



*Variação Diurna da  
Biomassa Fitoplanctônica  
do Estuário do Rio Timbó  
(Paulista, Pernambuco,  
Brasil)*

*Olinda, 2009*





**FUNDAÇÃO DE ENSINO SUPERIOR DE OLINDA – FUNESO  
UNIÃO DAS ESCOLAS SUPERIORES DA FUNESO - UNESF  
NÚCLEO DE PÓS GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO  
ESPECIALIZAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**LILLYAN VIRGINIA LESSA NASCIMENTO**

**VARIAÇÃO DIURNA DA BIOMASSA FITOPLANCTÔNICA DO ESTUÁRIO DO RIO  
TIMBÓ (PAULISTA, PERNAMBUCO, BRASIL)**

Olinda, 2009.

**LILLYAN VIRGINIA LESSA NASCIMENTO**

**VARIAÇÃO DIURNA DA BIOMASSA FITOPLANCTÔNICA DO ESTUÁRIO DO RIO  
TIMBÓ (PAULISTA, PERNAMBUCO, BRASIL)**

Monografia que apresenta ao Núcleo de Pós Graduação, Pesquisa e Extensão em Ciências Ambientais da Fundação de Ensino Superior de Olinda, como parte dos requisitos para obtenção do título de Especialista em Ciências Ambientais.

**Orientador:**

Dr. José Zanon de Oliveira Passavante.

Olinda, 2009.

**FUNDAÇÃO DE ENSINO SUPERIOR DE OLINDA  
NÚCLEO DE PÓS GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO**

**VARIAÇÃO DIURNA DA BIOMASSA FITOPLANCTÔNICA DO ESTUÁRIO DO RIO  
TIMBÓ (PAULISTA, PERNAMBUCO, BRASIL)**

**LILLYAN VIRGINIA LESSA NASCIMENTO**

Monografia apresentada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/ 2009.

**Banca Examinadora**

---

**Dr. José Zanon de Oliveira Passavante** (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE  
Departamento de Oceanografia da UFPE

---

**M.Sc. Marco Aurélio Florêncio** (Coordenador)  
Fundação de Ensino Superior de Olinda - FUNESO  
Núcleo de Pós Graduação, Pesquisa e Extensão da FUNESO

---

**M.Sc. Antônio Souto Gouveia** (Diretor)  
Faculdade Santa Maria – FSM  
Diretoria de Ensino e Pesquisa da FSN

*Dedico a minha mãe:*

***Iraci Januária Lessa***

*Pela minha formação como pessoa, por todo amor e apoio dedicado, por sempre estar presente em todos os momentos, por seus inteligentes ensinamentos e amizade.*

*Minha Carinhosa e Eterna Gratidão.*

## AGRADECIMENTOS

*Como poderei agradecer a todos sem exclusão?  
Primeiramente a Deus, minha eterna gratidão.  
A todos que conviveram, cada um com uma lição  
Deixada para minha vida, os guardo no meu coração.*

*Foram muitos momentos, eu sei, até falta de atenção.  
Peço desculpas aos que deixei até mesmo sem diversão,  
Para viajar nesta história, que agora deixo com emoção  
E com garra continuar nas pesquisas desse marzão.*

*Não poderei esquecer de agradecer desde então,  
Aos que lerem este trabalho, onde perceberão,  
Que a alegria do Fitoplâncton, logo os contagiarão  
E que sua perseverança pela vida é uma grande lição.*

*Obrigada!*

## *Festa Fitoplanctônica*

*Será que “fito” vem de fita  
E “plâncton” vem de planta?  
Hum... nem laço, nem flor.  
Fitoplâncton vou lhes contar,  
São seres errantes que vivem no mar!*

*De risos vive a Rhizosolenia  
Com suas agulhadas a provocar.  
A Biddulphia deve ficar  
Quieta aqui, acolá  
Pra sua placa delgada apreciar!*

*Se são errantes, como podem nadar?  
Preamar e baixa - mar,  
Correntes e ondas de arrasar!  
Habilidades e truques,  
Tudo para viver no mar!*

*De música vive o Coscinodiscus,  
Com sua caixa achatada deixar,  
Tocar o disco da Planktoniella,  
E a todo momento cantar:  
♪ Deixem as águas nos levar! ♪*

*De várias formas são estruturadas,  
Para que no tormento das ondas  
E na brandura das águas  
Vivam ao sabor da vida  
Vivam ao sabor das águas!*

*Da luz do sol são necessitados  
Poís são seres clorofilados!  
Coloridos efeitos vamos encontrar!  
Como vacúolos gasosos, o Microcystis,  
Nessa festa flutuar e dançar!*

*Seus corpos tem várias adaptações  
Pra vivenciar tantas emoções!  
Essa é boa de contar!  
Risos, músicas e cantos,  
Alegria, beleza, encanto!*

*Perguntei ao professor  
Para esta estrofe completar,  
Qual deles tem costelas,  
Poís gente não são, sei lá,  
Pra um fitoplâncton representar!*

*Ornamentações de todos os tipos  
Até fitas a Bellerochea dá!  
Para enfeitar todos os cantos  
De tantas e inúmeras colônias  
Que a Oscillatoria formar!*

*Vou findar esta poesia  
E com muita alegria declarar  
Ficar com saudades, enfim,  
Da festa que o fitoplâncton  
Pode nos proporcionar!*

*Lillyan Lessa.*

**LISTA DE FIGURAS E TABELAS**

<b>Figura 1</b> - Área de estudo, rio Timbó, Paulista, Pernambuco, Brasil .....	16
<b>Figura 2</b> - Bacias hidrográficas de PE .....	26
<b>Figura 3</b> - Ponto de coleta, em janeiro de 2009 .....	32
<b>Figura 4</b> - Biomassa fitoplanctônica (Clorofila <i>a</i> ) no estuário do rio Timbó, em janeiro de 2009 .....	34
<b>Tabela 1</b> - Variação dos parâmetros hidrológicos nas coletas estudadas.....	36

## RESUMO

O estuário do rio Timbó tem forte influência com a praia de Maria Farinha que faz parte da área costeira da cidade do Paulista, Pernambuco. Os organismos fitoplanctônicos são excelentes bioindicadores, pois são bastante sensíveis a mudanças de quaisquer fatores ambientais, porquanto uma simples alteração no mesmo pode inibir ou estimular grandes florescimentos algais. Para se conhecer melhor tal influência, foram coletadas 11 amostras da água, no período de estiagem, janeiro de 2009, nas marés de sizígia e quadratura, de hora em hora, próximo à foz do rio Timbó, tendo como finalidade a determinação da variação diurna da biomassa fitoplanctônica, salinidade e temperatura. Utilizou-se um refratômetro portátil para análise da salinidade e um termômetro digital para aferição da temperatura. Após as coletas, as amostras foram filtradas em um sistema de filtração com bomba a vácuo e filtros Millipore HA. Posteriormente os filtros, com o material retido, foram envoltos em papel alumínio devidamente identificados e mantidos em freezer à temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$  para análise dos pigmentos em laboratório. A determinação da clorofila *a* foi efetivada através do método espectrofotométrico. A salinidade e temperatura indicaram haver uma homogeneidade na massa d'água, mesmo considerando-se os ritmos de marés. Os valores da biomassa fitoplanctônica variaram entre 4,22 a 24,39mg Clor. *a*  $\cdot \text{m}^{-3}$ , ocorrendo respectivamente nos horários de 6 e 11h. Pelos resultados obtidos verifica-se que o período mais produtivo foi das 9 as 13h, coincidindo com o início e final da baixa-mar. Os teores de clorofila *a* indicam tratar de área mesotrófica.

**Palavras chave:** fitoplâncton; teores de clorofila; variação nictemeral; mesotrófico.

## ABSTRACT

The estuary of the Timbó river has got a strong influence with the beach of Maria Farinha that is a part of the coastal area of Paulista city in Pernambuco, Brazil. The phytoplanktonic organisms are excellent bioindicators as they are very sensitive to any changes in environmental factors, since a simple change in it may inhibit or stimulate a great deal of algae blooms. In order to know such influence, eleven samples of water were collected in the drought period, in January 2009, in the tides of sizígia and square, from time to time, near the mouth of the river Timbó, and having as its main objective the determination of the diurnal variation of the phytoplankton biomass, salinity and temperature. A portable refractometer was used for the analysis of salinity and a digital thermometer to measure the temperature. After collectiings, the samples were filtered in a filter sistem with a vacuum pump and Millipore HA filters. Subsequently, the filters, with the withheld material, were wrapped in aluminum foil properly identified and kept in a freezer at a temperature of  $-18^{\circ}\text{C}$  for analysis of pigments in laboratory. The determination of chlorophyll *a* was carried out by the spectrophotometric method. The salinity and temperature indicated a homogeneity in the water mass, even taking in consideration the rhythm of the tides. The values of phytoplankton biomass ranged from 4.22 to 24.39mg Clor.  $a\text{ m}^{-3}$ , occurring respectively in the hours of 6 and 11h. The results show that the most productive period occured from 9 to 13h, Coinciding with the beginning and end of low tide. The contents of chlorophyll *a* showed a case of mesotrophic area.

Keywords: phytoplankton, clorofila levels, variation nictemeral, mesotrofic.

## SUMÁRIO

### RESUMO

### ABSTRACT

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	14
<b>2.1 Gerais</b> .....	14
<b>2.2 Específicos</b> .....	14
<b>3 DESCRIÇÃO DA ÁREA</b> .....	15
<b>3.1 Localização</b> .....	15
<b>3.2 Área Estuarina</b> .....	17
<b>3.3 Hidrologia</b> .....	17
<b>3.4 Clima</b> .....	18
<b>3.5 Flora e Fauna</b> .....	19
<b>3.6 Pedologia</b> .....	20
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	22
<b>4.1 Estuário</b> .....	22
<b>4.2 Fitoplâncton Estuarino e Marinho</b> .....	27
<b>4.3 Parâmetros Hidrológicos</b> .....	29
<b>4.4 Variação Diurna da Biomassa Fitoplanctônica</b> .....	31
<b>5 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	32
<b>5.1 Normatização do Texto</b> .....	33
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	34
<b>7 CONCLUSÕES</b> .....	38
<b>8 REFERÊNCIAS</b> .....	39



## 1 INTRODUÇÃO

O estudo dos ambientes estuarinos foi iniciado há cerca de 120 anos por pesquisadores escandinavos, e somente nos últimos cinquenta anos esses ecossistemas passaram a ser pesquisados mais intensamente, pois cerca de 60% das grandes cidades se desenvolveram em torno dos mesmos (MIRANDA et al., 2002).

Do ponto de vista ecológico, o estuário é considerado como uma zona de transição ou ecótonos entre os habitats de água doce, de origem continental e marinha (ODUM, 1985). São vários os critérios utilizados para caracterizá-lo, como o regime de maré, que propicia uma extraordinária variação da salinidade e que por sua vez, determina a distribuição espacial dos organismos.

