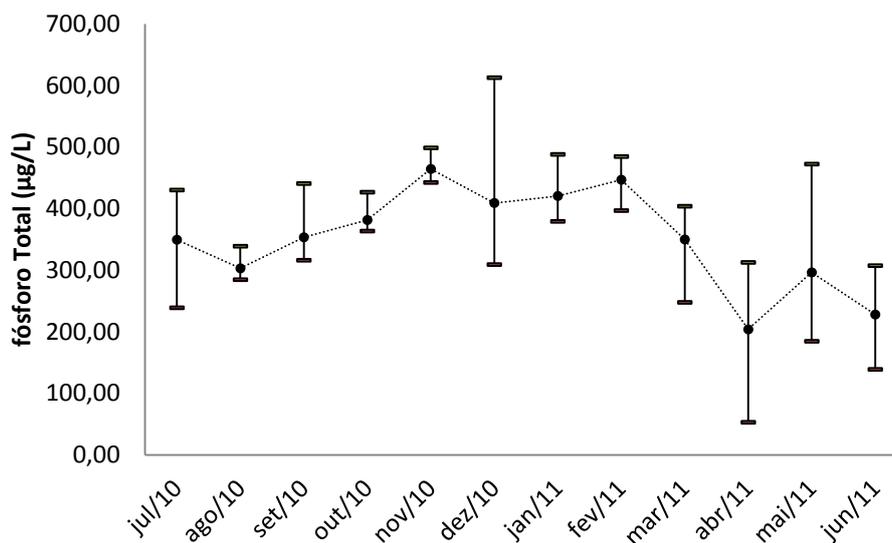


Fig.16: Distribuição espaço/temporal do Fósforo Total de julho/10 a junho/11, no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

DISCUSSÃO

Estuários são ambientes extremamente dinâmicos, sujeitos a amplas oscilações dos parâmetros físico-químicos e hidrológicos, em diferentes escalas temporais e com diferenças ambientais circunstanciais. As comunidades, por sua vez, modulam-se em função de fatores extrínsecos (temperatura, ventos, pluviosidade, entrada de nutrientes) e intrínsecos (maré, salinidade, vazão do rio) (Whitfield, 1999; Blaber, 2002).

Para os Mugilídeos capturados comprimento mínimo de desova de *M. curema* observado por Ibañez-Aguirre (2004), ocorrendo primeiro ano de idade, com L_{50} de 274mm \pm 9,3 em um estudo realizado no estuário de Veracruz no México. Em outro estudo realizado na lagoa Cuyutlán, na costa do Pacífico no México, Cabral-Solís *et al.* (2010) descrevem L_{50} diferente entre fêmeas (255 mm) e machos (270 mm). Pouco menos da metade dos exemplares de *M. curema* cujos estômagos foram analisados, apresentaram tamanho superior ou igual ao L_{50} descrito para a espécie. Isso revela não só indivíduos jovens utilizando o estuário para alimentação, mas também adultos. Para algumas espécies do gênero *Mugil* as características ambientais, como temperatura e disponibilidade de nutrientes, influenciam na fecundidade, tamanho dos oócitos, diferentes adaptações alimentares, assim como reprodutivas (Witthames *et al.*, 1995 Ibañez-Aguirre & Gallardo-Cabello, 2004; Albieri *et al.*, 2010b). Segundo Taylor (1960), o índice K da equação de crescimento é inversamente proporcional à latitude e à temperatura. Isso corrobora com Cabral-Solís *et al.* (2010) que afirmam que, apesar dos mugilídeos de clima mais quente serem de menor porte, sua taxa de fecundidade é mais elevada.

Cyclotella e *Coscinodiscus* foram os principais recursos alimentares fitoplanctônicos, sendo dominantes na dieta de *M. curema*. Em condições polihalina, estas diatomáceas centradas foram os principais recursos alimentares consumidos, assim como detritos e outras diatomáceas penadas bentônicas e cianobactérias. Em estudo realizado entre 1989 e 1990, Moura *et al.* (1995) identificaram apenas seis espécies de cianobactérias no Estuário do Rio Paraíba do Norte, enquanto neste estudo foram identificadas 42 táxons nos estômagos das tainhas analisadas. O aumento no número de espécies é preocupante, pois cianobactérias são potencialmente tóxicas, sendo

reconhecidamente um problema global que se expande e ameaça a saúde humana e animal (Carmichael, 2008).