As regiões estuarinas são ambientes costeiros localizados entre os ecossistemas limnético e marinho, dando-lhes condições únicas dentro dos ambientes aquáticos. Sua complexidade é demonstrada pelo forte hidrodinamismo mostrando temporariamente vários aspectos típicos de água doce e/ou salgada, variando também a sua geomorfologia e topografia motivados pelas condições climáticas e de marés, provocando várias interações entre os fatores bióticos e abióticos.

Portanto, as funções que mais se destacam nesses ambientes são o fornecimento de alimento, proteção, abrigo e refúgio para um grande e variado grupo de animais (Carmo, 1987). Existem vários trabalhos desenvolvidos em outros estuários onde Batista et al. (2000), fizeram um estudo preliminar sobre o manguezal e a comunidade zooplanctônica como bioindicadores da qualidade ambiental e aspectos socioeconômicos; Sônia-Silva et al. (2000) sobre a sustentabilidade ecológica das atividades pesqueiras artesanais e a relação malacofauna no manguezal; Gomes et al. (2000) que abordara os aspectos ambientais objetivando

incentivar o desenvolvimento de atividades que respeitem as limitações e as potencialidades dos recursos ambientais e culturais, conciliando as exigências do desenvolvimento com a sua proteção.

Os estudos sobre biomassa fitoplanctônica medida através da clorofila *a* são relevantes, devido à importância deste pigmento na fotossíntese através da qual é processada a matéria orgânica com liberação do oxigênio. Além disso, oferece valiosas informações sobre a potencialidade produtiva de uma determinada área.

Esta comunidade faz parte de um conjunto de organismos unicelulares fotoautotróficos possuidores de clorofila *a*, apresentando ainda grupos *b*, *c* e/ou *d*. Apresentam também uma grande variedade de formas, flageladas ou não, e as que carecem de movimentos próprios (ESKINAZI-LEÇA et al., 2002).

A distribuição das microalgas no ambiente marinho está sujeita a diversos fatores tais como, luz, temperatura, substrato, salinidade, pH e disponibilidade de nutrientes que influenciam na anatomia e fisiologia destes organismos (KINNE, 1970; SANTELICES, 1977). As populações fitoplanctônicas, sob a ação desses fatores, apresentam amplas variações na sua composição, densidade, biomassa e produtividade, tanto em padrão de variação temporal quanto em variações espaciais (ESKINAZI-LEÇA, 1991).

O conhecimento do fitoplâncton nas zonas estuarinas é importante porquanto se tratam de uma área de alimentação de muitas espécies de organismos zooplanctônicos, nectônicos e bentônicos tanto de origem limnética quanto marinha. O desconhecimento da importância da região para alimentação de peixes e moluscos leva o homem a destruir uma área de vital importância na manutenção da biodiversidade marinha.

Dentro deste contexto, escolheu-se o rio Timbó, levando-se em conta que o referido estuário contribui para a pesca artesanal e que mesmo assim vem sofrendo impacto antrópico com derrames de óleo dos barcos ancorados, recebendo entulhos das construções civis, quebra-mares e espigões construídos para proteção de edificações irregulares localizadas no supra litoral causando enormes prejuízos para o meio ambiente costeiro.



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Gerais

A influência que o estuário do rio Timbó exerce pelos seus múltiplos usos, tanto por parte dos pescadores que utilizam a área como meio de sustentabilidade, quanto para os residentes e turistas que a utilizam para lazer, desperta assim o interesse de pesquisadores em conhecer e avaliar as condições da comunidade fitoplanctônica como bioindicadora da qualidade ambiental e o grau de eutrofização do rio.

### 2.2 Específicos

- ✚ Determinar a variação diurna da biomassa fitoplanctônica em diferentes regimes de marés;
- ✚ correlacionar a biomassa fitoplanctônica com a temperatura e a salinidade;
- ✚ caracterizar o ambiente quanto ao grau de eutrofização.



### 3 DESCRIÇÃO DA ÁREA

#### 3.1 Localização

O rio Timbó está localizado entre os municípios de Abreu e Lima (32,5%), Paulista (25,7%) e Igarassu (7,7%), abrange uma área total de 9.296,41 ha. ou 6,8% da superfície do litoral norte. Está situado entre as coordenadas de (7° 30' a 8° 05' Lat. S e 34° 45' a 35° 10' Long. W) (Fig. 1).

Limita-se ao norte com a bacia do rio Igarassu e a microbacia do rio Engenho Novo; ao sul com a bacia do rio Paratibe; a oeste com a junção das bacias dos rios Igarassu e Paratibe; e a leste com microbacias que banham a planície costeira (CPRH, 2001).

O rio nasce no Tabuleiro de Araçá (município de Abreu e Lima) com o nome de Barro Branco, que se mantém até atingir o estuário do município de Paulista, quando passa a denominar-se rio Timbó. Da nascente, segue em direção oeste-leste, tomando a direção nordeste até a desembocadura, entre Nova Cruz e a praia de Maria Farinha (CPRH, op. cit.).

Por ser o principal rio da bacia, sua rede hidrográfica tem como principal formadora o rio Barro Branco, encaixado em vale profundo e estreito no seu alto curso, onde a partir daí, se desenvolve o Arroio Desterro, formando assim o sistema fluvial do estuário, ficando entre as coordenadas de 7°50' - 7°55' Lat. S e 34°50' - 34°55' Long. W, apresentando aproximadamente 15km de vias navegáveis em preamar, com profundidades mínimas de 2,0 indo até 8,0m, e com uma largura no baixo e médio curso variando de 250 a 300m (FIDEM, 1980).

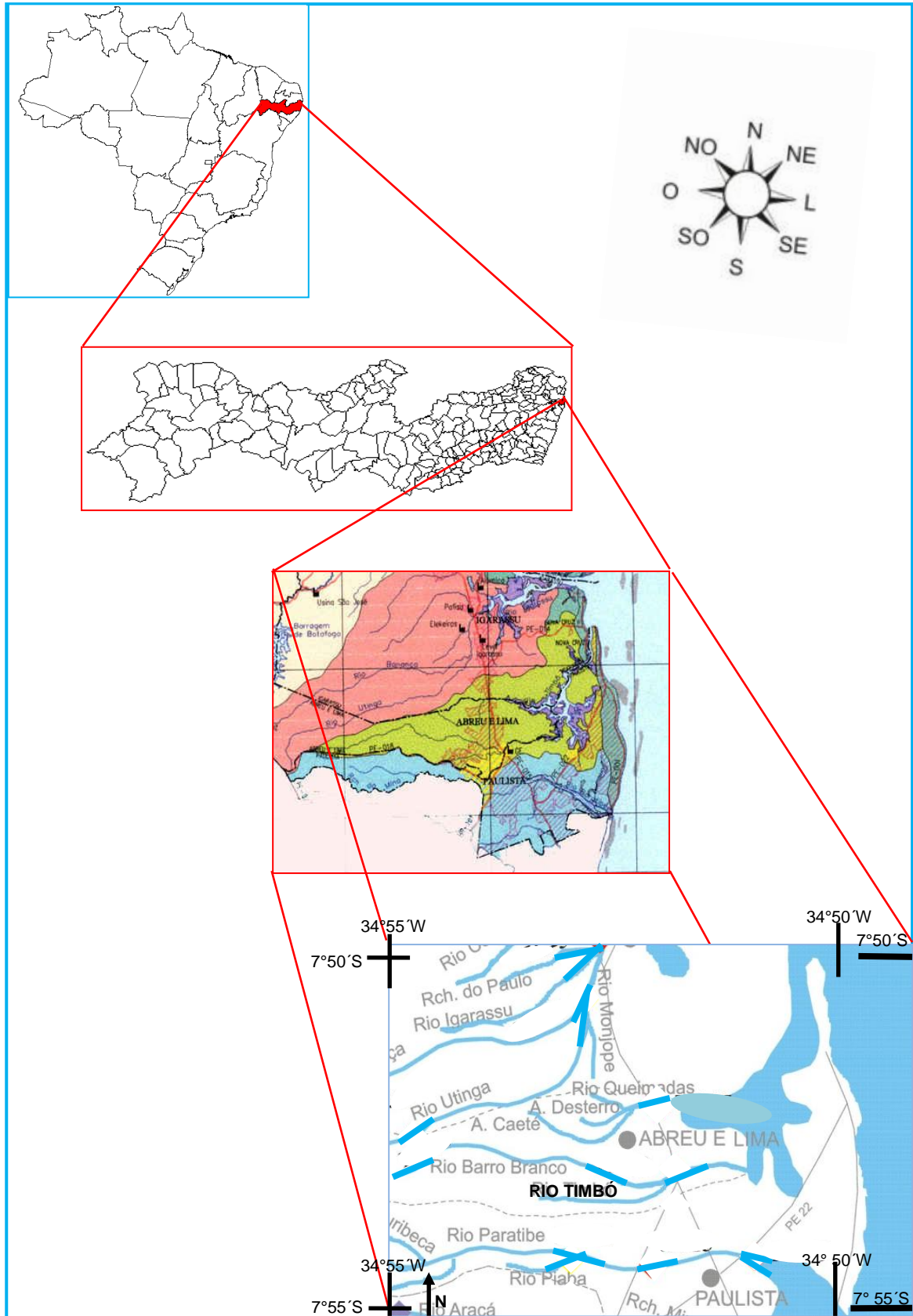


Figura 1- Área de estudo, rio Timbó, Paulista, Pernambuco, Brasil.

Fonte: CPRH, modificada por Lessa-Nascimento.

### 3.2 Área Estuarina

Ao penetrar na área estuarina, o rio Timbó divide-se em vários braços, espalhando-se entre o terraço marinho a leste e as colinas que circundam a planície costeira ao norte, ao sul e a oeste (CPRH, 2001). Seu estuário medindo, aproximadamente, 1 397 hectares, abriga expressiva vegetação de mangue e é considerado “um dos mais férteis da região”, com altos índices de produtividade primária.

Considerando os fenômenos hidrodinâmicos e sedimentológicos do estuário do rio Timbó, a FIDEM (1980) o caracterizou em zona estuarina superior, região com canais anastomosados separados por bancos arenosos, ilhas e baixios de maré, localizado a montante da ilha central de mangue; zona estuarina média, onde abrange desde o trecho imediatamente a jusante da ilha central de mangue até a grande curva antes de o rio Timbó tomar a direção quase S-N, subparalela a restinga de Maria Farinha; e em zona estuarina inferior, este é o trecho onde o rio Timbó segue em direção S-N, subparalela a região de restinga de Maria Farinha, até a sua desembocadura.