Os jovens mugilídeos alimentam-se através da filtragem de plâncton da coluna de água e os adultos alimentam de detritos orgânicos e inorgânicos (Harrison, 2002). Entre jovens e adultos de *M. curema* verificou-se uma variação sazonal na alimentação, os jovens no período de seca alimentam-se essencialmente de Bacillariophyceae penadas, com predomínio de espécies de menor porte nos estômagos, enquanto os adultos pouco alteram sua alimentação, essa variabilidade alimentar observada entre as fases do ciclo de vida entre jovens e adultos, pode ser explicada pela variação e disponibilidade de alimentos, e também é descrita por Oliveira (1996) na região estuarino lagunar da Cananéia em São Paulo, onde ao estudar a alimentação de *M. platanus*, o autor verificou a mesma diferenciação na alimentação de jovens e adultos. Há indícios que os indivíduos de *M. curema* selecionam seus itens alimentares, pois mesmo havendo alta densidade de algumas espécies na água, como *Planktothrix agardii*, *Chaetoceros* sp., *Woronichia* sp. essas espécies não foram encontradas nos estômagos. Esse fato pode ser associado a não palatabilidade de algumas espécies de cianobactéria ou ainda ao tamanho dos indivíduos, que determina a preferência por itens alimentares e mesmo diferenças significativas na dieta, de acordo com o comprimento dos indivíduos (King, 1988; Krajewski *et al.*, 2011). A seleção alimentar pode ainda estar relacionada à ecomorfologia da espécie, pois a capacidade de apreensão do fitoplâncton pelos rastros branquiais delimita o tamanho das partículas que são propriamente ingeridas. Segundo Oliveira & Soares (1996), essa variação na dieta é referida como mecanismo de minimização das possíveis interações intra-específicas e resulta na ampliação do espectro alimentar.

Nos estômagos analisados foram verificadas grandes quantidades de sedimento, sendo considerado recurso alimentar para detritívoros que habitam estuários associados a manguezais, tal hábito tem sido descrito para diversos peixes, dentre os quais, os mugilídeos (Lewis *et al.*, 1987 e Oliveira & Soares, 1996). A presença de areia e detritos é comum em estômagos de peixes que obtêm seus nutrientes de microrganismos associados a partículas de sedimento (Odum, 1970; King, 1988; Vasconcelos Filho, 1990; Oliveira &

Soares, 1996), como demonstrado na análise do conteúdo alimentar de *M. curema* neste estudo.

A renovação da água e sua composição química podem acarretar excessivas florações de microalgas, hipóxia, produção de toxinas e mudanças na biota, ou devido a alterações, físicas de origem antrópica na estrutura deste ecossistema, com alterações no tempo de fluxo e refluxo das maiores marés e na composição e abundância das populações dos organismos aquáticos (Montes *et al.*, 2002; Koenig *et al.*, 2003; Leão *et al.*, 2008).

A composição do fitoplâncton nos sistemas aquáticos fornece indícios do estado de conservação e eutrofização do ambiente estuarino (Leão *et al.*, 2008). As altas temperaturas, a disponibilidade de nutrientes na coluna de água, o aumento da transparência, e uma salinidade baixa favoreceram o aumento da densidade no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

A ocorrência de índices de alta diversidade no Estuário do Rio Paraíba do Norte se deu principalmente no início do período de chuvas, sendo resultado da ressuspensão do sedimento de pouca profundidade.

Dentre as espécies mais abundantes do fitoplâncton as pertencentes a classe Bacillariophyceae, segundo Smayda (1983) as diatomáceas destacam-se como os principais organismos do microfitoplâncton estuarino e em sua maioria constituem a maior percentagem das microalgas presentes.

Apesar das altas concentrações de cargas de nutrientes na água foi verificada uma alta densidade de Coscinodiscophyceae, essa que são influenciadas principalmente pela água marinha como verificado por Eskinazi-Leça (1980) e Leão *et al.* (2008). Em trabalhos realizados com Euglenophyceae verificou-se uma relação entre ela e ambientes com alta cargas de nutriente e matéria orgânica Menezes (1989) e Gianni *et al.* (1999), assim no estuário em estudo foi observada a relação entre cargas de nutrientes e a presença de Euglenophyceae.

Observou-se que nos meses mais quentes houve também um aumento no tamanho dos indivíduos capturados, por consequência, aumento no tamanho dos estômagos. Outro fato observado nos meses de maior temperatura foi o aumento da abundância da comunidade fitoplanctônica, que se relaciona diretamente à dinâmica e composição química da água, ao comprimento da zona eufótica e ao aporte de nutrientes (Brandini *et*

al.,1988).Neste estudo, foram observados altos valores de clorofila em todo o período amostral revelando uma alta produtividade, a biomassa fitoplanctônica medida pela concentração de clorofila *a*, pode ser comparada a das regiões de alta produtividade como a do estuário da baixada santista devido a elevada carga de nutrientes (Braga, 2000), foram também observados picos no período de menor precipitação como também observado por Grego (2004) no Estuário do Rio Timbó, Pernambuco. Os valores de feofitina observados para o Estuário do Rio Paraíba do Norte, apontam alto processo de degradação da clorofila *a*. Dos feopigmentos que correspondem ao produto da degradação da clorofila, a feofitina representa a clorofila *a* degradada, sendo esta relacionada à zona de mistura do estuário (Bianchi *et al.*, 1997).

No Estuário do Rio Paraíba do Norte foi observada a influência do regime de marés e a ação sazonal da vazão da bacia de drenagem influenciando o fluxo do rio, promovendo alterações químicas dos nutrientes dissolvidos na água. De acordo com Sassi *et al.* (1991), o fluxo das águas dos tributários promove redução da salinidade nas épocas mais chuvosas na região, normalmente se estendendo de março a agosto. Os valores de salinidade mesmo que baixos, parecem não influenciar a distribuição ou a alimentação da tainha, já que os mugilídeos apresentam a capacidade de permanecer por longos períodos em ambientes dulcícolas (Fonseca-Neto & Spach, 1999).