Na área onde se encontra o estuário do rio Timbó, assim como a costa pernambucana em geral, as marés que incidem são as mesomarés, dominadas por ondas e sob ação constante dos ventos alísios. A temperatura da água possui uma variação sazonal em ambos os regimes de maré, sendo que os valores mais elevados incidem no verão. Quanto a salinidade, este padrão ficou mais evidente durante a baixa-mar, sendo um pouco influenciado também pela quantidade de precipitação pluviométrica (GREGO, 2004). Para Barbosa (2006), a salinidade e a temperatura das águas oceânicas ao longo da plataforma continental contígua à zona costeira próxima ao estuário do rio Timbó geralmente apresentam um ciclo sazonal bem definido.

### 3.3 Hidrologia

Pernambuco possui bacias drenadas por um rio principal ou por um grupo de pequenos rios litorâneos. Ao norte, na região metropolitana do Recife, há duas bacias formadas por grandes rios (rio Goiana e rio Capibaribe) e duas por grupos de

rios litorâneos pequenos. A área hidrográfica que integra a bacia principal, compreende um conjunto de sete sub-bacias: do rio Arataca, rio Botafogo, rio Congo, rio Igarassu, rio Jaguaribe, rio Paripe, rio Timbó, rio Paratibe e rio Beberibe, todos situados integralmente em áreas com precipitações bem distribuídas, o que os torna perenes da nascente até a foz (CONDEPE, 1980).

O rio Timbó possui uma área de drenagem com 104km<sup>2</sup> banhando os municípios de Abreu e Lima, parte de Paulista e Igarassu. Seus principais constituintes são o rio Barro Branco, Arroio Caetés e Arroio Desterro pela margem esquerda e pela margem direita, um pequeno riacho próximo de sua nascente. Abrange também áreas de proteção como a Mata de Congaçari, Mata de Jaguarana e Mata de São Bento (CPRH, 2001).

Nesta região, há um frequente uso do solo com ocupações urbana e industrial, policultura e silvicultura chegando até as áreas de Mata Atlântica e mangue. Com isso, a bacia do rio Timbó sofre um forte aporte de efluente doméstico e industrial recebendo resíduos das atividades têxtil, metalúrgica, minerais não-metálicos, produtos alimentares, matéria plástica, perfumes, sabões, velas e editora gráfica (CPRH, op. cit.). Em alguns trechos do rio, Cabral (2001), observou condições de anoxia em suas águas, com valores de oxigênio dissolvido inferiores a 0,55mg/L, o que compromete a fauna e a flora aquáticos.

### **3.4 Clima**

A faixa costeira do estuário do rio Timbó encontra-se sob o clima As', de acordo com a classificação de Köppen (1940), sendo quente e úmido com chuvas de outono e inverno distribuídas de março a agosto. A pluviosidade média anual é de aproximadamente 1500mm, sendo que, de abril a julho, ocorre o período mais chuvoso, com 70 a 75% do total de chuvas anuais. O período de estiagem ocorre de setembro a fevereiro, normalmente com precipitação mensal abaixo de 100mm. Segundo Andrade (1968), este tipo de clima também é chamado de pseudotropical devido à maior densidade de precipitação pluvial acontecer num período contrário ao encontrado em climas tropicais típicos.

Nimer (1979), destacou que na área do estuário do rio Timbó preponderam os ventos alísios com velocidade média de 2,5m/s, constituintes da massa equatorial atlântica e de brisas marinhas.

### 3.5 Flora e Fauna

A área que corresponde ao estuário do rio Timbó possui remanescentes de mata Atlântica assim como vários outros ecossistemas associados, compostos por coqueirais, vegetação de praia, restingas e terraços litorâneos, além de manguezais, mostrando uma vegetação tropical, banhada por águas com temperaturas de aproximadamente 26°C (BARROS, 2003).

A mata Atlântica, na época do descobrimento, cobria todo o litoral pernambucano sendo rica em espécies como o pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), o visgueiro (*Parkia pendula*), mamanjuba (*Slonga obtusifolia*), manguba (*Pseudobombax* sp.) e urucuba (*Virola gadneli*) (CPRM, 2001). Schäffer e Prochnow (2002) registraram naquele ano, que em território nacional, havia apenas 7,84% da área do bioma original preservadas. Esta vegetação que havia se desenvolvido sobre rochas cristalinas e sedimentos da Formação Barreiras foi substituída em Pernambuco pela monocultura canavieira (MMA, 2000). Sendo assim, esta vegetação proporciona uma rica e diversificada estrutura paisagística fazendo com que valorize ainda mais o estuário do rio Timbó.

Por ocorrerem grandes áreas de manguezais neste estuário, torna-se uma zona de elevada produtividade biológica onde, Bem (1996), figurou como espécies vegetais mais comuns, o mangue vermelho (*Rhizophora mangle* Linnaeus - Rhizophoraceae), o mangue canoé (*Avicennia schaueriana*), o mangue branco (*Laguncularia racemosa* Gaertn. F. - Combretaceae) e o mangue de botão (*Conocarpus erectus* Linnaeus - Combretaceae). As macroalgas identificadas pertencem ao gênero *Bostrychia*, *Bryopsis*, *Caulerpa*, *Gracilaria* e *Sargassum*. Na faixa de transição entre a terra firme e o manguezal, desenvolve-se a samambaia do mangue (*Acrostichum* sp.).

O fitoplâncton das águas é constituído predominantemente por diatomáceas destacando-se as espécies *Coscinodiscus centrales*, *Gyrosigma balticum*, *Surirella febigerii* e *Chaetoceros teres*. Grego (2004), em estudo do fitoplâncton no estuário

do rio Timbó, verificou a influência da pressão antrópica no ambiente, através das mudanças de parâmetros como oxigênio dissolvido e sais nutrientes, da presença de espécies indicadoras de poluição e do caráter eutrófico da área. Nesta área foram identificados 146 taxa, com 6 novas ocorrências para o estado de Pernambuco.

Silva-Cunha et al. (1987; 1989) ainda identificaram 76 espécies do fitoplâncton, das divisões Cyanophyta, Euglenophyta, Pyrrophyta e Chrysophyta, sendo esta última responsável por mais de 92% das espécies encontradas, e predominância dos organismos marinhos neríticos, com 83,81% do total. No mesmo estuário, Koenig e Eskinazi-Leça (1987; 1989) verificaram densidades do fitoplâncton com predomínio acima de 99% da fração nanoplanctônica.

Ocorre nas águas estuarinas do rio Timbó uma fauna bastante diversificada a exemplos de moluscos bivalvíos, como o marisco (*Anadara pughmani*), o marisco-pedra (*Anomalocardia brasiliiana*), a ostra (*Crassostrea rhyzophorae*) e o sururu (*Mytella guyanensis*); por crustáceos como siri (*Callinectes* sp.), o aratu-do-mangue (*Goniopsis cruentata*), o caranguejo (*Ucides cordatus*) e peixes como o linguado (*Achirus* sp.), o xaréu (*Caranx lugubris*), a cioba (*Lutjanus apodus*) e o agulha (*Strongylura* sp.). O zooplâncton dos manguezais do rio Timbó mais numerosos são os copépodos como *Acartia lilljeborgi*, *Calanopsia americana*, *Paracalanus crassirostris*, *Microsetella* sp. e outros. Os copépodos representam um importante elo na teia trófica tendo algumas espécies bioindicadoras dos ambientes (NASCIMENTO-VIEIRA; SANT'ANNA, 1987; 1989).

### 3.6 Pedologia

A FIDEM (1977; 1980), classifica a zona estuarina do rio Timbó em: superior, média e inferior. A morfologia de fundo da zona superior é dominada pelo canal principal com profundidade de 0,5m na margem esquerda das ilhas durante a baixa-mar, fazendo emergir os bancos areno-lamosos. Margeando pela direita o canal formado é mais profundo chegando a alcançar 1,0m na baixa-mar tornando-o navegável para pequenos barcos até o Porto das Pedras, onde formações de calcário aumentam a profundidades até 4,0m. Nos locais próximos as ilhas há deposição de lama escura em camadas de mais de 1,0m de espessura, restos

vegetais especialmente durante as preamares, facilitadas pela presença do manguezal, que ajudam no processo de sedimentação.

Na zona estuarina média, o elemento morfológico que se destaca é a presença de um grande banco de areia a montante da antiga fábrica Poty, bloqueando a margem esquerda do rio. Na juzante do banco, a profundidade chega a 6,0m contínuo até a desembocadura do estuário. Os sedimentos que cobrem a maior parte desta zona e parte da inferior são areias quartzosas de granulação média.

Na margem esquerda da zona estuarina inferior, a morfologia é acidentada, formada pelos sedimentos do grupo Barreiras e em menor proporção aluvião. O canal principal se dispõe em posição simétrica ao eixo do rio, apresentando bancos arenosos sem, constituir canais secundários. Ele é formado na desembocadura com profundidade de 7,0m e aprofunda-se mar adentro por mais de 5km, até uma abertura dos recifes, fazendo contato direto com o mar aberto. Nesta zona, os sedimentos são representados por areia quartzosa média e grossa, com muitos fragmentos carbonáticos especialmente de algas.



Fonte: Lessa-Nascimento

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 Estuário

De acordo com a definição de Pritchard (1967), estuário é uma massa de água costeira semi-fechada com ligação livre com o mar aberto, fortemente influenciado pela maré, no qual a água é misturada com a água derivada da drenagem terrestre. Estes mecanismos de mistura da água doce e oceânica contribuem para a variabilidade das condições físico-químicas e biológicas. Os organismos que vivem nestes ecossistemas estão adaptados a estas condições ambientais específicas, constituindo comunidades que são consideradas como as mais produtivas da biosfera (MCLUSKI, 1989; BROTAS, 1995; UNDERWOOD; KROMKAMP, 1999).

Os estuários são deste modo, ambientes valiosos, tanto ecologicamente como economicamente. Grande porcentagem da população humana vive perto dos estuários, e a sua influência causa problemas em termos de degradação ambiental e de gestão (VILES; SPENCER, 1995). Razão forte para um estudo e uma compreensão científica do funcionamento dos estuários. Este funcionamento está dependente de um leque de fatores, nomeadamente, a sua geomorfologia, o tempo de residência da água, a natureza e extensão da área intertidal, a entrada de nutrientes, condições climáticas e alcance da maré, sendo esta última a principal fonte de energia para a mistura das duas massas de água (UNDERWOOD; KROMKAMP, op. cit.).

A existência de diferentes massas de água no estuário leva a que estes sejam caracterizados por elevados gradientes salinos, resultantes da mistura da água doce e salgada. A temperatura é também uma variável extremamente importante, no processo de mistura, devido ao efeito que esta tem na densidade da água e assim

na estabilidade da coluna de água. Eventualmente, as diferenças de densidade são suficientemente grandes para prevenir a mistura de massas de água. Neste caso, a coluna de água torna-se estratificada (estratificação vertical), numa camada de água superficial misturada que fica separada da água do fundo, por uma zona onde a temperatura da água varia abruptamente (termoclina) (DARLEY, 1982).