No Estuário do Rio Paraíba do Norte a temperatura da água apresentou-se bastante elevada, acima dos 25°C, aumentando com a redução da precipitação, principalmente de novembro/10 a fevereiro/11, características marcantes da região tropical. A variação no regime pluviométrico da bacia de drenagem do Estuário do Rio Paraíba do Norte exerce alterações na dinâmica das suas águas, devido ao aumento do fluxo de águas durante os meses de maior precipitação na bacia de drenagem. Muitos trabalhos revelam a forte influência de precipitação pluviométrica na dinâmica dos estuários, como observado em Brandini (1988) na costa dos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina; Moura e Passavante (1995), no rio Formoso - PE.

As variações no regime meteorológico a geomorfologia, bem como os impactos antropogênicos das regiões costeiras regem a hidrobiologia de cada região e as características taxonômicas e espaço-temporal das comunidades

planctônicas, bem como toda a fauna e flora aquática (Brandini, 1997). As variações no regime pluviométrico também exercem alterações na dinâmica dos estuários, devido ao aumento provocado no fluxo limnético durante os meses de maior precipitação.

A temperatura é um fator de fundamental importância no ambiente estuarino devido a sua ação direta nos processos fisiológicos dos organismos e indireta sobre os fatores ambientais (Figueiredo *et al.*, 2006). As temperaturas no Estuário do Rio Paraíba do Norte foram elevadas em todo o período amostral, como observado em estuários. A salinidade nos pontos de coleta é influenciada pela vazão e volume de água no rio e também pelo movimento das marés. Isto possivelmente esteja associado ao fato de que o estuário recebe sete tributários que contribuem com o aporte de água superficial de baixa salinidade, a qual carrega materiais erodidos, detritos domésticos e industriais, bem como dilui a água proveniente do regime de marés (Sassi & Watanabe, 1980; Guedes, 2002).

A transparência foi reduzida nos períodos com maior precipitação pluviométrica, principalmente nos pontos mais a montante, fato que está ligado à entrada de material alóctone carregado e lixiviado para o estuário, tanto advindo da bacia de drenagem como da zona rural e zona urbana que cercam grande parte do estuário. O mesmo foi observado por Sassi (1991), que descreve um aumento da transparência, em direção a desembocadura do estuário, e uma redução da transparência no período chuvoso (Sassi & Watanabe, 1980) no mesmo estuário.

As maiores e mais significativas rotas de contaminação da água são ocasionadas por emissões diretas e indiretas dos esgotos tratados e não-tratados, escoamento e deposição atmosférica e pelo processo de escoamento superficial do solo. As águas resultantes da drenagem urbana podem conter altas concentrações de nutrientes e baixos teores de oxigênio (Tucci, 2002; Vasco *et al.*, 2010). Os nutrientes da série nitrogenada mostraram-se bastante elevados principalmente o íon amônio, com maiores concentrações no período seco e redução no período de maior precipitação pluviométrica, ao contrário do observado para as concentrações de nitrato, que se apresentam mais elevadas no período chuvoso. Da mesma forma, no litoral do Maranhão as maiores

concentrações dos nutrientes da série nitrogenada ocorrem no período de menor precipitação pluviométrica (Azevedo, 2008).

Em todo o período de estudo foram verificadas altas concentrações de fósforo total e ortofosfato, os picos de aumento se concentração nos meses mais quentes novembro e dezembro, como também no período de elevação da precipitação, sendo essas concentrações mais expressivas nos pontos a montante. O fósforo está presente nos estuários por fontes naturais, intemperismo das rochas fosfáticas, ou é emitido de forma antrópica, esgoto sem tratamento principalmente na forma de ortofosfato e fosfato orgânico oriundos de dejetos humanos e efluentes domésticos. Ele é transportado de forma direta, por chuvas e lixiviação (Marins, 2007).

Diante disso, este estudo confirma que o Estuário do Rio Paraíba do Norte recebe grande quantidade de nutrientes de diferentes fontes e que a estrutura da comunidade fitoplanctônica, tanto pelo aporte de água doce do rio, como também pelo aporte de água marinha, favorece a manutenção da qualidade de água do estuário.

A Análise dos Componentes Canônicos indicou que os parâmetros abióticos e bióticos explicam grande parte das variações ocorridas no Estuário do Rio Paraíba do Norte no período de estudo, revelando que as cargas de nutrientes, o regime pluviométrico da bacia de drenagem do estuário e as marés são os responsáveis pela dinâmica das comunidades biológicas. Os mugilídeos estiveram intimamente relacionados com a disponibilidade de nutrientes, temperaturas elevadas, disponibilidade de alimento, nos trabalhos de Gregor (2004) no Estuário do Rio Timbó, Leão (2008) no Estuário do rio Igarassu, Pernambuco e Honorato da Silva *et al.* (2009) no Estuário do Rio Formoso, Pernambuco verificaram que o regime pluviométrico e a carga de nutrientes, determinam a disponibilidade de alimentos. As espécies mais representativas do fitoplâncton como as Coscinodiscophyceae e Bacilariophyceae são espécies eurialinas e dependem das marés com o aporte de água salgada para a melhor manutenção dessas comunidades (Moreira Filho *et al.*, 1999; Souza & Moreira Filho, 1999).