Nos estuários, a estabilidade da coluna de água influencia a disponibilidade de luz e nutrientes. As variações nesta estabilidade resultam do balanço entre forças oscilantes (radiação solar) e da entrada de energias mecânicas (vento, marés) (MANN; LAZIER, 1991; MONBET, 1992; RAGUENEAU et al., 1996). A entrada de água doce, poderá também causar uma estratificação salina vertical. Isto poderá melhorar as condições de luminosidade na camada superficial da coluna de água, e conseqüentemente aumentar a produção primária (MALONE et al. 1988; CLOERN, 1991).

O ecossistema estuarino comporta comunidades muito diversas, que estão interligadas formando uma complexa teia trófica. Neste ecossistema existem normalmente três fontes de produção vegetal: os macrófitos, incluindo algas, angiospérmicas marinhas e halófitas, o microfitobentos (algas epibênticas), que habitam a superfície dos sedimentos e finalmente o fitoplâncton (ODUM, 1971). As populações fitoplanctônicas encontram-se em constante mudança. Esta mudança observa-se quer ao nível da sua composição taxonômica, quer da abundância de diferentes espécies e grupos de algas. A este processo de contínua reorganização da comunidade planctônica deu-se o nome de sucessão (MARGALEFF, 1977).

Macêdo et al. (1980) caracterizaram os ecossistemas estuarinos pela produção de elevadas quantidades de matéria orgânica, fato que favorece uma alta produção fitoplanctônica e também a ocorrência de consideráveis concentrações de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, formados durante a decomposição biogênica. Preez (1990), cita a tainha (*Liza richardsonii*) como um dos peixes que se alimentam em tal zona.

Quanto ao índice trófico dos estuários, Passavante (2003), classifica da seguinte forma:

- a) Oligotrófico ou de baixa produção fitoplanctônica, estuários com teores de clorofila *a* entre 0 e 5mg/m<sup>3</sup>;

- b) Mesotrófico ou de média produção fitoplanctônica, com teores de clorofila *a* entre 5 e 10mg/m<sup>3</sup>;
- c) Eutrófico ou de alta produção fitoplanctônica, com teores de clorofila *a* entre 10 e 20mg/m<sup>3</sup>;
- d) Hipereutrófico ou de altíssima produção fitoplanctônica, com teores de clorofila *a* superior a 20mg/m<sup>3</sup>.

Ao longo de décadas, o aumento da entrada de nutrientes de origem antropogênica tem causado eutrofização em muitos estuários (CARPENTER et al., 1969; JAWORSKI, 1981). O fenômeno da eutrofização consiste num enriquecimento das águas com nutrientes, a um ritmo tal que não se pode compensar por eliminação definitiva, de maneira que a decomposição de matéria orgânica produzida em excesso faz diminuir enormemente a concentração de oxigênio nas águas profundas (MARGALEFF, 1977). No entanto, devido aos altos níveis de nutrientes no estuário cria-se condições de suportar grandes quantidades de populações de fitoplâncton, porém a diversidade das populações é relativamente baixa.

Pernambuco apresenta vários corpos d'água em um grupo de bacias de pequenos rios, além das grandes bacias, o que lhes confere uma grande riqueza de ecossistemas estuarinos (CONDEPE, 1996) ( Fig. 2, p.25). Uma bacia hidrográfica pode ser definida como uma área topograficamente drenada por um sistema de cursos de água onde a vazão efluente é descarregada através de uma saída (VILLELA; MATTOS, 1975). A bacia hidrográfica também pode ser chamada de bacia de drenagem ou bacia contribuinte de um curso de água, correspondendo à área receptora de precipitação pluvial que alimenta parte ou todo o escoamento do curso de água e de seus afluentes (WILKEN, 1978). Os limites de uma bacia hidrográfica são definidos pelos divisores de água que separam bacias adjacentes.

Os ventos no litoral pernambucano, exibem três sentidos: SE, NE e E – W. Os mais intensos e habituais são os primeiros, que levam águas superficiais no sentido de sul para norte, causando concomitantemente um processo de deslocamento sedimentar subparalelo à costa. Quando os ventos mudam para o quadrante NE tornam-se mais brandos e as correntes se invertem, acarretando em transporte sedimentar menos efetivo. A faixa costeira de Pernambuco é caracterizada por baixas pressões atmosféricas e ventos alísios com velocidades médias variando de

6,1 a 9,3 nós, ou seja, 3,1 a 4,7m/s, oriundos de leste-sudeste nos meses de abril a setembro e de leste-nordeste de outubro a março (CAVALCANTI; KEMPF, 1970).

A temperatura média anual é 26°C e a amplitude térmica é 3°C. O mês mais quente é fevereiro com cerca de 27°C. Os meses de julho e agosto, embora apresentem temperaturas médias em torno de 24°C, são considerados os meses mais frios. A circulação atmosférica ao longo do litoral brasileiro é influenciada por massas de ar originárias na célula de alta pressão do atlântico sul e pelo avanço semiperiódico de massas de ar de origem polar. Os ventos alísios de sudeste e leste que sopram no decorrer do ano nas zonas costeiras do norte e nordeste do Brasil têm origem no norte e oeste do Atlântico sul, quando a célula de alta pressão sopra em direção ao equador (BIGARELA, 1972).

Nas bacias estão presentes estuários de extrema beleza. Frequentemente, as águas estuarinas são muito turvas em virtude da grande quantidade de material particulado em suspensão. Segundo Hartmann e Harkot (1990) a qualidade do meio hídrico para a produtividade biótica decresce com o aumento da turbidez da água, pois há diminuição da penetração de luz solar na coluna de água, indispensável para a realização da fotossíntese pelos organismos produtores primários.



## 4.2 Fitoplâncton Estuarino e Marinho

Entre as diversas comunidades do ecossistema aquático, a comunidade fitoplanctônica é a primeira a responder às variações da disponibilidade de recursos do ambiente. Devido a uma taxa de crescimento muito rápida, em alguns casos, menor que um dia, essa comunidade tem sua estrutura e dominância modificadas em prazos muito curtos (três dias a uma semana). Este fato é confirmado por Reynolds et al. (1984), quando diz que todo o processo de sucessão de espécies, que em ambientes terrestres pode demorar algumas décadas, na comunidade fitoplanctônica, ocorre em algumas semanas.

Denomina-se por fitoplâncton, todas as algas unicelulares e coloniais microscópicas, que fazem parte da população vegetal flutuante da coluna de água, com dimensões entre 2 a 200 $\mu$ m (JEFFREY, 1981). Os estudos do plâncton compreendem as identificações das populações e biomassa (número de células, conteúdo em carbono ou em outros elementos, quantidade de clorofila) e características que quantificam processos (dinâmica das populações, taxa respiratória, medidas de fixação de carbono e outros elementos). O fitoplâncton inclui vários grupos de microalgas, dos quais se destacam as diatomáceas, (Bacillariophyceae), que têm a particularidade de possuir uma parede constituída por sílica, os dinoflagelados (Dinophyceae), os coccolitoforídeos (Prymnesiophyceae), quase exclusivamente marinhos e vários grupos de fitoflagelados (LALLI; PARSONS, 1993).

Os elevados níveis de produtividade primária normalmente registrados nos estuários são basicamente devidos à ação conjunta do fitoplâncton e das algas bentônicas (macro e microalgas da interface sedimento-água). Modificações na estrutura física do ambiente (padrões de estratificação, sazonalidade), bem como o efeito dessas condições na disponibilidade de nutrientes e luz, são os principais fatores determinantes para o desenvolvimento diferenciado das espécies do fitoplâncton e, conseqüentemente, da abundância absoluta e relativa de suas espécies.

Assim, o conjunto das condições ambientais causa heterogeneidade espacial e temporal, promovendo uma diversidade de habitat, que é fator decisivo para a

organização das comunidades e fundamental para a diversidade biológica (TUNDISI; TUNDISI et al. 1999; ZANATA; ESPÍNDOLA, 2002; CECY; SILVA, 2004).

O fitoplâncton é formado por microalgas fotossintetizantes, encontradas em todos os ambientes aquáticos, que por sua vez, fazem parte da base da teia trófica. São especialmente significantes na ecologia destes ambientes, servindo de fonte de energia, como carboidratos, lipídios, vitaminas e sais minerais para consumidores primários, decompositores e detritívoros ao longo dos níveis tróficos.

A formação destes produtos e sua disponibilização aos demais níveis tróficos superiores ocorre a partir da conversão de formas de carbono inorgânico de baixa energia em compostos orgânicos de alta energia, através das reações fotossintéticas, cujo resultado final é denominado produção primária. A produção primária bruta é a conversão da totalidade do carbono inorgânico em carboidratos enquanto denomina-se produção primária líquida a parcela disponível à continuidade da teia trófica na forma de produtos de reserva, tecidos e estruturas de reprodução, descontada a parcela utilizada como energia na formação destas estruturas, e cujos produtos de carbono inorgânico, resíduos do processo de respiração, retornam ao ambiente (TEIXEIRA, 1973).

O desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica está relacionado diretamente à dinâmica e composição química dos corpos d'água, mais especificamente ao seu padrão de circulação, ao comprimento da zona eufótica, à pluviosidade e ao aporte de nutrientes (BRANDINI, 1982; BRANDINI et al., 1988; SANTOS-FERNANDES et al., 1998), os quais são captados pelas microalgas e demais produtores distribuídos ao ecossistema.

A disponibilização dos nutrientes para as teias tróficas direta ou indiretamente pelo fitoplâncton é importante não apenas ao ambiente, mas também na dieta de peixes de interesse econômico. Por sua importância ecológica e econômica, o fitoplâncton constitui excelente fonte de informação através do estudo de sua fisiologia e comportamento. Além disso, as algas podem indicar o grau de poluição de determinada região devido, entre outros fatores, à sua sensibilidade ao grau de atividade oxidante ou redutora nas águas (ESKINAZI-LEÇA et al., 1986).

Com isto, o conhecimento da biomassa produzida pelas microalgas torna-se importante para observar-se o dinamismo das comunidades aquáticas e organismos delas dependentes. Conforme Passavante et al. (1987; 1989), estudos sobre

clorofila *a* permitem avaliar o potencial de produção orgânica nestes ecossistemas, possibilitando um diagnóstico de seu estado de conservação.

Margaleff (1983), enfatiza as medidas de pigmentos, produção primária e contagem de células como importantes instrumentos para se determinar a biomassa fitoplanctônica e compreender a ecologia de suas populações e comunidades.

Tal como a determinação da concentração de clorofila *a* na caracterização do ambiente estuarino, o conhecimento da composição taxonômica e dos padrões de sucessão do fitoplâncton trazem importantes contribuições ao entendimento das mudanças do ambiente em diversas escalas temporais e da biologia de espécies de interesse econômico, sendo ainda essenciais a estudos e abordagens futuras relativas a problemas de degradação destes ecossistemas (ESKINAZI; SATÔ, 1963; 1964).