O Estuário do Rio Paraíba do Norte está inserido em um meio que sofre crescente agressão antrópica provocada principalmente pelo rápido e desordenado processo de urbanização local. As cargas de nutrientes obtidas

evidenciaram a existência de um gradiente de contaminação orgânica no estuário afetando diretamente a qualidade do meio, influenciando a comunidade alga a qual forma a principal base da produtividade primária, afetando aumentando a disponibilidade de alimento a população de tainha a qual se alimenta principalmente desse recurso.

Conclusões

O Estuário do Rio do Paraíba do Norte é utilizado para alimentação de jovens e adultos de *Mugil curema*;

A dieta de *M. curema* constituiu-se basicamente de Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae, Cianobactérias e sedimento;

No período com menor pluviosidade e temperaturas mais elevadas, as diferenças na composição da dieta entre jovens e adultos revelaram que os jovens se alimentaram de bacilariofíceas penadas, enquanto que os adultos não variaram sua dieta.

A comparação entre as amostra de frequência de ocorrência de espécies de fitoplâncton nos estômagos e na água, infere que *M. curema* seleciona seus itens alimentares.

As elevadas concentrações de fósforo no período de seca resultam da estagnação do sistema, do aporte antropogênico do estuário e dos processos biogeoquímicos internos, contribuindo para o aumento da eutrofização local;

As altas concentrações de amônio refletem o grande impacto antropogênico que o estuário vem recebendo, principalmente fontes pontuais de esgoto;

A comunidade fitoplanctônica pode ser dividida em dois conjuntos, sendo os gêneros de Euglenophyceae e Cianobactéria, favorecidos pela água doce, enquanto Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae e Dinophyceae, são influenciadas diretamente pela preamar. As altas concentrações de clorofila estiveram relacionadas principalmente às fontes pontuais de contaminação do estuário, assim como a feofitina ao processo de decomposição.

Referências

- ANAGNOSTIDIS, K. KOMÁREK, J. Modern approach to the classification system of cyanophytes, 3 -Oscillatorialis. Arch. Hydrobiol. Suppl. Stuttgart, 1988.
- ALBIERI, R. J., F.G. ARAÚJO & T.P. RIBEIRO. 2010. Gonadal development and spawning season of white mullet *Mugil curema* (Mugilidae) in a tropical bay. Journal of Applied Ichthyology.26.
- APHA; AWWA & WPCF. 1995. Standard Methods for the Examination of water and wastewater. Washington, DC. 19.
- AZEVEDO, A.C.G. DE, F.A.N. FEITOSA & M.L. KOENING. 2008. Distribuição especial e temporal da biomassa fitoplanctônico e variáveis ambientes no Golfo Maranhense, Brasil. Acta botânica brasílica 22(3): 870-877.
- BERNER, E.K. & BERNER, R.A. 1987. The Global Water Cycle: Geochemistry and environment. Englewood cliffs. Prentice- Hall. 397p.
- BLABER, S. J. M. 2002. Fish in hot water: the challenges facing fish and fisheries research in tropical estuaries. Journal of Fish Biology, 61: 1-20.
- BRAGA, E., C.V.D.H. BONETTI, L. BURONE & J. BONETTI FILHO. 2000. Eutropication and Bacterial pollution caused by industrial and domestic waster at baixada Santista estuarine system – Brazil. Marine Pollution Bulletin. 40(2): 165-173.
- BRANDINI, F.P. 1988. Composição e distribuição do fitoplâncton na região Sueste do Brasil e suas relações com as massas de água (Operação Sueste – julho/agosto 1982). Ciência e Cultura. 4(40): 334-341.
- BRANDINI, F.P., R.M. LOPES, K.S. GUTSSIT, H.L. SPACH & R. SASSI. 1997. Planctologia na plataforma continental do Brasil: diagnose e revisão. Revizee. 196p.
- CARMICHAEL, W. 2008. A world overview – one-hundred-twentyseven years of research on toxic cyanobacteria – Where do we go from here? In: Hudnell, H. K. Cyanobacterial Harmful Algal Blooms: state of the science and research needs. Springer Science & Business Media.
- CARVALHO, C. D., C. M.CORNETA, V. S. UIEDA. 2007. Schooling Behaviour of *Mugil curema* (Perciformes: Mugilidae) in an estuary in southeastern Brazil. Neotropical Ichthyology 5(1).

- CUPP, EASTER. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. University of California Press.
- DESIKACHARY, T. V. Cyanophyta, New Delhi: India Council of Agricultural Research, v. 2 e 3. 2002. Environment. Cap. 3: Rainwater and Atmospheric Chemistry. Ed. Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs.396 p.
- ESCHRIQUE, S.A., R.V. MARINS, M.O.P. MOREIRA & M. D. ALMEIDA. 2007. Hidrogeoquímica do fósforo no estuário do Jaguaribe (CE). 100p.
- ESKINAZL-LEÇA, E., S.J. MACÊDO AND J.Z.O. PASSAVANTE. 1980. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco - Brasil. V. Composição e distribuição do micropâncton na região do canal de Santa Cruz. Trabalhos Oceanográficos. 15: 185-262.
- FARIAS, M.C.V. 1998. A atividade pesqueira no curso inferior do Rio Japarutuba, sob influência do campo de produção de petróleo de Carmópolis (Sergipe). Dissertação, Programa Regional de Pós-graduação em desenvolvimento e meio ambiente. Universidade Federal da Paraíba. 92p.
- FIGUEIREDO, J.A., K. MUNIZ, S.J. MACEDO, M.J. FLORES-MONTES & F.A.N.FEITOSA. 2006. Hidrologia e biomassa fitoplanctônica nas barras Orange e Catuama (canal de Santa Cruz), em Itamaracá - PE: variação nictemeral. Arquivos de Ciências do Mar. 39: 5-17.
- GIANI, A, C.C. FIGUEREDO & P.C. ETEROVICK. 1999. Algas planctônicas do reservatórioda Pampulha (MG): Euglenophyta, Pyrrophyta, Chrysophyta, Cyanobacteria. Revista Brasileira de Botânica. 22(2): 107-116.
- GREGO, C.K. DA S., F.A. DO N. FEITOSA, M. HONORATO DA SILVA & M. DE J. FLORES MONTES. 2004. Distribuição espacial e sazonal da clorofila a fitoplanctônica e hidrológica no Estuário do Rio Timbó (Paulista – PE). Tropical Oceanography. 32(2): 181-199.
- GUALBERTO. L.A. 1977. Diagnóstico preliminar das condições ambientais do Estado da Paraíba. Conselho Estadual de Controle de Poluição das Águas. CAGEPA-PB. 103.
- GUEDES, L. da S. 2002. Monitoramento geoambiental do Estuário do RioParaíba do Norte – PB, por meio da cartografia temática digital e de produtos de sensoriamento remoto. Dissertação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 77p.

- HEGEWALD, E. SILVA C. P. Annotated catalogue of *Scenedesmus* and Nomenclaturally Related Genere, Including Original Descriptions and Figures. Berlim – Stuttgart: J. Cramer, 1988.
- HONORATO DA SILVA, M., J.Z.O. PASSAVANTE, M.G.G. SILVA-CUNHA, C.R. S. GRECO & K. MUNIZ. 2004. Distribuição espacial e sazonal da biomassa fitoplanctônica e dos parâmetros hidrológicos no Estuário do Rio Formoso (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil). *Tropical Oceanography*. 32(1): 89-106.
- HONORATO DA SILVA, M., M. DA G.G. DA SILVA-CUNHA, J.Z.O. PASSAVANTE & C. K. DA S. GREGO. 2009. Estrutura sazonal e espacial do microfitoplâncton no estuário tropical do Rio Formoso PE, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 23(2): 355-368.
- IBÁÑEZ-AGUIRRE, A. L. & O. GUTIÉRREZ-BENÍTEZ. 2004. Climate variables and spawning migrations of the striped mullet and White mullet in the Northwestern area of the Gulf México. *Journal of Fish Biology*. 65:822-831.
- INPE/CPTEC. Proclima: Programa de monitoramento climático em tempo real da Região Nordeste. 2011. Análise municipal das componentes do balanço hídrico. http://www6.cptec.inpe.br/proclima2/balanco_hidrico/balancohidrico.shtml. Acesso em 8 de Agosto 2011.
- KOMÁREK, J. ANAGNOSTIDIS, K. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 4 – Nostocales. *Phycological Documentation Code-see: Algological Studies* 9, 1973, 450-481p.
- KUTNER, M.B. 1972. Variação estacional e distribuição do fitoplâncton na região de Cananéia. (Tese) Instituto Oceanográfico da USP.
- LEÃO, B.M., J.L.O. PASSAVANTE, M.G.G. SILVA-CUNHA & M.F. SANTIAGO. 2008. Ecologia do microfitoplâncton do Estuário do Rio Igarassu, PE, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 22 (3):711-722.
- MARCELINO, R. L. 2000. Diagnóstico sócio-ambiental do Estuário do Rio Paraíba do Norte – PB com ênfase nos conflitos de usos e nas interferências humanas em sua área de influência direta. Dissertação. Programa Regional de Pós-graduação em desenvolvimento e meio ambiente, Universidade Federal da Paraíba. 97p.
- MARCELINO, R. L., R. SASSI, T. A. CORDEIRO & C.F. COSTA. 2005. Uma abordagem sócio-econômica e sócio-ambiental dos pescadores artesanais e outros usuários ribeirinhos do Estuário do Rio Paraíba do Norte, estado da Paraíba, Brasil. *Tropical Oceanography*. 33(2): 183-197.