#### **4.3 Parâmetros Hidrológicos**

Os parâmetros hidrológicos que tem influência ou são limitantes para a produção primária são a temperatura, salinidade, luz, sais nutrientes, transparência da água e pluviometria. Esta produção, nos ecossistemas aquáticos, está sempre na dependência dos fatores meteorológicos, físicos, químicos e biológicos, que limitam ou estimulam não só a atividade dos organismos planctônicos clorofilados mas de todos os outros seres aquáticos.

Na região marinha há uma tendência da temperatura da água ser mais constante do que na zona estuarina, embora ocorra variação sazonal em ambas. No estuário, a amplitude é bem maior por efeito das correntes de marés provocando o encontro de massas de água diferentes. Há ainda uma tendência dos organismos fitoplanctônicos marinhos serem considerados estenotérmicos enquanto que nos estuários predominam os euritérmicos. Segundo Valiela (1984), a temperatura tem alguma influência no ciclo sazonal da produção, porém, são poucas as observações que documentam seu efeito sobre as taxas de produção primária no ambiente marinho. No nordeste do Brasil têm-se observado que a redução da temperatura no período chuvoso, associada ao aumento dos teores de sais nutrientes, normalmente, tem elevado a produção primária aquática (STEEMANN-NIELSEN; JÖRGENSEN, 1968 apud VALIELA, 1984).

A salinidade é também um dos parâmetros que pode exercer alguma influência na produtividade porém esta influência fica mais restrita as áreas estuarinas, uma vez que, na plataforma continental a contribuição de água doce para a região costeira é pequena, mesmo levando-se em conta a sua sazonalidade. Portanto, no estuário a salinidade pode variar desde valores  $<0,5\text{‰}$ , denominado limnético a euhalino com salinidade  $>35\text{‰}$ . Há, porém, um certo trecho em que ocorre menor salinidade e maior concentração de sais nutrientes possibilitando assim uma maior produção e biomassa fitoplanctônica capacitando ainda mais este ambiente a sustentar os demais níveis tróficos.

A luz é considerada um dos fatores limitantes da produção fitoplanctônica, podendo a sua penetrabilidade no meio aquático variar tanto em função da latitude, da hora do dia, da nebulosidade, como da quantidade de material em suspensão presente na água. No nordeste brasileiro a quantidade de luz que chega ao ambiente aquático é suficiente para a realização da fotossíntese, independente da estação do ano, ficando contudo na dependência do material em suspensão trazido pelos rios que podem alterar a qualidade óptica da água, ou ao próprio desenvolvimento do fitoplâncton que absorvem a luz no meio aquático. A penetração da luz em águas estuarinas depende consideravelmente da turbidez, a qual, é bem maior do que em mar aberto. Esta turbidez é provocada pelo fluxo do rio, transporte de mar aberto e a própria mistura do estuário, provocando consideráveis variações diurnas na penetração da luz, tanto do ponto de vista qualitativo como quantitativo. Em geral, a turbidez diminui e a profundidade de penetração da luz aumenta em direção ao mar aberto (TUNDISI, 1970; PERKINS, 1974).

Com relação aos elementos nutrientes dissolvidos na água Ketchum (1969) e Tundisi e Tundisi (1976), afirmam que em ecossistemas aquáticos, o nitrogênio combinado em várias formas inorgânicas e o fósforo, são os principais elementos que podem limitar a produção de matéria orgânica pelo fitoplâncton. Sabe-se que os nutrientes em águas costeiras e estuarinas são mais concentrados que em mar aberto tal fato por si, já condiciona uma maior produtividade primária nestas áreas. Em águas costeiras os sais nutrientes são rapidamente absorvidos pelo fitoplâncton que em grande florescimento pode impedir a passagem da luz e assim limitar sua própria produção.

#### 4.4 Variação Diurna da Biomassa Fitoplanctônica

A determinação da biomassa fitoplanctônica através da clorofila *a* possibilita a avaliação da comunidade dos produtores primários aquáticos (SANTOS-FERNANDES et al. 1998). A variação de clorofila *a* é um reflexo da distribuição quantitativa do fitoplâncton, sendo influenciada pelas características nutricionais das diferentes massas d'água e o grau de fertilização das mesmas (COSTA 1991).

Na plataforma continental de Pernambuco, por exemplo, Eskinazi-Leça et al. (1997), evidenciaram dois padrões de variação anual do fitoplâncton:

- a) um ciclo anual com aumento durante o período chuvoso, característico de áreas costeiras com pequena influência terrígena, e áreas oceânicas;
- b) um ciclo anual com aumento considerável da densidade fitoplanctônica durante o período de estiagem, característico de áreas costeiras com forte influência terrígena. Ficou demonstrado que estas variações estão relacionadas principalmente com as precipitações pluviométricas.

Passavante e Feitosa (1995) ao analisarem a variação da produtividade fitoplanctônica na plataforma continental de Pernambuco verificaram uma diferença significativa entre as estações de coleta, havendo uma maior produção nas estações mais costeiras (1 e 2) em função das contribuições continentais, sendo estas caracterizadas como eutróficas a mesotróficas, enquanto as mais afastadas da costa (3 e 4) como oligotróficas. Enquanto que, na área estuarina da bacia do Pina (FEITOSA, 1988) e no estuário do rio Goiana (FEITOSA, 1997) a exceção dos demais estuários estudados, observou que as menores produtividade e biomassa fitoplanctônica ocorreram no período de maior precipitação pluviométrica, coincidindo com os maiores teores de sais nutrientes e alta turbidez sendo esta última responsável pela redução da produtividade.



Fonte: Lessa-Nascimento

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas no período de estiagem, em janeiro de 2009, próximo à foz do rio Timbó ( $7^{\circ}50'43.47''$  Lat. S e  $34^{\circ}50'23.59''$  Long. W (Fig. 3), será dado continuidade no período chuvoso. A localização do ponto foi registrada através de um GPS Garmin modelo eTrex-H.

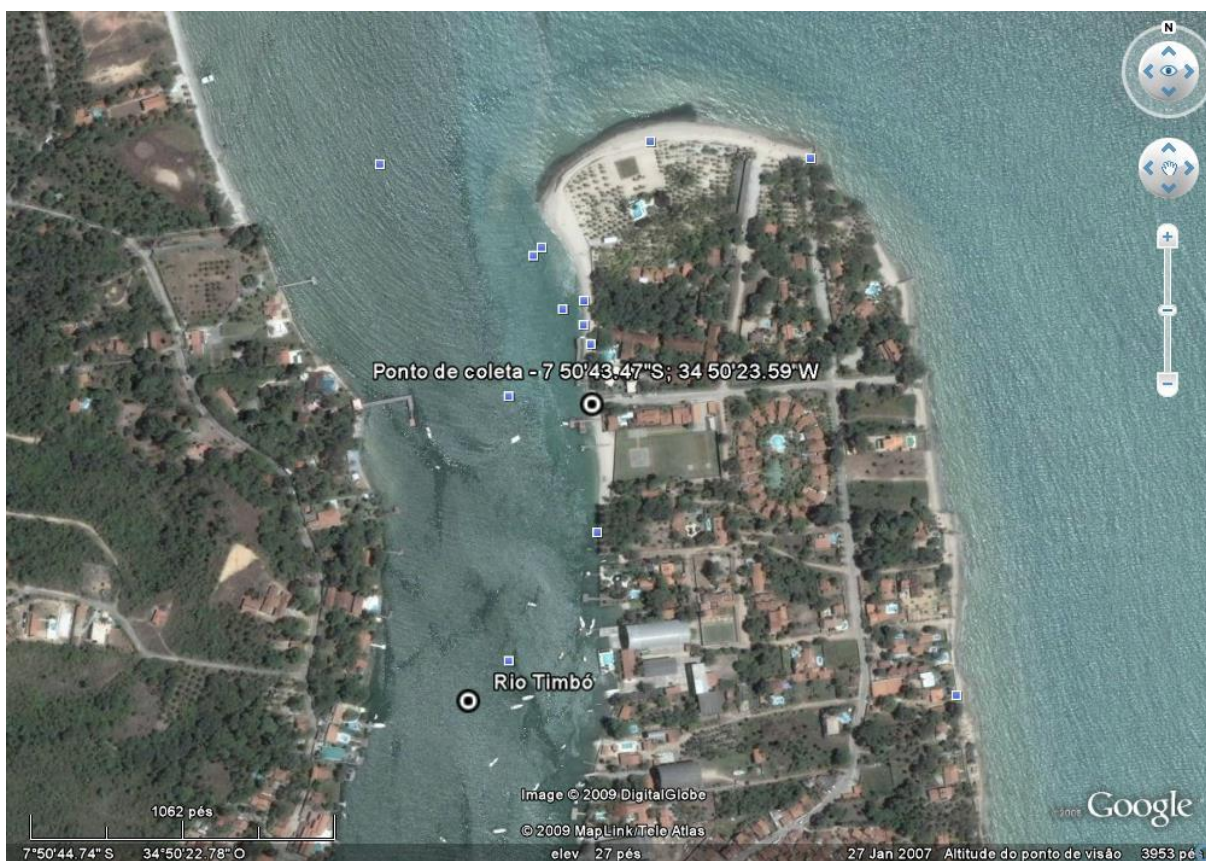


Figura 3 - Ponto de coleta em janeiro de 2009. Fonte: Google Earth.

A salinidade foi aferida com o auxílio de um refratômetro portátil com escala de 0 a 100 (Série 21683) e a temperatura com um termômetro digital. Para a determinação da variação diurna da biomassa fitoplanctônica, foram coletadas 11 amostras de água, na superfície, nas marés vazantes, baixa-mar e enchente e

preamar, de hora em hora, ou seja, no período das 06h da manhã às 16h da tarde, com a garrafa oceanográfica Kitahara e acondicionadas em garrafas plásticas opacas, com capacidade para um litro (1L) e mantidas em local livre de iluminação direta. O material foi filtrado logo após a coleta com uma bomba a vácuo em um sistema de filtração utilizando-se filtros Millipore HA (Whatman), branco com 47mm de diâmetro e 0,45mm de porosidade. Posteriormente os filtros, com o material retido, foram guardados envoltos em papel alumínio devidamente identificados e mantidos em freezer à temperatura de -18°C até a análise dos pigmentos em laboratório.

A determinação da clorofila *a* foi realizada no LABPRIM – Laboratório de Produção Primária do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, em tubos de ensaio de 8ml, através do método espectrofotométrico descrito por Richards e Thompson (1952), modificada por Creitz e Richards (1955). Maiores detalhes sobre a metodologia podem ser encontrados, ainda, em UNESCO (1966), Strickland e Parsons (1968) e Teixeira (1973).