- MARINS, R.V., F.J DE PAULA FILHO & C.A.S. ROCHA. 2007. Geoquímica de fósforo como indicadores da qualidade ambiental e dos processos estuários no Rio Jaguaribe – Costa Nordeste Orienta Brasileira. *Química Nova*. 30(5):1208-1214.
- MENEZES, N.A. 1983. Guia prático para o conhecimento e identificação de tainha e paratis (Pisces, Mugilidae), do litoral brasileiro. *Revista brasileira de Zoologia*. 2(1): 1-12.
- MENEZES, N.A. & J. L. FIGUEIREDO. 1985. Manual de peixes marinhos sudoeste do Brasil. Museu de Zoologia. Universidade de São Paulo, 5: 160p.
- MENEZES, M. 1989. Contribuição ao conhecimento das algas do gênero *Euglena* (Euglenophyceae) no município do Rio de Janeiro e arredores, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 3(11): 49-90.
- METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT; GARCÍA-RODRIGUEZ, F. Diatoms of Uruguai, Comparede with other taxa from South America and elsewhere. A.R. G. GantherVerlag K. G.Montevideo: 2005.
- METZLER, P. M.; P. M, GLIBERT; S. A. GAETA & J. M. LUDLAM, 1997. New and regenerated production in the South Atlantic of Brazil. *Deep-Sea Research I*, 44 (3): 363-384.
- MOURA, G. F., R. SASSI, G. N. MELO & J. Z. O. PASSAVANTE. 1995. Dinâmica diurno e sazonal do fitoplâncton do Estuário do Rio Paraíba do Norte – Estado da Paraíba – Nordeste do Brasil. *Revista Nordestina de Biologia*. 10 (1): 47-63.
- MOURA, R. T. & J. Z. O. PASSAVANTE, 1995. Biomassa fitoplanctônica na baía de Tamandaré, Rio Formoso-Pernambuco, Brasil. *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco* 23:1-15.
- NISHIDA, A. K. 2000. Catadores de moluscos do litoral paraibano. Estratégias de subsistência e formas de percepção da natureza. São Carlos/SP. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos.
- NISHIDA, A.K., N. NORDI & R.R.N. ALVES. 2008. Embarcações utilizadas por pescadores estuarinos da Paraíba, Nordeste Brasil. *Biofarmácia*, 03(1): 46- 48.
- OLIVEIRA, D.B.F. & J.Z.O. PASSAVANTE. 1988. Biomassa primária do fitoplâncton do estuário do rio Potengi (Natal – Brasil). *Gayana, Botânica* 45: 235-240.

- OLIVEIRA, I.R. & L.S.H. SOARES. 1996. Alimentação da tainha *Mugil curema* (Perciformes: Mugilidae), whit there ovarian lobes found in the Gulf of Cariaco, Venezuela. *Revista de Biologia Tropical*. 56: 285-288.
- PARSONS, T.R.; TAKAHASHI, M. & HARGRAVE, B. 1984. *Biological Oceanographic. Process* 3ed. Pergamo, New York. 303p.
- ROSS, J. 1979. *Praticas de Ecologia*. Barcelona. Ediciones Omega. 181p.
- SANTOS. T.G., J.L. BEZERRA-JUNIOR, K.M.P. DE COSTA & F.A.N. FEITOSA. 2009. Dinâmica da Biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais em um estuário tropical (Bacia do Pina, Recife, PE). *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*. 4(1): 95-109.
- SASSI, R. & G. N. MELO. 1982. Contribuição ao conhecimento da fauna de protozoários do Estuário do Rio Paraíba do Norte: Tintinoíneos do Rio Mandacaru. *Revista Nordestina de Biologia*. 5(2):141-155.
- SASSI, R. & T. WATANABE. 1980. Levantamento das Condições Físicas e Químicas do Estuário do Rio Paraíba do Norte **In:** Estudos Ecológicos no Estuário do Rio Paraíba do Norte. Paraíba, Brasil. Relatório Técnico Final, NEPREMAR/UFPB. 162p.
- SASSI, R. 1991. Phytoplankton and environmental factors in the Paraíba do Norte river estuary, northeastern Brazil: composition, distribution and quantitative remarks. *Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo*. 39(2): 93-115.
- SMAYDA, T.J. The plankton of estuaries. **In:** Ketchum, B. H. (Ed.). *Estuaries and enclosed seas*. Amsterdam: Elsevier, 1983. 4: 65-112.
- SPERLING, M.V. 1996. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto. Departamento de Engenharia sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais.
- TENENBAUM, D.R., VILLAC, M. C., VIANA, S.C. MATOS, M. HATHERLY, M. LIMA, I. V. MENEZES, M. 2004. *Phytoplankton Atlas os SepetibaBay, Rio de Janeiro, Brazil*. Rio de Janeiro: GloBallast Monograph Series nº 16.
- TUCCI, C.E.M. 2002. Gerenciamento da Drenagem Urbana. Instituto de Pesquisas Hidráulicas - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. 7(1): 5-27.