Para os cálculos da clorofila *a*, foi aplicada a equação apresentada por Strickland e Parsons (1972):

$$\text{Clorofila } a \text{ (mg.m}^{-3}\text{)} = \frac{11,6.D_{665} - (1,31.D_{645} + 0,14 .D_{630} + D_{750})}{V_2 .L} \times V_1$$

Onde:

D = leituras das absorbâncias nos respectivos comprimentos de ondas a que se referem seus índices;

V<sub>1</sub> = volume de acetona 90% (10ml);

V<sub>2</sub> = volume da amostra filtrada em litro;

L = caminho óptico da cubeta em centímetro.

## 5.1 Normatização do Texto

A normatização do texto, citações e referências bibliográficas, foram empregadas as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 10.520; NBR 14.724; NBR 6023). A tabela, de acordo com as recomendações da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (FUNDAÇÃO IBGE, 1993).



## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No período de estiagem, a variação diurna da biomassa fitoplanctônica no estuário do rio Timbó, ficou entre 4,22 e 24,39mg.m<sup>-3</sup>, ocorrendo respectivamente as 6 e 11h da manhã (Fig. 4). Foi de 9 as 14h, onde ocorreram os maiores valores, caracterizando assim o período mais produtivo dos organismos fitoplanctônicos. Com uma média de 11,75mg.m<sup>-3</sup>, o referido estuário pode ser considerado mesotrófico de acordo com a classificação descrita por Passavante (2003).

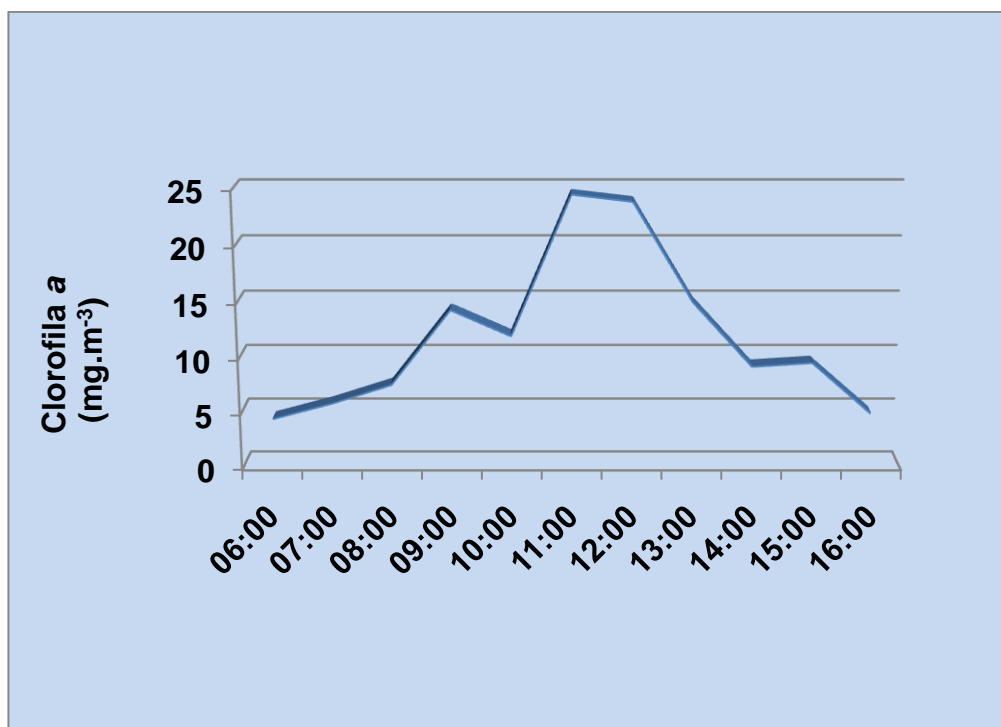


Figura 4 – Biomassa fitoplanctônica (Clorofila *a*) no estuário do rio Timbó, em janeiro de 2009.

Grego (2004), encontrou valores elevados na área estuarina do rio Timbó, em baixa-mar, indicando processos intensos de fertilização via aportes fluviais.

Enriquecidos por efluentes antrópicos, esses influxos resultam em altos níveis de biomassa fitoplanctônica, que elevam o grau trófico local. Na baixa-mar a autora considerou a área como ambiente eutrófico.

Os padrões atuais de clorofila *a* estão elevados, porém não tanto quanto aqueles registrados na bacia do Pina (2,70 a 256,10mg.m<sup>-3</sup>); Feitosa et al. (1999), e estuário do Capibaribe (0,65 a 297,02mg.m<sup>-3</sup>; Travassos (1991), ambientes considerados “poluídos”. Também, de forma muito significativa, estão acima dos padrões registrados no canal de Santa Cruz (0,87 a 42,63mg.m<sup>-3</sup>); Figueiredo (2005), e nos estuários dos rios Ilhetas e Mamucabas 0,46 a 7,01; Losada (2000), ambientes considerados “não poluídos a moderadamente poluídos”.

Noriega et al. (2005) estudando o sistema estuarino de barra das Jangadas, caracterizaram a área como eutrófica, apresentando valores de clorofila *a* acima de 46,00mg.m<sup>-3</sup> e que o estuário demonstrou uma perfeita interação entre os parâmetros hidrológicos e biológicos, favorecendo desta forma ao desenvolvimento fitoplanctônico, principalmente em função dos nutrientes.

(Passavante, J. Z. de O. et al., 2008) verificaram através das análises da clorofila *a* que a praia de Candeias é bastante eutrófica, talvez devido à proximidade do estuário do rio Jaboatão, pois trata-se de um rio bastante impactado devido aos despejos domésticos e industriais. Os valores mínimos da biomassa fitoplanctônica nas marés de sizígia ficaram entre 1,22 e 33,71mg clor. a.m<sup>-3</sup>, ocorrendo respectivamente às 15h no Ponto 3 e as 6h, no Ponto 2 ambos no mês de novembro de 2007. Nas marés de quadratura os valores variaram entre 2,13 e 32,53mg clor. a mg.m<sup>-3</sup>. O menor valor ocorreu no Ponto 2 às 15h e o maior as 12h no Ponto 2 ambos no mês de dezembro de 2007.

No estuário do rio Timbó, as variações sazonais e espaciais das concentrações de biomassa algal caracterizou a área como eutrófica, podendo-se concluir ainda que as maiores concentrações registradas na estação a montante e no período seco foram em função de um maior aporte de nutrientes e uma melhor qualidade óptica da água (GREGO, 2004).

As elevadas biomassa fitoplanctônica, com uma variações de 10 a 42mg.m<sup>-3</sup> (barra de Orange) e 0,87 a 42mg.m<sup>-3</sup> (barra de Catuama), permitiram a caracterização desses ambientes também, como eutróficos. A biomassa fitoplanctônica está relacionada positivamente com o fosfato, indicando que este

nutriente pode ser um fator limitante da produtividade primária. Observou-se uma maior concentração de salinidade na camada de fundo, durante a maré de sizígia, nas duas barras (FIGUEIREDO et al., 2006).

Na baía de Tamandaré, por se tratar de mar aberto, os resultados indicaram um certo grau de oligotrofia, principalmente nos meses chuvosos por receber um aporte maior de nutrientes originado do rio Mamucaba (MOURA et al., 1995).

Tabela 1 - Variação dos parâmetros hidrológicos nas coletas estudadas.

<b>Coletas (n°)</b>	<b>Hora (h:min.)</b>	<b>Maré</b>	<b>Biomassa (mg. Cl.a)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Salinidade</b>
01	6:00	Vazante	4,22	28	42
02	7:00	Vazante	5,65	28	39
03	8:00	Vazante	7,36	28	39
04	9:00	Vazante	14,15	29	38
05	10:00	Baixa-mar	11,79	30	38
06	11:00	Baixa-mar	24,39	30	39
07	12:00	Enchente	23,76	30	38
08	13:00	Enchente	14,86	30	38
09	14:00	Enchente	9,02	30	39
10	15:00	Enchente	9,37	30	39
11	16:00	Enchente	4,73	30	39

Observou-se também, que este estuário apresentou homogeneidade na massa d'água, onde a temperatura praticamente permaneceu nos 30°C entre as 9 e 13 horas como mostra a tabela 1.

PASSAVANTE et al. (2003), enfatizaram que a temperatura da água e mesmo do ar por se tratar de uma região tropical com influência marinha os valores são mais estáveis. A sua variação tanto no período chuvoso quanto no período de estiagem, resulta numa amplitude de 5,9°C, mesmo assim esta diferença não é brusca nem ao longo do dia nem ao longo do ano, sendo gradual a passagem de menores valores para maiores e esta estabilidade permite o desenvolvimento de uma flora e fauna características de regiões tropicais. Por se tratar de uma área estuarina, a exposição do sedimento durante a baixa-mar provoca maior

aquecimento do sedimento, causando, ao longo de um dia, pequenas variações de temperatura não afetando, contudo, os organismos que vivem neste ecossistema já estão adaptados a tais variações, pois, normalmente, são organismos euritérmico e eurihalino.

Na final da década de 70, Passavante (1979), correlacionou os parâmetros ambientais abióticos com a produtividade e biomassa fitoplanctônica do Canal de Santa Cruz (PE) e verificou que havia uma correlação positiva entre estes parâmetros.

Em Cananéia (SP), nos estuários dos rios Potengi (RN) e Paripe (PE), também foram registrados padrões semelhantes (OLIVEIRA, 1985; SILVA, 1992; LACERDA, 1994; FLORES MONTES, 1996), na natureza são raros os fenômenos que atuam isoladamente com influência direta sobre os organismos vivos. Normalmente, o que funciona é um sinergismo entre todos os parâmetros com os organismos vivos.

A salinidade praticamente não variou das 9 as 13 horas permanecendo em 38‰, coincidindo com o início e final da baixa-mar do período de estiagem em janeiro de 2009 (Tab. 1, p.35). De acordo com a FIDEM (1987), o estuário do rio Timbó foi considerado polihalino/euhalino com valores de salinidade variando de 28,53 a 33,33‰ na baixa-mar e 32,30 a 36,31‰ (euhalino) na preamar durante o período de estiagem; de 11,00 a 28,10‰ (mesohalino/polihalino) na baixa-mar e 26,11 a 35,60‰ (polihalino/euhalino) na preamar no período chuvoso.



Fonte: Lessa-Nascimento

## 7 CONCLUSÕES

- A salinidade e temperatura indicaram haver uma homogeneidade na massa d'água, mesmo considerando-se os ritmos de marés;
- o período de maior produção fitoplanctônica foi de 9 as 13h, coincidindo com o início e final da baixa-mar;
- os teores de clorofila *a* indicaram tratar de área mesotrófica.