- UHERKOVICH, GÁRBOR. 1966. Die scenedesmus-artenungarns. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- UTERMÖHL, H.Z.U.R .1958. Vervollkommung der quantitativen phytoplankton methodik. Mitteilungen. Internationale Vereinigung fuer Theoretische und Angewandte Limnologie. 9: 1-38.
- VASCO, A.N., A.V. MELLO JÚNIOR, A.C. A. DA S. SANTOS, D.O. RIBEIRO, E. D. TAVARES & L.C. NOGUEIRA. 2010. Qualidade da água que entra no estuário do rio Vaza Barris pelo principal fluxo de contribuição de água doce. Scientia Plena 6(9): 1-10.
- VAZZOLER, A. E. A. M. 1996. Biologia da reprodução de peixes Teleósteos: teoria e prática. EDUEM. Maringá-PR. 169p.
- WETZEL, K. G. & G. E. LINKENS. 1991. Limnological Analyses. Springer Verlag. 391p.
- WHITFIELD, F. B., F. HELIDONOTIS, K. J. SHAW, D. SVORONOS. 1999. Journal of agricultura and food Chemistry.47: 2367.
- WITTHAMES, P. R., M. GREER-WALKER, M.T. DINIS & C.L. WHITING. 1995. The geographical variation in the potential annual fecundity of dover sole, *Solea solea*, from European shelf waters during 1991. Netherlands Journal of Sea Research, 34: 45-58.

ANEXO

Algas registradas no Estuário do Rio Paraíba do Norte, PB.

CHLOROPHYCEAE*Actinastrum fusiformes* Hagerhein*Actinastrum hantzschii* Hagerhein*Ankistrodesmus falcatus* Sokoloff*Ankistrodesmus densus* Korshikov*Ankistrodesmus fusiformes* Korshikov*Ankistrodesmus gracilis* (Reinsh) Korshikov*Ankistrodesmus spiralis* (W. B. Turner)

Lemmermann

Crucigenia quadrata Morren*Desmodesmus acuminatus* (R. Chodat)*Desmodesmus armatus* (R. Chodat)*Desmodesmus intermedius* (Chodat) E.H.

Hegewald

Desmodesmus quadricauda (Turpin) Hegewald*Desmodesmus pannonicus* (T. Hortobágya)*Desmodesmus* sp. (R. Chodat) S.S.An.*Dictyosphaerium puchellun* Nägeli*Eudorina* sp. Ehrenberg*Geminellasp.* (Turpin)*Joannesbaptista pellucida* Detoni*Micractinium pulsillum* Fresenius*Oocystis Borgei* J.Snow*Oocystis* sp. Marssonii Lemmermann*Pandorina* sp. Bory de Saint Vicent*Pediastrum duplex* Meyen*Pediastrum simplex* Meyen*Scenedesmus ecornis* Chodat*Scenedesmus ellipsoideus* Hortobágyi*Scenedesmus semiampulatus* Hortobágyi*Scenedesmus* sp.3 Meyen*Tetraedron trigonum* (Nägeli)**BACILARIOPHYCEAE***Amphipora alata* (Ehrenberg) Kützing*Amphipleura* sp. F. T. Kützing*Amphora copulata* Kützing Basiennym*Amphora normalis* Kützing*Amphora ovalis* (Kützing) Kützing*Amphoras* sp. Ehrenberg ex Kützing*Amphora* sp.3 Ehrenberg ex Kützing*Amphora veneta* Kützing*Amphipora alata* Ehrenberg*Anomoeoneis* sp. E. Pfitzer*Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen*Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen*Aulacoseira italica* (Ehrenberg) Sominsen*Caloneis* sp. P. Cleve*Calothrix* sp. C. Agardh ex Bornet & Flahault*Coconeis placentula* Ehrenberg*Coconeis* sp. Ehrenberg*Craticula* sp. Grunow*Cymatopleura* sp. W. Smith*Cymbella* sp. C. Agardh*Cymbella tumida* Grunow*Cymbopleura* sp. (K. Krammer) K. Krammer*Diademis* sp. Kützing*Diatoma elongatum* (Lynbye) C. Agardh*Diatoma vulgares* Bory de Saint Vicent*Diploneis ovalis* F. Fricke*Diploneis* sp. Ehrenber ex Cleve*Ephitenia* sp. Kutz*Eunotia* sp. Ehrenberg*Fragilariopsis* sp. Hustedt in Schmidt*Frustulia* sp. Rabenhorst*Gomphonema gracile* F. Turris Hustedt*Gyrozigma* sp. Hassall*Mastogloia* sp. Thwaises ex W. Smith*Melosira* sp. C. Agardh*Melosira sulcata* (Ehrenberg) Kützing*Melosira molinoformis* (O. F. Müller) C. Agardh*Navicula* sp.1 Bory de Saint Vicent*Navicula* sp.2 Bory de Saint Vicent*Navicula* sp.3 Bory de Saint Vicent*Nitzschia amphibia* Grunow*Nitzschia closterium* (Ehrenberg) W. Smith*Nitzschia levidensis* (W. Smith) Grunow*Nitzschia longissima* (Brédissom) Ralfs*Nitzschia lorenziana* Grunow*Nitzschia obtusa* W. Smith*Nitzschia paradoxa* Hustedt*Nitzschia sigma* (Kützing) W. Smith*Nitzschia sigmoide* (Nitzsch) W. Smith*Nitzschia* sp. Hassal*Odontella aurita* (Lynbye) C. Agardh*Odontella sinesis* (Greville) Grunow*Pinularia* sp. Ehrenberg

Placoneis sp. Mereschikowsky
Planothidium sp. Round & L. Bukhtiyarova
Pleurosigma sp. W. Smith
Rhopallodia sp. Otto Müller
Surirella linearis W. Smith
CYANOBACTERIA
Anabaena anomala F.E. Frisch
Anabaena solitari aKlebahn
Anabaena sp. Bory Saint Vincent ex Bornet &
Aphanizomenon gracile Lemmermann
Aphanocapsa elachista West & G.S. West
Aphanotece microcopica Nägeli
Borzi sp. Conh ex Gomont
Cylindrospermopsis raciborslii (Woloszynska)
 Scenayya & Subba Raju
Chroococcus giganteus West
Chroococcus sp. Nägeli
Chroococcus turgidus (Kützing) Nägeli
Gomphosphaeria sp. Kützing
Lyngbya majuscula (Dillwyn) Nägeli
Lyngbya rubica C. Agardh ex Gomont
Merismopedia glauca (Ehrenberg) Kützing
Merismopediasp. Meyen
Micrococcus pulchella (Buell) Geitler
Microcolesussp. Desmazieres ex Gomont
Microcystis sp. Lemmermann
Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing
Micocystis prtocystis Crow
Nostoc sp. Vaucher ex Bornet & Flahault
Oscillatoria formosa Frémy
Oscillatoria limosa C. Agardh
Oscillatoria princepis Vaucher ex Gomont
Oscillatoriasp. Vaucher ex Gomont
Oscillatoria splendida Greville
Oscillatoria tenuis C Agardh
Oscilatria sanata Kützing ex Gomnot
Phormidium mucosum Gardner
Phormidium lucidum Kützing ex Gomont
Phormidium sp. Kützing ex Gomont
Planktothrix agardii (Gomont) Anagnostidis &
 Komárek
Pseudoanabaena aciculares Lynbya anomala
 Watanabe & Umesahi
Pseudoanabaenasp. Lauterborn
Radiocystis sp. Skuja
Raphidiopsis sp. F. E. Fritsch
Romeria sp. Koczwara in Geitler

Sphaerocavum brasiliensis Azevedo & Sant'Anna
Spirulina sp. Turpin ex Gomont
Synechocystis aquatilis Sauvayeau
Woronichia sp. Elenkin
COSCINODICOPHYCEAE
Actinoptychus senarius (Ehrenberg) Ehrenberg
Actinoptychus splendens (Shadbolt) Ralfs ex
 Pritchard
Chaetoceros sp. Ehrenberg
Chaetoceros sp.1 Ehrenberg
Coscinodiscus centralis Ehrenberg
Coscinodiscus excentricus Ehrenberg
Coscnodiscus lineautus Ehrenberg
Coscinodiscus sp. Morren
Crucigenia quadrata Morren
Cymboppleura sp. (K. Krammer) K. Krammer
Cyclotella distinguenda Husterdt
Cyclotella litoralis Lanye & Syvertsen
Cyclotella meneghiniana Kützing
Cyclotellasp. (Kützing) Brebisson
Ditylum sp. J. W. Baley
Guinardia delicatula (Cleve) Haste
Guinardia flaccida (Castracane)
Hemiaulus sp. Heurkii
Lithodesmium undulatum Ehrenberg
Thalassiosira rotula Meunier
Thalassiosirasp. Cleve
ZYGNEMAPHYCEAE
Closterium parvulum G. G. A. Meneghini
Closterium sp. Nitzsch ex Ralfs
Cosmarium obtusatum (Schmidde) Schmidde
Cosmarium sp. Corda ex Ralfs
Staurastrum sp. Meyen ex Ralfs
Spirogyrasp. Link
DINOPHYCEAE
Peridinium umbonatum G. G. A. Meneghini
Prorocentrum gracile Ehrenberg
Protoperidinium divergens (Ehrenberg) Balech
Protoperidinium granii (Ostenfield) Balech
Protoperidinium sp. Bergh
Protoperidinium parviverter Balech
Protoperidinium pellucidum Berg ex Loeblich Jr. &
 Loeblich III
Protoperidinium oceanicum (Kanttöffen) balech
Protoperidinium sp. Bergh
Scrippsiella sp. Balch ex A. R. Loeblich III
Scrippsiella trochoidea (Stein) Balech ex Loeblich III

Strombomonas sp. Deflandre

EUGLENOPHYCEAE

Euglena sp. Ehrenberg

Euglena caudata Hübner

Lepocinclis sp. Perty

Phacus sp. Dujarolim

Thrachelomonas armatus (Ehrenberg) F. Stern

Thrachelomonas sp. Ehrenberg

CRYPTOPHYCEAE

Cryptomonas sp. Ehrenberg

FRAGILARIOPHYCEAE

Fragilaria capucina Desmazières

Fragilaria sp. Greville

Lioloma sp. Hasle

Mediophyceae

Cerataulina pelagica (Cleve) Hendey

Chaetoceros decipiens Cleve

Chaetoceros sp. Ehrenberg

Triceratium facus Ehrenberg

Centrophyceae

Rhizosolenia sp. Brightwell