Fonte: Lessa-Nascimento

## 8 REFERÊNCIAS

ANDRADE, G. O. **Os climas**. In: A. Azevedo (ed). Brasil: a terra e o homem. São Paulo, Companhia Editorial Nacional, p. 397- 492. 1968.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Informação e documentação – Citações em documentos – Apresentação**. NBR 10520, 2002a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos – Apresentação**. NBR 14724, 2002b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Informação e documentação – Referências – Elaboração**. NBR 6023, 2002c.

BARROS, L. C. **Estudos sedimentológicos na plataforma continental interna adjacente às desembocaduras sul do canal de Santa Cruz e do rio Timbó, norte do estado de Pernambuco**. Recife, 86f. 2003. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco.

BATISTA, G. J.; CHEN, A. R.; NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. de O. Estudos preliminares sobre o manguezal e o zooplâncton associado como indicadores da qualidade ambiental do estuário do rio Formoso - PE (Brasil) e aspectos socioeconômicos e educacionais. In: Encontro Nacional de Educação Ambiental em Áreas de Manguezal, 6, 2000, João Pessoa. **Anais do VI Eneam. Parnaíba: Ibama-MMA**, Resumo v. 1. p. 69. 2000.

BEM, B. N. C. **Subsídios ao ensino de geografia ambiental do estuário do rio Timbó (Pernambuco – Brasil)**. Recife, 124f. 1996. Monografia (Especialização), Universidade Federal de Pernambuco.

BIGARELLA, J. J. Eolian environments their characteristics, recognition and importance. **Special Publications from The Society of Economic Paleontologists and Mineralogists**, Oklahoma, v. 16, p. 12 - 62. 1972.

BRANDINI, F. P. Variação nictemeral de alguns fatores ecológicos na região de Cananéia (SP). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 25, p. 3, 4. 1982.

BRANDINI, F. P.; THAMM, C. A.; VENTURA, I. Ecological studies in the Bay of Paranaguá. III. Seasonal and spatial variations of nutrients and chlorophyll in a **Nerítica**, Pontal do Sul, v. 3, n. 1, p. 1 - 30. 1988.

BROTAS, V. **Distribuição espacial e temporal do microfitobentos do estuário do Tejo (Portugal): Pigmentos fotossintéticos, povoamentos e produção primária**. Faculdade de Ciências, Lisboa, 144f. 1995. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Lisboa.

CABRAL, A. L. **Aspectos sócio-culturais e implicações ambientais das formas de uso e ocupação do espaço estuarino do rio Timbó, Estado de Pernambuco, Brasil**. João Pessoa, 110f. 2001. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba.

CARMO, T. N. S. Os manguezais ao norte da baía de Vitória, Espírito Santo. In: Simpósio Sobre ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Síntese dos Conhecimentos, 1987, Cananéia. **Anais...** São Paulo: ACIESP, v.1, p. 173-194. 1987.

CARPENTER, J. H., D. W. PRITCHARD, R. C. WHALEY. Observations of

eutrophication and nutrient cycles in some coastal plain estuaries. In: Long-term trends in estuaries nutrients and chlorophyll, and short-term effects os variation in watershed discharge. **Mar. Ecol. Prog.** v. 75, p. 121-132, 1969.

CAVALCANTI, L. B.; KEMPF, M. Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil) 1. II – metodologia e hidrologia. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 9, n.11, p. 149-158, 1970.

CECY, I. I. T. SILVA, S. R. V. Desmídias (Zygnemaphyceae) da área de abrangência da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias, Paraná, Brasil, I: Gênero *Cosmarium*. **Heringia, Ser. Bot.**, Porto Alegre, v. 59, n. 1, p. 13-26, 2004.

CLOERN, J. E. **Annual variations in riverflow and primary production in the South San Francisco bay estuary (USA)**. In: ELLIOT, M.; DUCROTOY, J. P. (ed.) *Estuaries and Coast: spatial and temporal intercomparisons*, p. 91-96, Olsen and Olsen, Fredeusborg. 1991.

COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Atividades impactantes sobre o meio ambiente da região metropolitana do Recife. Sistema de informações para gestão territorial da região metropolitana do Recife**. Recife, 2001. 81p.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE(CPRH). **Diagnóstico socioambiental do litoral norte**. Diretoria dos Recursos Hídricos e Florestais. Recife. 2001. 254p.

CONDEPE. INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO DE PERNAMBUCO. **Perfil fisiográfico das bacias hidrográficas de Pernambuco**. Recife, 1980. 275p.

CONDEPE. INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO DE PERNAMBUCO. 1996. [www.condepdem.pe.gov.br/](http://www.condepdem.pe.gov.br/). Acesso em 21/03/2009.

COSTA K. M. P. **Hidrologia e Biomassa Primária**. Recife, 217f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Oceanografia, 1991.

CREITZ, G. I.; RICHARDS, F. A. The estimation and characterization of the plankton populations by pigment analysis. III. A note of the use of Millipore membrane filters in the estimation of plankton pigments. **Journal of Marine Research**, New Have, v. 14, n. 3, p. 211-216, 1955.

DARLEY, W. M. **Algal Biology: A physiological approach**. **Blackwell Scientific Publications**, vol. 9, p. 168. 1982.

ESKINAZI-LEÇA, E. Estudos ecológicos do fitoplâncton na plataforma continental de Pernambuco. In: Encontro Brasileiro de Plâncton, 4, 1990, Recife. **Resumos**. EDUFPE, 1991. 54p.

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

ESKINAZI-LEÇA, E.; PASSAVANTE, J. Z. de O.; KOENING, M. L.; BARTOLOMEU, C. C.; COSTA K. M. Viabilidade do vinhoto como fonte de nutrientes para o cultivo de microalgas. In: Encontro Brasileiro de Plâncton, v. 2, Salvador. **Resumos**. 1986.

ESKINAZI-LEÇA, E.; SATÔ, S. Contribuição ao estudo das diatomáceas da praia de Piedade (Pernambuco – Brasil). **Trabalhos do Instituto Oceanográfico da Universidade de Pernambuco**, Recife, v. 5/6, p. 73-114. 1963/64.

ESKINAZI-LEÇA, E.; MOURA, A. do N.; SILVA-CUNHA, M. da G.; KOENING, M. L. **Microalgas marinhas do estado de Pernambuco**. In: TABARELLI, M.; SILVA, J. C.da (Orgs.) **Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco**. 2v. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, ed. Massangana, cap 4. p. 79 - 86. 2002.

FEITOSA, F. A. do N. **Produtividade primária do fitoplâncton correlacionado com parâmetros bióticos e abióticos na Bacia do Pina (Recife – Pernambuco – Brasil)**. Recife, 1988. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco.

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

FEITOSA, F. A. N.; NASCIMENTO, F. C. R.; COSTA K. M. P. **Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica relacionada com parâmetros hidrológicos na Bacia do Pina (Recife - Pernambuco)**. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, *Trabalhos Oceanográficos*. v. 27, n. 2, p. 1-13. 1999.

FIGUEIREDO J. A. **Influência Hidrológica e Biomassa fitoplanctônica nas Barras Orange e Catuama (Canal de Santa Cruz) – Itamaracá – PE: Variação Nictemeral**. Recife, 141f. 2005, Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Oceanografia.

FIGUEIREDO, J. A. de; MUNIZ, K.; MACÊDO, S. J. de; MONTES, M. de J. F.; FEITOSA, F. A. do N. Hidrologia e biomassa fitoplanctônica nas barras orange e catuama (canal de Santa Cruz), em Itamaracá-pe: variação nictemeral. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v. 39, p. 5 – 17. 2006.

FLORES MONTES, M.J. **Variação nictemeral do fitoplâncton e parâmetros hidrológicos no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE**. Recife, 199f, 1996. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco.

FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE (FIDEM). **Estuário do rio Timbó: proposições urbanísticas**. Recife, 1977. 364p.

FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE. (FIDEM) **Estudo geológico-ambiental do estuário do rio Timbó, município de Igarassu**. Recife, 1980. 60p.

FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE. (FIDEM) **Proteção das áreas estuarinas**. Recife, 1987. 22p.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Normas de apresentação tabular do IBGE**. ed. 3. Rio de Janeiro, 1993. 62p.

GOMES, P. F.; NASCIMENTO, A. E.; OKADA, K.; NASCIMENTO SHARÍ'A, A. E.; TAVARES, S.; SACONI, A. M.; MANZI, J. T. Environmental aspects of the ecosystems of rio Formoso, Pernambuco, Brasil. In: **Sustainable use of estuaries and mangroves: challenges and prospects, Recife**, CD-ROOM. 2000.

GREGO, C. K. S. **Distribuição espacial e sazonal da composição e biomassa fitoplanctônica correlacionadas com a hidrologia do estuário do rio Timbó (Paulista, Pernambuco)**. Recife. 117f. 2004. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco.

HARTMANN, C.; HARKOT, P. F. C. Influência do canal São Gonçalo no aporte se sedimentos para o estuário da laguna Patos, RS. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 20, n. 1-4; p. 329-332. 1990.

JAWORSKI, N. A. **Sources of nutrients and the scale of eutrophication problems in estuaries**. In: NIELSON, B. J.; CONRIN, L. E.. Estuaries and nutrients. (ed.), Humana Press, Clifton, p. 83-110. 1981.

JEFFREY, S. W. **Responses to light in aquatic plants**. In: Physiological plant ecology I. Responses to the physical environment. Springer-Verlag, Berlin. 1981. p. 249- 279.

KETCHUM, B. H. Eutrophication of estuaries. In: National Academic of Sciences. **Eutrophication**. Proceedings of International Symposium on Eutrophication, Washington, 1969. p. 197-209.

KINNE, O. **Marine ecology**. London Wiley - Interscience, 1970.

KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E. Biomassa e fracionamento do fitoplâncton no estuário do rio Timbó. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 20, p. 53 - 76. 1987/89.

KOEPPEL, vu-wien.ac.at/ - 15k. Disponível em: [www.ige.unicamp.br/site/aulas.br/site/aulas/124/\(GF 404\) aula 02 ppt](http://www.ige.unicamp.br/site/aulas.br/site/aulas/124/(GF%20404)aula%20ppt), acesso em 12/04/09. 1940.

LACERDA, S. R. **Variação diurna e sazonal do fitoplâncton do estuário do rio Paripe (Itamaracá – Pernambuco – Brasil)**. Recife, 142f. 1994. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Oceanografia.

LALLI, C. M.; T. R. PARSON. **Biological Oceanography: An introduction**. Pergamum Press, Oxford, 1993. 301p.

LOSADA A. P. M. **Biomassa fitoplanctônica correlacionada com parâmetros abióticos, nos estuários dos Rios Ilhetas e Mamucaba, e na Baía de Tamandaré (Pernambuco– Brasil)**. Recife, 88f. 2000. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Oceanografia.

MACÊDO S. J.; CAVALCANTI L. B.; COSTA K. M. Variação dos parâmetros físicoquímicos em viveiros de cultivo da ilha de Itamaracá (Pernambuco, Brasil). Rio de Janeiro, **I Simp. Brasil. Aqüicultura**, p. 73-86. 1980.

MALONE, T. C., L. H. CROCKER, S. E. PIKE, B. W. WENDLER. **Influences of river flow on the dynamics of phytoplankton production in a partially stratified estuary**. Mar. Ecol. Prog. Ser. v. 48, p. 235-249. 1988.

MANN, K. H.; LAZIER, J. R. N. **Dynamics of marine ecosystems**: Biological-Physical interactions in the ocean. Blackwell, Boston. 1991.

MARGALEFF, R. **Limnologia**. Ediciones Omega, S. A. Barcelona, 1983. 1010p.

MARGALEFF, R. **Ecología**. Ediciones Omega, S. A. Barcelona, 1977. 951p.

MCLUSKI, D. S. **The estuarine ecosystem**. 2nd ed. Blackie academic; Professional, London, 1989. 215 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da mata atlântica e campos sulinos**. Brasília, 2000. 40p.

MIRANDA, B. M.; CASTRO, B. M.; HJERFEVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: EDUSP. 2002. 411p.

MONBET, Y. **Control of phytoplankton biomass in estuaries**: a comparative analysis of macrotidal and microtidal estuaries. *Estuaries* v. 15, p. 563-571. 1992.

MOURA, R. T. de; PASSAVANTE, J. Z. de O. Biomassa fitoplanctônica da baía de Tamandaré, Rio Formoso, Pernambuco, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 23, p. 1-15, 1995

NASCIMENTO-VIEIRA, D.; SANT'ANNA, E. M. E. Composição do zooplâncton no estuário do rio Timbó. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 20. p. 77-98. 1987/89.

NIMER, E. **Pluviometria e recursos hídricos dos estados de Pernambuco e Paraíba**. Rio de Janeiro, SUOREN. 1979. 117p.

NORIEGA, C. D.; COSTA, K. M. P. da; FEITOSA, F. A. do N. ; MONTES, M. de J. F.; GREGO, C. K. da S.; SOARES, G. S. de S.; SILVA, H. P. da. Distribuição espacial da biomassa fitoplanctônica e sua relação com os sais nutrientes, no sistema

estuarino de barra das JANGADAS (PERNAMBUCO – BRASIL). **Arq. Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 38, p. 5-18. 2005.

ODUM, E. P. **Fundamentals of ecology**. 3rd ed. W. B. Saunders Company. Philadelphia, 1971. 574p.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Editora Interamericana, 434 p., Rio de Janeiro, 1985.

OLIVEIRA, Dilma Bezerra Fernandes de. **Produtividade primária do fitoplâncton do estuário do rio Potengi (Natal - RN)**. Recife, 168f. 1985. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco.

PASSAVANTE, J. Z. de O. Produção fitoplanctônica do estuário do rio Capibaribe (Recife, Pernambuco, Brasil). In: Congresso Nordestino de Ecologia, 10, 2003, Recife. **Anais...** v. CD. 2003.

PASSAVANTE, J. Z. O. **Produção primária do fitoplâncton do Canal de Santa Cruz (Itamaracá-Pernambuco)**. São Paulo, 188f, 1979. Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.

PASSAVANTE, J. Z. de O.; FEITOSA, F. A. Do N. Produção Primária do Fitoplâncton da Plataforma Continental de Pernambuco(Brasil): Área de Piedade. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, Tamandaré, v. 3 n. 1, p. 7-22, 1995.

PASSAVANTE, J. Z. de O.; FEITOSA, F. A. do N.; MACÊDO, S. J. de; ARAGÃO J. O. R. do; LEITÃO, S. N.; LINS, I. C. Produção, biomassa fitoplanctônica, climatologia e hidrologia do estuário do rio Botafogo, Itapissuma, Pernambuco. Departamento de Oceanografia da Ufpe - **Boletim Técnico e Científico de CEPENE – IBAMA**, Tamandaré, v. 11, 2003.

PASSAVANTE, J. Z. de O.; GOMES, N. A.; ESKINAZI-LEÇA, E.; FEITOSA, F. A. Variação da clorofila e do fitoplâncton na plataforma continental de Pernambuco.

**Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife: v. 20, p. 145-154. 1987/89.

PASSAVANTE, J. Z. de O.; SILVA, T. L. da; FIGUEIREDO, L. G. P. Variação diurna da biomassa fitoplanctônica ocorrente na zona de surf da praia de Candeias, Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Oceanografia, Congresso Ibero-Americano de Oceanografia, **Resumos**. Fortaleza. 2008.

PREEZ, H. H. Du; McLACHLAN, A.; MARAIS J. F. K.; COCKCROFT, C. Bioenergetics of fishes in a high-energy surf-zone. **Marine Biology**, v. 106, n. 1, p. 1-12, 1990.

PERKINS, E. J. **The biology of estuaries and coastal waters**. London. Academic Press, 678p. 1974.

PRITCHARD, D. W. **What is an estuary**: physical viewpoint. In: Lauff, G. H. (ed.) Estuaries. Amer. Assoc. Adv. Sci. Publ. Nº 83, Washington, D. C. p. 3-5. 1967.

RAGUENEAU, O. B.; QUIGUINERET, B.; TRUGUER, P. Contrast in biological responses to tidally-induced vertical mixing for two macrotidal ecosystems of western Europe. **Estuar. Coast. Shelf. Sci.** v. 42, p. 645-665. 1996.

REYNOLS, C. S, TUNDISI, J. G., HINO, K. Observations on a metalimnetic Lyngbya population in a stably stratified tropical lake (lagoa Carioca, Eastern Brazil). **Archiv für Hydrobiologie**, v. 97, n. 1, p. 7-17, 1984.

RICHARDS, F. A.; THOMPSON, T. G. The estimation and characterization of plankton populations by pigments analysis II. A spectrophotometric method for the estimations of plankton pigments. **Journal of Marine Research**, New Haven, v. 11, n. 2, p. 156-172, 1952.

SANTELICES, B. **Ecologia de algas marinas bentônicas – efeitos de fatores ambientais**. Documento da la direccion general de investigaciones. 1977. 487p.

SANTOS-FERNANDES, T. L. dos; PASSAVANTE, J. Z. de O.; KOENING, M. L.; MACEDO, S. J. Fitoplâncton do estuário do rio Jaguaribe (Itamaracá, Pernambuco, Brasil): Biomassa. **Trabalhos Oceanográficos. Universidade Federal de Pernambuco**, Recife. v. 26, n. 2, p. 1-18, 1998.

SCHÄFFER, W. B.; PROCHNOW, M. **Mata atlântica**. In: SCHÄFFER, W. B.; PROCHNOW, M. A Mata atlântica e você. Brasília, 2002. p.12-46.

SILVA, I. de G. **Variação sazonal e espacial da produção, biomassa e densidade fitoplânctônica no estuário do rio Paripe (Itamaracá – Pernambuco – Brasil)**. Recife, 153f. 1992. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

SILVA-CUNHA, M. G. G.; ESKINAZI-LEÇA, E.; ALMEIDA, C. D. P.; Taxonomia e Ecologia do Microfitoplâncton do Estuário do Rio Timbó - Pernambuco - Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife, v. 20, p. 35-52, 1987/89.

SÔNIA da S. G.; MELLO, R. L. S.; NASCIMENTO, A. E.; MESSIAS, A. S.; ARAÚJO, S. F. S. A sustentabilidade ecológica das atividades pesqueiras artesanais e a relação com a malacofauna no manguezal do Rio Formoso, Pernambuco, Brasil. **Trop. Oceanogr.**, Recife, v. 28, n. 2, p.155–169, 2000.

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. A practical handbook of seawater analysis. 2. ed. **Bulletin Fisheries Research Board of Canada, Ottawa**, n. 167, p. 1-311, 1968.

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. A practical handbook of seawater analysis. **Bulletin Fisheries Research board of Canada, Ottawa**, n. 167, p. 1 - 205, 1972.

TEIXEIRA, C. Introdução aos métodos para medir a produção primária do fitoplâncton marinho. **Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo**, São Paulo, v. 22, p. 59-92, 1973.

TRAVASSOS P. E. P. F. **Hidrologia e biomassa primária do fitoplâncton no estuário do Rio Capibaribe, Recife – Pernambuco**. Recife, 288f. 1991. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Oceanografia.

TUNDISI, J. G. O Plâncton estuarino. Contr. Avulsas Inst. Oceanogr. São Paulo. São Paulo, **Série Oceanogr. Biol.** v. 19, p. 1-22, 1970.

TUNDISI J. G.; TUNDISI T. M. Produção orgânica em ecossistemas aquáticos. **Ciência e Cultura**, v. 28, n. 8, p. 864-87. UNESCO, 1973. International Oceanographic Tables. Opeat Britain Wormly, n. 2, p.141. 1976.

TUNDISI J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. **Theoretical basis for reservoir management. In: Theoretical reservoir ecology and its applications**. J.G. TUNDISI; M. STRASKRABA, (ed). International Institute of Ecology, São Carlos and Backhuys Publishers, AH Leiden, 1999. 505-528p.

UNDERWOOD, G. J. C.; KROMKAMP, J. **Primary production by phytoplankton and microphytobenthos in estuaries**. Advances in Ecological Reser. v. 29, p. 93-153. 1999.

UNESCO. **Determination of photosynthetic pigments in sea waters**. Report of SCOR/UNESCO working group 17 with meat from 4 to 6 june 1964, Paris: s.n., (Monographys on Oceanology Methodology). 1966. 69p.

VALIELA, Ivan . **Marine Ecological Processes**. Springer -Verlag, New York, 1984. 546p.

VILES, H.; T. SPENCER. **Coastal problems, geomorphology**. Ecology and Society at the Coast. Edward Arnold, London. 1995.

VILLELA. S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo, Mcgraw-Hill, 1975. 245p.

WILKEN, P. S. **Engenharia de drenagem superficial**. São Paulo, CETESB, 1978. 477p.

ZANATA, L. H.; ESPÍNDOLA, E. L. G. Longitudinal processes in Salto Grande reservoir (Americana, SP, Brazil) and its influence in the formation of compartment system. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, p. 347-361. 2002.

Dados informacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP), Biblioteca Luiz Delgado da Fundação de Ensino Superior de Olinda, Olinda-PE.

Nascimento, Lillyan Virginia Lessa

Variação diurna da biomassa fitoplanctônica do estuário do rio Timbó (Paulista, Pernambuco, Brasil). Lillyan Virginia Lessa Nascimento. – Olinda: FUNESO, 2009.

52f

Orientador: Dr. José Zanon de Oliveira Passavante

Monografia apresentada em cumprimento das exigências para obtenção do título de especialista em Ciências Ambientais

1. Fitoplâncton 2. Teores de Clorofila *a* 3. Variação nictemeral 4. Masotrófico. I. IFundação de Ensino Superior de Olinda. II. Título.

CDU 574